

SOMMAIRE N° 2 — 1963

ARTICLES ORIGINAUX

- G. UILENBERG. — Résistance à l'Hexachlorocyclohexane d'une souche de la tique *Boophilus microplus* (Canestrini) à Madagascar. Essais préliminaires sur sa sensibilité à quelques autres ixodiques 137
- G. UILENBERG. — Existence de *Ornithodoros porcinus* Walton, 1962 (Argasidae) à Madagascar 147
- J. BALIS. — Recherches sur les facteurs nécessaires à la culture « in vitro » de *Trypanosoma evansi* 151
- J. ITARD, P. FINELLE et A. RICKENBACH. — Contribution à l'étude des *Tabanidae* (Diptera) d'Afrique Centrale. Les *Tabanidae* de la République Centrafricaine 159

(Voir suite page III)

PISTOLET DOSEUR MORIN

en matière plastique

transparent

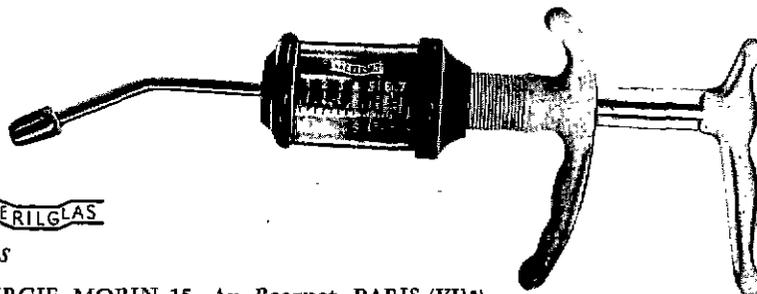
incassable

inoxydable

étanchéité absolue

cylindre 70 cc en STÉRILGLAS

réglable à tous dosages



INSTRUMENTS DE CHIRURGIE MORIN 15, Av. Bosquet, PARIS (VII^e)

FOURNITURES pour LABORATOIRES

VERRENERIE GÉNÉRALE

Verrerie soufflée, graduée, Aréométrie, Densimétrie, Verre ordinaire, Bohême, Pyrex, Porcelaine, Thermométrie, Caoutchouc, Papier à filtrer, Appareillage.

CHOLIN & C^{ie}

Distributeur de la Société Le Pyrex et de Quartz et Sicile

39-41, rue des Cloys, PARIS (18^e) Tél. : Montmartre 61-81

Sommaire (Suite)

ARTICLES ORIGINAUX

- S. GRETILLAT et A. LACAN. — Sur une opération pilote de prophylaxie anti-bilharzienne réalisée avec le diméthylidithiocarbamate de zinc (Zirame)... 175
- G. BOUDET et F. BAEYENS. — Une méthode d'étude et de cartographie des pâturages tropicaux 191
- M. DUBOIS. — Etude de la teneur en tocophérols de certains tourteaux utilisés à Madagascar et de sa variation au cours du stockage 221
- G. THÉODOSIADES. — Le caneton, réactif biologique pour le dépistage de la toxicité des tourteaux d'arachide 229

INFORMATIONS TECHNIQUES

- R. DAUMAS. — Technologie et composition des tourteaux de Madagascar... 237

(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

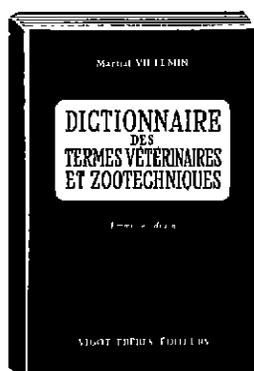
17, Rue de Clichy, 17 — Paris-9^e — Pigalle 39-20

Sommaire (suite)

EXTRAITS — ANALYSES

Maladies à virus (n° 46 à 49).....	263
Peste bovine (n° 50 à 55).....	264
Maladies microbiennes (n° 56 et 57).....	267
Péripneumonie (n° 58).....	268
Leptospiroses (n° 59 et 60).....	268
Trypanosomiasés (n° 61 à 63).....	269
Parasitologie (n° 64 à 67).....	270
Pathologie générale (n° 68 et 69).....	272
Chimiothérapie (n° 70 à 74).....	273
Reproduction (n° 75 et 76).....	275
Physiologie. Physio-climatologie (n° 77 à 79).....	276
Alimentation. Carences. Intoxications (n° 80 et 81).....	277
Techniques de laboratoire (n° 82 et 83).....	278
Industries animales (n° 84).....	279

(Voir suite page VII)

VIGOT FRÈRES, éditeurs, 23, rue de l'école-de-Médecine, PARIS (6^e)

DICTIONNAIRE DES TERMES VÉTÉRINAIRES ET ZOOTECHNIQUES

par

Martial VILLEMIN

Docteur-Vétérinaire
Lauréat de l'Académie Vétérinaire
et de l'Académie d'AgricultureUn volume 12 × 18 de 360 pages. 1^{re} édition 1963. Cartonné 33 F.

Nous avons essayé de faire tenir dans ce petit livre la langue particulière du vétérinaire et du zootechnicien. Ce faisant nous avons dû définir un certain nombre de mots qui ne ressortissent pas exclusivement à l'animaliculture, mais qui font partie du vocabulaire du médecin et du biologiste, ou de celui de l'éleveur. L'accent est mis toutefois sur l'aspect ou l'acception proprement vétérinaire lorsqu'il en existe.

Sommaire (Suite et fin)

BIBLIOGRAPHIE

FERRY (J.). — Parasitisme gastro-intestinal du dromadaire au Niger.....	280
Annual review of microbiology.....	280
Organisation mondiale de la Santé. Rapport technique n° 247.....	282
SABATIER (C.) et SABATIER (H.). — Fiches techniques et mémento de laboratoire avicole	282

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Compte rendu de la XXX ^e session du Comité de l'O. I. E.	283
--	-----

NÉCROLOGIE

Gaston RAMON (1886-1963).....	285
Henri POISSON (1877-1963).....	286

THE SEMEN OF ANIMALS AND ARTIFICIAL INSEMINATION

Edited by J. P. MAULE

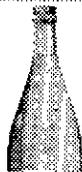
A comprehensive and up-to-date review of progress in the artificial insemination of farm livestock, including poultry, dogs and laboratory animals

420 pp. 2000 references. 33 illustrations. Price: £ 3 or \$ 9.00

Technical Communication N° 15 of the Commonwealth Bureau of Animal Breeding and Genetics, Edinburgh

Orders may be placed with any major bookseller or sent to

Commonwealth Agricultural Bureaux, Central Sales Branch, Farnham Royal, Bucks., England



GRANDE SOURCE
pour les reins

MP

lithiases urinaires
(urique, oxalique,
phosphatique),
coliques néphrétiques,
albuminuries légères
des arthritiques,
albuminuries résiduelles,
collbacillose urinaire,
goutte, arthritisme,
obésité, cellulite.

VITTEL

Station de la **Cure de détente**
et du **Bilan de santé**
(Centre d'Exploration Fonctionnelle)
SAISON DU 20 MAI AU 15 SEPTEMBRE
agrée par la sécurité sociale

RENSEIGNEMENTS: Stédes Eaux Minérales
de Vittel (Vosges) tél. 3
ou 44 av. George-V PARIS 8^e tél. ELY 95-33

ARTICLES ORIGINAUX

Résistance à l'Hexachlorocyclohexane d'une souche de la Tique *Boophilus microplus* (Canestrini) à Madagascar — Essais préliminaires sur sa sensibilité à quelques autres ixodicides

par G. UILENBERG

WHITNALL et Coll. (1949) semblent avoir été les premiers à signaler une résistance à l'hexachlorocyclohexane chez des tiques du genre *Boophilus*. Depuis, le développement d'une telle résistance a été noté dans plusieurs pays, mais n'était pas encore connu à Madagascar.

En février 1962, un fermier de la région de la Sakay (province de Tananarive) nous informait que le détiquage de ses bovins à l'H. C. H. ne donnait plus, depuis quelques temps, de résultats satisfaisants. Sa ferme fait partie du « Bureau pour le développement de la production agricole outre-mer » (B. D. P. A.) qui a commencé ses activités dans cette région en 1952 ; jusqu'en 1962 l'H. C. H. seul (en pulvérisation) a été employé pour la lutte contre les tiques.

Une inspection sur place nous a montré une infestation relativement importante du troupeau par des *Boophilus microplus*, parmi lesquels plusieurs femelles gorgées, bien vivantes. A part les *Boophilus*, il y avait quelques *Amblyomma variegatum* (Fabricius), adultes, desséchés. Le propriétaire nous assurait qu'il avait traité ses animaux trois fois pendant la semaine précédente, par pulvérisation, avec de l'H. C. H. ; d'après la dilution qu'il disait avoir utilisée et étant donné le contenu en isomère gamma du produit qu'indique le fabricant, le détiquage avait été fait à une concentration de presque 0,06 p. 100 d'isomère gamma. Le fermier disait avoir augmenté la concentration parce que celle préconisée par

le fabricant (0,0125 à 0,025 p. 100 d'isomère gamma) n'avait plus d'effet.

Un essai *in vitro*, avec un échantillon de l'H. C. H. qui se trouvait encore à la ferme, sur des femelles gorgées de *B. microplus* récoltées sur des bœufs à l'abattoir de Tananarive, a permis d'écarter la possibilité d'un manque d'activité du produit : ces tiques, recueillies sur des animaux qui n'avaient sans doute jamais été détiqués, ou, au plus, très irrégulièrement, se montraient bien sensibles à une dilution de l'échantillon correspondant à 0,0125 p. 100 d'isomère gamma.

Des larves, descendant de femelles gorgées, récoltées sur les bovins de la ferme du B. D. P. A., ont ensuite été placées sur deux veaux, au laboratoire, à l'abri d'autres tiques. Après vingt jours, une première femelle gorgée a été remarquée, pendant qu'un grand nombre d'autres femelles à différents stades de gorgement étaient visibles ainsi que de nombreux mâles. Les animaux ont alors été traités à l'H. C. H. à une concentration de 0,02 p. 100 d'isomère gamma (à partir d'un liquide émulsionnable de la même marque que celle utilisée à la ferme de la Sakay et qui nous avait toujours donné pleinement satisfaction), appliqué soigneusement au pulvérisateur. Le lendemain aucune diminution dans le nombre de tiques n'était apparente et les femelles se gorgeaient normalement les jours suivants ; des mâles vivants ont même été trouvés quatre jours après le détiquage.

Nous avons ensuite éprouvé l'H. C. H. et d'autres ixodicides *in vitro*, sur la souche de *B. microplus* en provenance de la ferme, compa-

rant les résultats à ceux obtenus sur la même espèce en provenance de bovins de l'abattoir de Tananarive.

MÉTHODES DE TRAVAIL

Nous avons limité les épreuves aux larves à jeun, écloses au laboratoire, et aux femelles gorgées. Les tiques aux autres stades de développement ont une moindre valeur pour les expériences parce que les témoins non traités meurent souvent trop rapidement *in vitro* pour permettre de tirer des conclusions.

Pour les essais sur les larves à jeun, nous avons provisoirement adopté une méthode simple, basée sur celle de FIEDLER (1952), mais légèrement modifiée.

Une solution de l'ixodicide à tester, dans l'acétone, à quantité et concentration connues, est mise dans une boîte de Pétri. Après évaporation de l'acétone, l'ixodicide reste sur le fond, sous forme de cristaux. La quantité moyenne du produit par cm^2 peut donc être calculée. A l'intérieur du bord du couvercle on applique une couche de vaseline. Quelques centaines de larves sont mises sur le fond de la boîte et celle-ci est fermée. Le temps compris entre le début de l'observation et le moment où aucune des larves n'est plus capable de faire de mouvements coordonnés (marcher), est le critère de la sensibilité du lot de larves en question (le moment de « knock-down » de Fiedler). Des témoins peuvent continuer à marcher normalement dans des boîtes non traitées, fermées à la vaseline, pendant au moins 26 heures. Les boîtes sont gardées à la température du laboratoire (qui variait à l'époque où les essais ont été faits, entre un maximum moyen de 25°C (24-27) et un minimum moyen de 22°C (20,5-23). On observe les larves toutes les cinq minutes, en cas de doute, sous la loupe. Il est préférable de traiter également l'intérieur du couvercle à la même concentration que le fond, parce que quelques larves réussissent toujours à s'échapper à travers la vaseline et marchent sur l'intérieur du couvercle, sans être alors en contact continu avec l'ixodicide ; elles peuvent fausser les résultats quand elles tombent sur le fond.

Les tests ont été exécutés avec trois tubes différents, contenant chacun les descendants

de 5 à 8 femelles pour la souche de Sakay et avec quatre tubes, contenant chacun les descendants de 8 à 11 femelles pour la souche de l'abattoir (A vrai dire, les tiques de l'abattoir ne constituent pas une seule souche puisqu'elles proviennent de plusieurs animaux, originaires de différentes régions). La ponte et l'incubation avaient lieu à une température approximative de 27°C et une humidité relative d'environ 90 p. 100. Les larves étaient âgées de 2 à 6 semaines environ. Nous avons l'impression que les larves les plus âgées étaient légèrement plus sensibles, ce qui peut expliquer une partie des divergences que l'on trouve dans les chiffres obtenus avec une même souche, dans les mêmes circonstances ; de toute façon, les essais ont toujours été effectués parallèlement et des larves du même âge ont été utilisées pour chaque série d'expériences comparatives (Sakay abattoir).

Cette méthode ne permet pas d'utiliser la mortalité des larves comme critère, parce que le moment de la mort est très difficile ou impossible à déterminer, et aussi parce que les observations dureraient plusieurs jours : presque toutes les larves d'une souche sensible à l'H. C. H. montraient encore de faibles mouvements après 20 heures dans des boîtes contenant des quantités aussi élevées que 0,07 mg de lindane par cm^2 et après 26 heures dans des boîtes contenant respectivement 0,13 mg de Sevin et 0,14 mg de D. D. T. technique par cm^2 ; même après trois jours dans des boîtes à 0,07 mg de lindane par cm^2 , quelques larves bougeaient encore.

La méthode est loin d'être parfaite. La répartition des cristaux de l'ixodicide sur le verre après évaporation de l'acétone est très irrégulière et la quantité d'ixodicide à laquelle sont exposées les larves dans une boîte, prises individuellement, ne peut être constante ; ceci pourrait expliquer pour une grande part les divergences dans les chiffres obtenus sur une même souche. Ces différences sont vraisemblablement nivelées par les déplacements des larves, qui traversent peut-être, en moyenne, la même quantité d'ixodicide.

En dépit de ses défauts évidents, cette méthode nous a permis de tirer des conclusions valables sur la résistance ou la sensibilité des larves. Une résistance doit toutefois être assez forte avant qu'elle donne des résultats nettement différents de ceux d'une souche normale et la méthode ne

nous semble pas convenir pour révéler une faible résistance, les chiffres obtenus sur une même souche étant trop divergents. Mais c'est une méthode simple, réalisable avec l'équipement des plus petits laboratoires, et qui convient parfaitement pour révéler une résistance d'ordre pratique.

Nous n'avons malheureusement pas pu faire les essais sur de grands nombres de femelles gorgées. Pour élever nos tiques nous ne disposions que de quelques veaux splénectomisés ; nous avons à deux reprises perdu un veau qui servait d'hôte pour les larves de la souche Sakay par une forme foudroyante de babésiose (*Babesia argentina*), évidemment transmise par ces tiques, puisque ces veaux n'avaient pas montré cet hématozoaire dans le sang après leur splénectomie, lors des examens effectués presque quotidiennement pendant plusieurs mois. Ces animaux, très sensibles, ont été trouvés morts soudainement, avant que les tiques fussent gorgées (La souche Sakay a transmis le même protozoaire à deux autres veaux qui ont pu être sauvés.) Nous espérons reprendre les essais sur les femelles, dès que nous aurons les moyens d'élever de grands nombres de tiques de chaque souche ; les résultats obtenus ne constituent qu'une première indication pour quelques-uns des ixodicides.

Le traitement des femelles consistait en une immersion pendant cinq minutes dans la solution à éprouver ; ensuite les tiques étaient rapidement séchées sur papier buvard et mises dans des boîtes de Pétri, sur du papier semblable (L'immersion pendant une minute n'était pas entièrement satisfaisante, les résultats étant trop irréguliers ; le traitement de cinq minutes donnait des différences beaucoup plus nettes entre les deux souches.) Les boîtes contenant les tiques étaient gardées à une température d'environ 27°C et une humidité relative d'environ 90 p. 100. L'effet du traitement était suivi par l'observation des tiques à la loupe binoculaire (grossissement de 12 1/2) sous une forte lumière concentrée. Les tiques vivantes se trahissent presque toujours, quand une forte lumière est braquée sur elles, par des mouvements, ne serait-ce que par de faibles agitations du rostre ou des crochets des pattes, etc..., par contraction ou distension du corps, ou par des mouvements des organes internes que l'on voit à travers le tégument. L'excitation par la lumière concentrée est impor-

tante, les tiques vivantes pouvant rester parfaitement immobiles sans cela ; une irritation mécanique du tégument peut aider à faire réagir les tiques. Néanmoins, il n'est pas toujours possible d'être sûr qu'une tique soit morte ou non. Une parfaite immobilité, sous lumière concentrée avec irritation mécanique, n'est pas une preuve absolue de la mort ; nous avons vu, bien que rarement, des tiques considérées comme mortes, donner des signes de vie le lendemain. La mort n'est certaine que lorsque le corps devient dur et que les pattes perdent leur élasticité. Nous n'avons donc pas indiqué la mortalité, mais seulement l'immobilité. Quelques ixodicides ne causent pas (ou peu) de mortalité des femelles gorgées, mais empêchent la ponte ; celle-ci est donc un critère très important pour l'évaluation de la sensibilité à une solution donnée ; selon qu'il y a ponte ou non, selon le nombre d'œufs et leur viabilité.

L'observation des femelles cessait le 20^e jour ; l'éclosion des œufs et la viabilité des larves jusqu'à un mois après l'éclosion, étaient ensuite notées. La plupart des larves descendant d'une femelle non traitée vivent normalement au moins deux mois dans notre étuve pour l'élevage des tiques (à une température d'environ 27° et une humidité relative d'environ 90 p. 100). Sur 53 observations de femelles non traitées, il n'y avait que deux cas où la plupart des larves étaient mortes et desséchées après deux mois ; le plus souvent la plupart des larves d'un lot vivent environ 2 mois 1/2 à 3 mois, moment où la mortalité commence à devenir importante et il est assez rare de trouver encore des larves vivantes après quatre mois.

Les témoins étaient traités par immersion dans de l'eau de robinet pendant cinq minutes. Tous les ixodicides ont été employés en solution ou suspension aqueuse. Pour tous les tests, un même échantillon de chaque produit a été utilisé, afin d'éviter des divergences qui pourraient exister entre différents lots d'un produit commercial. Les tiques étaient soumises aux essais le jour même ou le lendemain de la récolte sur l'hôte, qui était pour la souche Sakay un veau du laboratoire à l'abri des tiques de l'extérieur ; les tiques de l'abattoir étaient récoltées en partie directement à l'abattoir, en partie recueillies également au laboratoire après élevage sur un veau.

Tableau I

	Concentration	Temps (en minutes)		Rapport
		Provenance Sakay	Provenance abattoir	
H.C.H.	0,01	304 ($\sigma = 128$) (extrêmes : 105 - 555)	24 ($\sigma = 7,7$) (extrêmes : 10 - 35)	12,7
Dieldrine	0,015	386 ($\sigma = 65$) (extrêmes : 300 - 490)	71 ($\sigma = 10,7$) (extrêmes : 60 - 90)	5,4
Malathion	0,01	52 ($\sigma = 19$) (extrêmes : 30 - 75)	73 ($\sigma = 29$) (extrêmes : 35 - 100)	$\frac{1}{1,4}$
D.D.T.	0,01	46 ($\sigma = 28$) (extrêmes : 20 - 95)	60 ($\sigma = 25$) (extrêmes : 25 - 90)	$\frac{1}{1,3}$
Sevin	0,01	31 ($\sigma = 4,2$) (extrêmes : 25 - 35)	32,5 ($\sigma = 13$) (extrêmes : 20 - 55)	1,0

Les épreuves *in vitro*, tant sur les adultes que sur les larves, ne permettent pas de tirer de conclusions précises sur ce qui se passe lors des traitements des bovins ; ils permettent toutefois de comparer la sensibilité de différentes souches de tiques à un ixodicide donné et de comparer, dans une certaine mesure, l'efficacité des différents ixodicides entre eux.

RÉSULTATS

Larves.

Le tableau des résultats indique les concentrations en ixodicides en mg par cm². La colonne des minutes désigne le nombre de minutes entre le début du test et le moment du « knock-down ». Le rapport exprime le nombre de minutes pour la souche Sakay, divisé par le nombre de minutes pour la souche de l'abattoir.

Les résultats des tests sur les larves ont été statistiquement exploités avec la méthode de FISHER pour la comparaison des moyennes de petits échantillons (voir LAMOTTE, 1957).

Nous n'avons pas pu utiliser pour les larves tous les ixodicides expérimentés sur les femelles, parce que plusieurs des préparations commerciales étaient sous forme d'un liquide émulsion-

nable ; dans ce cas le solvant formait, après évaporation de l'acétone, une couche visqueuse sur le fond de la boîte, empêchant les larves de marcher normalement. Les sources des ixodicides utilisés sont les suivantes :

- H. C. H. : lindane à 99,5-100 p. 100 d'isomère gamma de la Maison Philips-Duphar,
- Dieldrine : poudre mouillable (Shell),
- Malathion : poudre mouillable (Rhône-Poulenc).
- D. D. T. : D. D. T. technique (Procidia),
- Sevin* (1-naphthyl-N-méthyl carbamate) : poudre mouillable (Procidia).

Le tableau I indique la moyenne des résultats obtenus sur chaque souche par des essais au nombre 9 avec l'H. C. H., 5 avec la Dieldrine, le Malathion et le D. D. T. et 4 avec le Sevin.

Les différences entre les deux souches sont très significatives statistiquement ($P < 0,01$) pour l'H. C. H. et la Dieldrine, mais ne le sont pas ($P > 0,05$) pour le Malathion, le D. D. T. et le Sevin.

FIEDLER utilisait une concentration d'environ 0,05 mg/cm² (50 mg par pied carré) ; pour

(*) Marque déposée par Union Carbide U. S. A.

nos essais des concentrations beaucoup plus fortes que 0,01 mg de lindane par cm² ne convenaient pas ; par exemple, à une concentration de 0,035 mg/cm², le moment de « knock-down » venait après 50 minutes pour les larves de la souche Sakay, après 15 minutes pour celles de la souche de l'abattoir ; à 0,07 mg/cm², le nombre de minutes était respectivement 20 et 15. La différence causée par la résistance est alors trop faible pour permettre des comparaisons valables.

Femelles.

Les concentrations en matière active ont été calculées d'après les indications des fabricants des produits commerciaux, qui sont :

- *H. C. H.* : liquide émulsionnable (Cooper).
- *Dieldrine* : poudre mouillable (Shell).
- *Toxaphène* : liquide émulsionnable (Procida).
- *Endrine* : liquide émulsionnable (Melchemie).
- *D. D. T.* : poudre mouillable contenue en différents isomères non indiqués (Melchemie).
- *Malathion* : liquide émulsionnable (Rhône-Poulenc).
- *Sevin* : poudre mouillable (Procida).
- *Polychlorocamphane* : liquide émulsionnable (S. O. F. C. A.).
- *Arsenic* : liquide soluble (à base d'arsénite de soude) (Cooper). Concentration exprimée en AS₂O₃.

Pour pouvoir faire des comparaisons valables entre les deux souches, nous avons indiqué les limites de confiance ($P < 0,05$) des pourcentages de l'immobilité et de la ponte ; ces limites ont été calculées d'après les tables de LAMOTTE (1957).

La quantité totale des œufs d'un lot est exprimée en pourcentage approximatif de ce que serait la quantité normale (estimée).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les essais pratiqués sur les larves ont montré une résistance de la souche Sakay à l'*H. C. H.* et à la *Dieldrine* ; par contre, il n'y avait pas de différence statistiquement significative avec la souche de l'abattoir dans sa sensibilité au *Malathion*, au *D. D. T.* et au *Sevin*.

Les épreuves sur les femelles ont confirmé

la résistance à l'*H. C. H.* et à la *Dieldrine* et ne nous ont également pas permis de trouver une résistance au *Malathion*, au *D. D. T.* et au *Sevin*. Les tests sur les femelles ont en outre montré une résistance de la souche Sakay au *toxaphène* et à l'*endrine* ; cette souche semblait également légèrement moins sensible à l'arsenic que la souche de l'abattoir, tandis qu'il n'y avait pas de différence significative en ce qui concerne le *polychlorocamphane*.

H. C. H.

La différence de sensibilité entre les larves des deux souches est très significative ($P < 0,01$).

Sur les femelles, nous trouvons de très fortes différences statistiquement significatives (en se basant sur les limites de confiance des pourcentages trouvés), tant dans la mortalité (immobilité) que dans la ponte.

La résistance de la souche Sakay est comparable à celle trouvée par HITCHCOCK (1953) sur une souche résistante de *B. microplus*, d'Australie (avec cette réserve que HITCHCOCK pratiquait l'immersion des femelles durant deux minutes seulement, tandis que nous avons préféré cinq minutes). La concentration en isomère gamma, nécessaire pour empêcher 50 p. 100 des femelles de la souche résistante de HITCHCOCK de pondre des œufs viables, était de 0,74 p. 100, la concentration pour sa souche non résistante, de 0,004 p. 100 ; sur cette base HITCHCOCK trouve que la souche résistante est 185 fois moins sensible que l'autre souche. Nous ne pouvons pas établir de chiffres précis, à cause du nombre peu élevé de tiques ; toutefois, la résistance de la souche Sakay, sur cette base, semble être également de cet ordre, puisque la concentration nécessaire pour empêcher 50 p. 100 des femelles de pondre des œufs viables, est entre 0,2 et 2 p. 100, tandis que celle pour la souche de l'abattoir est entre 0,001 et 0,003 p. 100.

Dieldrine.

La différence en sensibilité entre les larves des deux souches est très significative ($P < 0,01$).

En ce qui concerne les femelles : il y a une différence significative entre nos deux souches dans le pourcentage de ponte, mais non dans la mortalité. La souche Sakay ne semblait aucunement influencée par 0,05 p. 100 de *Dieldrine*.

Tableau n° II

PRODUITS	SOUCHE	N	I	P	Q	E	V
Eau (témoins)	Sakay	17	1 (6 p.100; 0,2 - 28,4 p.100)	17 (100 p.100; 80,7 - 100 p.100)	100 p.100	100 p.100	Normale
Eau (témoins)	abattoir	38	10 (26 p.100; 13,4 - 43,0 p.100)	37 (97 p.100; 86,3 - 99,9 p.100)	100 p.100	100 p.100	Normale
<u>Isomère gamma d'H.C.H.</u>							
10 p.100	Sakay	9	9 (100 p.100; 66,4 - 100 p.100)	0 (0 p.100; 0 - 33,6 p.100)	-	-	-
2 p.100	Sakay	19	7 (37 p.100; 16,4 - 61 p.100)	9 (47 p.100; 24,8 - 70,1 p.100)	10 p.100	< 10 p.100	Toutes mortes en une semaine.
0,2 p.100	Sakay	34	19 (56 p.100; 38,1 - 72,8 p.100)	30 (88 p.100; 72,6 - 96,7 p.100)	80 p.100	70 p.100	Normale, mais la plupart des larves peu vigoureuses.
0,07 p.100	Sakay	17	0 (0 p.100; 0 - 19,3 p.100)	17 (100 p.100; 80,7 - 100 p.100)	80 p.100	80 p.100	Normale.
0,02 p.100	Sakay	45	13 (29 p.100; 16,4 - 44,2 p.100)	45 (100 p.100; 92,1 - 100 p.100)	70 p.100	90 p.100	Normale
0,02 p.100	abattoir	37	26 (70 p.100; 53,1 - 84,1 p.100)	0 (0 p.100; 0 - 9,5 p.100)	-	-	-
0,0125 p.100	abattoir	12	7 (58 p.100; 29,4 - 84,6 p.100)	0 (0 p.100; 0 - 26,1 p.100)	-	-	-
0,005 p.100	abattoir	26	15 (58 p.100; 44,3 - 76,5 p.100)	7 (27 p.100; 11,6 - 47,5 p.100)	< 10 p.100	70 p.100	Normale
0,001 p.100	abattoir	38	12 (32 p.100; 17,6 - 48,5 p.100)	30 (79 p.100; 62,7 - 90,5 p.100)	50 p.100	90 p.100	Normale
0,0004 p.100	abattoir	30	14 (47 p.100; 28,4 - 65,6 p.100)	30 (100 p.100; 88,4 - 100 p.100)	80 p.100	> 90 p.100	Normale
<u>Dieldrine</u>							
0,05 p.100	Sakay	14	1 (7 p.100; 0,2 - 33,3 p.100)	14 (100 p.100; 77,2 - 100 p.100)	90 p.100	> 90 p.100	Normale
0,05 p.100	abattoir	20	5 (25 p.100; 8,7 - 49,1 p.100)	0 (0 p.100; 0 - 16,8 p.100)	-	-	-
<u>Toxaphène</u>							
0,25 p.100	Sakay	17	2 (12 p.100; 1,4 - 35,9 p.100)	17 (100 p.100; 80,7 - 100 p.100)	80 p.100	80 p.100	La plupart des larves à mouvements incoordonnés et faibles dès l'éclosion, mais vivantes après un mois.
0,25 p.100	abattoir	20	6 (30 p.100; 11,9 - 54,3 p.100)	10 (50 p.100; 27,2 - 72,8 p.100)	10 p.100	70 p.100	Toutes les larves à mouvements incoordonnés et faibles dès l'éclosion et plus de la moitié mortes après un mois.
<u>Endrine</u>							
0,1 p.100	Sakay	9	0 (0 p.100; 0 - 33,6 p.100)	9 (100 p.100; 66,4 - 100 p.100)	100 p.100	100 p.100	Normale
0,1 p.100	abattoir	8	0 (0 p.100; 0 - 36,9 p.100)	0 (0 p.100; 0 - 36,9 p.100)	-	-	-

N = nombre de tiques - I = nombre de tiques immobiles (probablement mortes après 20 jours) - P = nombre de tiques ayant pondu après 20 jours - Q = quantité totale des oeufs du lot - E = éclosion - V = viabilité des larves -

Tableau n° III

PRODUITS	SOUCHE	N	I	P	Q	E	V
<u>D.D.T.</u>							
0,5 p.100	Sakay.	9	1 (11 p.100; 0,3 - 48,3 p.100)	3 (33 p.100; 7,5 - 70,1 p.100)	< 10 p.100	0 p.100	-
0,5 p.100	abattoir	8	7 (88 p.100; 47,3 - 99,7 p.100)	0 (0 p.100; 0 - 36,9 p.100)	-	-	-
0,1 p.100	Sakay.	10	6 (60 p.100; 26,2 - 87,8 p.100)	10 (100 p.100; 69,2 - 100 p.100)	50 p.100	50 p.100	Larves à mouvements incoordonnés et faibles dès l'éclosion et la plupart mortes en deux semaines.
0,1 p.100	abattoir	10	9 (90 p.100; 55,5 - 99,7 p.100)	10 (100 p.100; 69,2 - 100 p.100)	80 p.100	60 p.100	Larves à mouvements incoordonnés et faibles dès l'éclosion et la plupart mortes en trois semaines.
<u>Malathion</u>							
0,5 p.100	Sakay	14	14 (100 p.100; 77,2 - 100 p.100)	2 (14 p.100; 1,8 - 41,9 p.100)	< 10 p.100	0 p.100	-
0,5 p.100	abattoir	14	8 (57 p.100; 31,3 - 82 p.100)	2 (14 p.100; 1,8 - 41,9 p.100)	< 10 p.100	0 p.100	-
<u>Sevin</u>							
0,075 p.100	Sakay	19	11 (58 p.100; 34,3 - 79,6 p.100)	1 (5 p.100; 0,1 - 25,9 p.100)	< 10 p.100	0 p.100	-
0,075 p.100	abattoir	25	20 (80 p.100; 59,5 - 93,2 p.100)	10 (40 p.100; 21,3 - 60,9 p.100)	10 p.100	50 p.100	La plupart des larves mortes en un mois.
<u>Polychloro-camphane.</u>							
0,275 p.100	Sakay	20	16 (80 p.100; 56,3 - 94,3 p.100)	1 (5 p.100; 0,1 - 24,9 p.100)	< 10 p.100	0 p.100	-
0,275 p.100	abattoir	20	11 (55 p.100; 31,5 - 76,9 p.100)	0 (0 p.100; 0 - 16,8 p.100)	-	-	-
<u>Arsenic</u>							
0,126 p.100	Sakay	17	3 (18 p.100; 3,8 - 42,7 p.100)	15 (88 p.100; 64,1 - 98,6 p.100)	40 p.100	0 p.100	-
0,126 p.100	abattoir	18	17 (94 p.100; 72,9 - 99,9 p.100)	1 (6 p.100; 0,1 - 27,1 p.100)	< 10 p.100	0 p.100	-
0,084 p.100	abattoir	10	6 (60 p.100; 26,2 - 87,8 p.100)	2 (20 p.100; 2,5 - 55,6 p.100)	10 p.100	0 p.100	-
0,036 p.100	Sakay	20	3 (15 p.100; 3,2 - 37,9 p.100)	20 (100 p.100; 83,2 - 100 p.100)	80 p.100	20 p.100	Normale
0,036 p.100	abattoir	20	3 (15 p.100; 3,2 - 37,9 p.100)	20 (100 p.100; 83,2 - 100 p.100)	80 p.100	20 p.100	Normale

N = nombre de tiques - I = nombre de tiques immobiles (probablement mortes après 20 jours) - P = nombre de tiques ayant perdu après 20 jours - Q = quantité totale des œufs du lot. - E = éclosion - V = viabilité des larves.

Endrine.

Il y a une différence significative entre les deux souches dans la ponte, mais non dans la mortalité. La souche Sakay ne semblait pas du tout influencée par 0,1 p. 100 d'endrine.

Toxaphène.

Il y a une différence significative entre les deux souches dans la ponte, mais non dans la mortalité. La résistance au toxaphène semble toutefois moins grande qu'à la Dieldrine et à l'endrine, parce que la plupart des descendants des femelles de la souche résistante présentaient, dès l'éclosion, des mouvements incoordonnés et, en même temps, la différence dans la ponte entre les deux souches était moins grande que celle trouvée dans les tests à la dieldrine et à l'endrine.

Arsenic.

La souche Sakay semble posséder une certaine résistance à l'arsenic. Il y a des différences significatives avec la souche de l'abattoir dans la mortalité et la ponte à la concentration de 0,126 p. 100 de As_2O_3 . Le nombre de femelles qui ne pondent pas est même significativement plus élevé dans la souche de l'abattoir à 0,084 p. 100 que dans la souche Sakay à 0,126 p. 100. Toutefois, la résistance n'est pas grande, parce que les œufs ne sont pas viables, à 0,126 p. 100, et le pourcentage d'éclosion à 0,036 p. 100 est peu élevé et égal pour les deux souches. OMER-COOPER et Whitnall (1945) signalent que 95 p. 100 de femelles gorgées d'une souche de *B. decoloratus*, résistante à l'arsenic, pondaient après traitement à 0,16 p. 100 (As_2O_3), et que 76 p. 100 pondaient des œufs viables ; même à une concentration de 64 p. 100, 35 p. 100 des tiques pondaient des œufs viables. La résistance de la souche Sakay est donc, en comparaison, assez minime.

Il est possible que la faible résistance de la souche Sakay à l'arsenic ne soit pas une résistance spécifique et que le détiqage régulier à l'H. C. H. ait causé une sélection des souches les plus vigoureuses, phénomène connu chez les insectes (comme l'ont mentionné MOOREFIELD, 1960, et DOBY et FRITEAU, 1960). Il est d'ailleurs également connu, dans le domaine des insectes, qu'une résistance à un insecticide donné peut amener une résistance, quelquefois plus forte

encore, à divers insecticides d'autres groupes classiques de résistance croisée (comme l'a décrit MELTZER, 1956 et 1958).

D'autres essais seront nécessaires pour confirmer la légère résistance à l'arsenic et évaluer son importance. Même en se basant sur les limites de confiance des pourcentages, ce test limité n'est pas obligatoirement concluant, étant donné qu'on travaille sur un matériel biologique, où divers facteurs incontrôlables, autres que l'ixodicide, peuvent intervenir.

Signalons encore que l'arsenic n'a jamais été utilisé à la ferme du B. D. P. A., mais qu'il existe, à 15 km de là, un Centre de recherches zootechniques qui utilise depuis 1928 le bain arsenical pour le détiqage ; jusqu'ici aucun signe de résistance à l'arsenic n'y a été constaté, ni ailleurs à Madagascar.

DISCUSSION GÉNÉRALE

D'une façon générale, nos résultats sont conformes à ceux obtenus par d'autres auteurs sur les tiques du genre *Boophilus*.

La résistance à l'H. C. H. a amené une résistance croisée à d'autres insecticides du groupe des hydrocarbures chlorés, *in casu* la Dieldrine, l'endrine et le toxaphène ; aucun des trois produits n'a jamais été employé au B. D. P. A. Il ne semble pas y avoir de résistance croisée au D. D. T., au Sevin et au Malathion, et seulement une faible résistance à l'arsenic, qui reste à être confirmée. Enfin, la résistance à l'H. C. H. ne semble pas avoir amené une résistance au polychlorocamphane.

Plusieurs auteurs (que nous n'énumérons pas ici) signalent la résistance croisée chez *B. de coloratus* et *B. microplus* entre des insecticides du groupe des hydrocarbures chlorés : H. C. H., Dieldrine, toxaphène, aldrine, chlordane, auxquels nous pouvons ajouter l'endrine. D'une façon générale, les auteurs sont également d'accord sur le fait qu'une résistance à l'H. C. H. et autres hydrocarbures chlorés n'amène pas nécessairement une résistance croisée au D. D. T. (et analogues, tel le Dilan), aux organophosphorés, à l'arsenic et au Sevin, et vice-versa, bien qu'une résistance combinée à différents groupes d'ixodicides puisse se développer indépendamment. Seul FIEDLER croit avoir trouvé

chez les larves résistantes à l'H. C. H., une faible résistance croisée (rapport des temps jusqu'au « knock-down » de 2 fois 1/2) à un insecticide du groupe des organo-phosphorés (le parathion); mais il ne signale pas si la différence avec la souche normale est statistiquement significative ou non et ne donne que la moyenne de 4 épreuves sur chaque souche, sans indiquer l'écart-type, ni les extrêmes; il est donc difficile de juger de l'importance de cette trouvaille isolée.

Au début, les auteurs sud-africains avaient tendance à croire que la résistance à l'H. C. H. était toujours associée à une résistance à l'arsenic, puisqu'ils ne la trouvaient que parmi les populations de tiques résistantes à l'arsenic (Whitnall et Coll. 1949 et 1952). Mais, comme le montrent les travaux de BEKKER (1953) et Whitehead (1958) qui trouvaient des souches de *B. decoloratus* résistantes à l'H. C. H. mais sensibles à l'arsenic, ces résistances ne sont pas nécessairement combinées. Nous ne pouvons pas encore nous prononcer sur la signification de la faible résistance à l'arsenic qui semble exister chez la souche Sakay.

Une observation accidentelle, dont la mention nous semble intéressante, tient dans le fait, signalé ci-dessus, que la souche résistante s'est montrée capable de transmettre *B. argentine*. Certes, il serait étonnant qu'il en soit autrement, mais les preuves expérimentales du pouvoir vecteur de tiques résistantes semblent rares ou non existantes.

L'H. C. H. doit être remplacé aux fermes du B. D. P. A. par un autre ixodicide, d'autant plus que la souche résistante s'est actuellement répandue dans plusieurs fermes de la région, comme en témoignent les plaintes des fermiers. Etant donné la résistance croisée avec d'autres hydrocarbures chlorés, nous pouvons exclure le toxaphène, la dieldrine, etc... Le D. D. T.

pourrait être utilisé, mais, dans d'autres pays, notamment l'Afrique du Sud et l'Australie, il y a déjà plusieurs exemples de résistance des *Boophilus* au D. D. T.; aussi nous préférons des produits contre lesquels le développement de résistance des tiques n'est pas encore connu. Puisqu'il est souvent difficile de faire observer les précautions à prendre lors de l'usage de produits dangereux, il est très important que l'ixodicide soit peu toxique; nous sommes opposés à l'emploi de produits dangereux par les éleveurs, même dans les pays où l'élevage est plus évolué qu'à Madagascar. En plus, il doit être actif contre *Amblyomma variegatum*, la seule autre tique importante du bétail dans le pays, et qui est le vecteur de la heart water à Madagascar, maladie existant dans la Sakay.

Nos recherches se portent actuellement surtout sur le Sevin, peu toxique et dont les premiers effets, tant sur le terrain qu'*in vitro*, sont encourageants; la bibliographie est également prometteuse. Des expériences avec le Malathion, un des moins toxiques des organo-phosphorés, sont également en cours. Nous espérons également pouvoir tester le polychlorocamphane, sur lequel nous ne possédons d'ailleurs presque aucune donnée, mais qui semble également peu toxique (SERRES, 1953). Enfin, l'association de différents ixodicides pourrait être tentée.

Comme nous l'a suggéré notre confrère, le Docteur H. SERRES, il serait aussi très souhaitable de pouvoir incorporer à l'ixodicide un produit actif contre la streptothricose cutanée, maladie très importante des bovins de plusieurs régions du pays, ou, mieux, de trouver un ixodicide qui pourrait, lui-même, empêcher le développement de cette maladie.

Laboratoire central de l'élevage
« Joseph Carougeau » à Tananarive
Service d'entomo-pratozoologie

SUMMARY

Resistance to hexachlorocyclohexan of a *Boophilus Microplus* (Canestrini) strain in Madagascar
Preliminary trails on the sensitivity of a few other ixodicides

Trails « in vitro » with engorged females and non-fed larvae of a *Boophilus microplus* strain in Madagascar have shown resistance to H. C. H. This resistance brought about a crossed resistance to Dieldrin with toxaphene, and to endrin; slight resistance to arsenic which this strain also seems

to possess has still to be proven by further trials. This tick population seems to be as sensitive to D. D. T., malathion, Sevin and polychlorocamphane as ticks, from other regions, which are not resistant to H. C. H. The resistant strain proves to be capable of transmitting *Babesia argentina*.

RESUMEN

Resistencia al hexaclorociclohexano de una estirpe de la Garrapata *Boophilus Microplus* (Canestrini), de Madagascar. Ensayos preliminares sobre su sensibilidad a algunos otros ixodicidas

Las pruebas *in vitro*, sobre hembras saciadas y larvas en ayuno, han servido para demostrar una fuerte resistencia al H. C. H. en la estirpe de *Boophilus microplus*, de Madagascar. Esta resistencia ha dado lugar a una resistencia cruzada a la Dieldrina al toxafeno y a la endrina. Una resistencia reducida al arsénico, que parece igualmente existir en esta estirpe, queda aún por ser confirmada por otras pruebas. Esta población de garrapatas parece también ser sensible al D. D. T., al malathion, al Sevin y al policlorocanfano, del mismo modo que las demás garrapatas de otras regiones, no resistentes al H. C. H. La estirpe resistente ha demostrado su capacidad para transmitir *Babesia argentina*.

BIBLIOGRAPHIE

- BEKKER (P. M.). — **A blue tick resistant to B. H. C., but not to arsenic.** *Farming in South Africa*, 1953, **28** : 119-20 et 136.
- DOBY (J. M.), FRITEAU (M.). — **Etude de la résistance croisée D. D. T. — Lindane acquise en laboratoire par une souche d'*Aedes aegypti*.** *Bull. Soc. Path. exot.*, 1960, **53** : 557-63.
- FIEDLER (O. G. H.). — **The lethal effect of some insecticides on the B. H. C. — resistant blue tick, *Boophilus decoloratus* Koch.** *Onderstepoort. J. Vet. Res.*, 1952, **25**, 65-7.
- HITCHCOCK (L. F.). — **Resistance of cattle tick (*Boophilus microplus* (Canestrini)) to benzene hexachloride.** *Austr. J. agric. Resear.*, 1953, **4** : 360-64.
- LAMOTTE (M.). — **Initiation aux méthodes statistiques en biologie.** 144 pages. Masson et Cie, Editeurs, Paris, 1957.
- MELTZER (J.). — **Multiresistentie bij de Kamervlieg, *Musca domestica* L. opgewekt door selectie met insecticiden.** *Mededeelingen van de Landbouwhogeschool en van de Opzoekingsstations van de Staat te Gent*, 1956, **21** : 459-82.
- MELTZER (J.). — **Unspecific resistance mechanisms in the house fly, *Musca domestica* L.** *Ind. J. Malarology*, 1958, **12** : 579-88.
- MOOREFIELD (H. H.). — **Insect resistance to the carbamate insecticides.** *Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America*, 1960, **2**, 145-52.
- OMER-COOPER (J.), WHITNALL (A. B. M.). — **An arsenic resistant tick.** *Nature*, 1945, **156** : 450-1.
- SERRES (A.). — **Le terpinéol et son association au polychloro-camphane (PCC) dans la désinfection en médecine vétérinaire.** Thèse. 67 pages, 1953 (voir pp. 25-28). Imprimerie Ouvrière, Toulouse.
- WHITEHEAD (G. B.). — **Acaricide resistance in the blue tick, *Boophilus decoloratus* (Koch). Part I.** *Bull. ent. Res.*, 1958, **49** : 661-73.
- WHITNALL (A. B. M.), BRADFORD (B.), MC-HARDY (W.), WHITEHEAD (G. B.) et MEERHOLZ (F.). **A benzene hexachloride-resistant tick.** *South African J. of Science*, 1949, **45**, 113-4.
- WHITNALL (A. B. M.), THORBURN (J. A.), MC HARDY (W. M.), WHITEHEAD (G. B.) et MEERHOLZ (F.). — **A. B. H. C. — resistant tick.** *Bull. Ent. Research.*, 1952, **43**, 51-65.
- WHITNALL (A. B. M.), THORBURN (J. A.), WHITEHEAD (G. B.), MC HARDY (W. M.) et MEERHOLZ (F.). — **A tick resistant to *y*-benzene hexachloride.** *Nature*, 1949, **164** : 956-7.

Existence de *Ornithodoros porcinus* Walton, 1962 (*Argasidae*) à Madagascar

par G. UILENBERG

WALTON (1962) a montré, par des études morphologiques et biologiques que les tiques, appelées jusqu'alors *Ornithodoros moubata* (Murray, 1877), appartiennent en réalité à quatre espèces différentes : *O. moubata*, *O. compactus*, *O. apertus* et *O. porcinus*, la dernière ayant deux sous-espèces : *O. p. porcinus* et *O. p. domesticus*.

Sa publication nous a incité à comparer des *O. moubata* de Madagascar aux espèces nouvellement décrites.

O. moubata, ainsi que la fièvre récurrente humaine dont il est le vecteur est connu depuis longtemps dans ce pays. Déjà DRURY, au début du XVIII^e siècle, a parlé de la maladie et des tiques d'une façon convaincante (voir LAMOUREUX, 1913). Les spirochètes ont été trouvés pour la première fois, dans le sang d'une fillette malade, par THÉZÉ (1911). La tique a été identifiée comme *O. moubata* par CHATTON et ROUBAUD (LAMOUREUX, 1913). POISSON (1931) donne sa répartition comme limitée à l'ouest du pays : « ... dont l'aire de dispersion s'étend en longueur de Morondava à Majunga, mais ne dépasse pas à l'est la falaise archéenne qui forme la bordure occidentale des Hauts Plateaux. » Toutefois, la tique est signalée en 1949 par le Service de Santé et par notre confrère le Dr E. BABEL dans plusieurs villages du canton de Mahasolo, au centre du pays, dans la province de Tananarive (communication personnelle). Nous avons pu la retrouver à Mahasolo en février 1962, et l'avons alors déterminée comme *O. moubata*.

Pour la comparaison avec les espèces de WALTON, nous disposons de 10 mâles et 5 femelles récoltés en 1962 à Mahasolo dans une porcherie, d'une femelle trouvée dans la collec-

tion du laboratoire, sans aucun renseignement, et de 4 mâles et une femelle, également dans la collection du laboratoire, en provenance de Maintirano (côte ouest), en 1948, étiquetés *O. moubata*, sans autres renseignements. En plus, nous avons un mâle et 5 femelles d'une souche de *O. moubata*, entretenue à la Faculté vétérinaire d'Utrecht, Pays-Bas.

Les comparaisons morphologiques ont donné les résultats suivants : Toutes les tiques malgaches appartiennent à l'espèce *O. porcinus*, comme en témoignent les caractères suivants :

Les *mammillae* postérieures sont nettement plus grandes que les antérieures. Le corps est plus large à l'arrière du sillon dorso-ventral. Les soies frontales ne sont pas abondantes. La base du *capitulum* porte des bosses antéro-latérales bien développées. Sur les femelles, la région entre le *capitulum* et la vulve est longue et possède des *mammillae*. Sur 6 mâles il n'y avait qu'une *microseta* unilatérale derrière l'opercule génital ; sur 3 il n'y en avait pas du tout et sur 5 seulement il y avait une *microseta* des deux côtés.

Les tiques se rapprochent de la sous-espèce *O. p. domesticus* par les caractères suivants :

Les soies frontales atteignent sur le bord latéral le trochanter II ou le dépassent. Les soies posthypostomales ont au moins 2/3 de la longueur de l'hypostome (seules deux femelles avaient une soie ayant environ la moitié de la longueur de l'hypostome, l'autre soie étant plus longue, et sur un mâle les deux soies avaient environ la moitié de l'hypostome ; par contre, les soies étaient sur deux mâles aussi longues que l'hypostome). L'apex des chélicères est délicat, et les dents mobiles sont petites. Les trochanters ont tous une constriction subapicale. L'organe de HALLER est petit. Il existe, sur les femelles, une dépression subrectangulaire entre la région

capitulo-vulvaire et le *labium* antérieur de la vulve ; cette dépression porte des élévations irrégulières longitudinales. Le pli postérieur de la vulve délimite une région semi-circulaire et non triangulaire. Les mâles ne sont pas remarquablement grands (4,4—6,3 × 3,2—4,8 mm ; en moyenne (14 mâles) 5,6 × 4,2 mm).

Par contre, les caractères suivants se rapprochent de ceux de la sous-espèce *O. p. porcinus* :

Il n'y a qu'une soie latérale apicale du fémur. Les tarses des pattes I sont longs, les bosses dorsales ne sont pas grandes et sont séparées par plus de la largeur d'une bosse (sur une seule femelle et un seul mâle les bosses d'un tarse I étaient séparées par la largeur d'une bosse, mais sur l'autre tarse la distance entre les bosses était plus grande ; sur un autre mâle un des tarses I était très raccourci et malformé, sans bosse dorsale au milieu, l'autre tarse étant normal).

La taille des femelles était de 6,4—11,4 × 4,3—8,3 mm ; en moyenne (7 femelles) de 8,6 × 6,5 mm (WALTON indique pour *O. p. domesticus* 6,7—9 × 4,0—6,7 et pour *O. p. porcinus* 6,8—16 × 4,5—11 mm). Le nombre de stries sur le *labium* antérieur de la vulve était, en moyenne, d'environ 20, sur le *labium* postérieur d'environ 25. Donc un peu plus que ce qu'indique WALTON pour *O. p. domesticus* (respectivement 17 et 20), mais bien moins qu'il ne le décrit pour *O. p. porcinus* (respectivement 35 et 40).

Le seul caractère examiné qui ne correspond pas à l'espèce *O. porcinus* est l'existence d'une bosse dorsale apicale sur le métatarse I. WALTON écrit que l'apex du métatarse I de *O. p. domesticus* peut être quelquefois gonflé, mais sans qu'une bosse distincte soit formée. Or, sur toutes nos femelles et 11 des 14 mâles, il y avait une bosse dorsale apicale, bien que moins grande que sur *O. moubata* (sensu WALTON).

Par contre, les tiques d'Utrecht correspondent entièrement à la description de *O. moubata* (sensu WALTON). Elles nous ont considérablement facilité la comparaison et les différences avec les tiques malgaches sont frappantes et faciles à observer grâce aux indications WALTON.

Nous n'avons pratiquement pas de données concernant la biologie des tiques malgaches. Nous les avons élevées pendant 6 mois au labo-

ratoire, ce qui a été difficile. Elles ne se nourrissaient pas très bien sur lapin, un peu mieux sur porcelet, et nous avons l'impression que les cobayes convenaient mieux. La résistance au jeûne ne semblait pas grande. Il semble que les larves ne muaient que quelques jours après l'éclosion.

Ajoutons que nous n'avons pas trouvé de *Borrelia* dans le sang des hôtes après les repas des tiques.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Des *Ornithodoros* malgaches, identifiés auparavant comme *O. moubata*, appartiennent à l'espèce *O. porcinus*, nouvellement créée par WALTON. La plupart des caractères morphologiques les rapprochent de la sous-espèce *O. p. domesticus*, mais ces tiques possèdent également quelques caractères de *O. p. porcinus*. L'existence d'une bosse dorsale apicale sur les métatarses I sur les femelles et la plupart des mâles, est le seul caractère qui ne corresponde pas à *O. porcinus*, mais pourrait être un développement dû à l'isolement géographique, à partir de *O. p. domesticus*, qui, d'après WALTON, a quelquefois l'apex des métatarses gonflé. Nous considérons provisoirement ces tiques malgaches comme une variété de la sous-espèce *O. p. domesticus* possédant quelques caractères de l'autre sous-espèce, peut-être par suite de croisements entre les deux, avant ou après l'introduction des tiques à Madagascar. Il est possible qu'il soit justifié de créer pour les tiques malgaches une autre sous-espèce de *O. porcinus*, mais pour cela des comparaisons directes avec des spécimens des deux sous-espèces de WALTON seront nécessaires. Il paraît certain de toute façon que les tiques ont été importées d'Afrique. (Notons que le nom local (« Kongon Morima » ou « Kongomorimo ») signifierait, d'après SULDEY (1916), « punaise des Makoas », les Makoas étant une population originaire de la côte orientale d'Afrique.)

Les tiques de Mahasolo ont été récoltées dans une porcherie. Quelques habitations humaines examinées ont donné des résultats négatifs. En 1949, la tique dans le canton de Mahasolo a également été signalée surtout, ou exclusivement, dans des porcheries. Dans ce contexte,

il est intéressant de noter que nos confrères G. BÜCK et H. POISSON ont, en 1934, identifié (identification non publiée) comme *O. moubata*, des tiques trouvées sur des porcs dans le district de Antsalova, au sud de Maintirano, sur la côte ouest, région dans laquelle la fièvre récurrente humaine a été signalée ; la maladie humaine ne semble pas, au contraire être connue dans la région de Mahasolo. Il serait intéressant de savoir si les *Ornithodoros*, associés à la fièvre récurrente de la côte ouest de Madagascar, appartiennent à la même espèce que ceux trouvés dans les porcheries. (Notons toutefois que NÉEL, PAYET et GONNET (1949) signalent que la preuve expérimentale de la transmission des spirochètes par les *Ornithodoros* n'a pas été faite à Madagascar. Les données épidémiologiques font supposer, en tous cas, le rôle des tiques. Le comportement du spirochète vis-à-vis des animaux de laboratoire semble

le rapprocher du groupe *duttoni*, avec quelques différences toutefois (NÉEL et PAYET, 1950.) Malheureusement, il semble qu'aucun organisme scientifique à Tananarive ne possède une collection d'*Ornithodoros* trouvés dans des habitations humaines de la zone endémique. La maladie semble d'ailleurs avoir perdu de son importance à Madagascar et ne pas avoir été signalée depuis quelques années, d'après le Dr E. BRYGOO de l'Institut Pasteur de Tananarive (communication personnelle). *O. porcinus* existe de toute façon dans la région endémique, parce que les 4 mâles et la femelle, trouvés dans la collection de notre laboratoire, récoltés en 1948 à Maintirano, ont les mêmes caractères morphologiques que les tiques de Mahasolo.

Laboratoire central de l'Élevage,
Tananarive (République Malgache)
Service d'entomo-protozoologie.

SUMMARY

Existence of *Ornithodoros Porcinus* Walton 1962 (*Argasidae*) in Madagascar

The Madagascan *Ornithodoros*, previously identified as *O. moubata* (Murray-1877), is now proven to be the *O. porcinus* Walton, 1962 species. These ticks most resemble the sub-species, *O. p. domesticus* but also have some characteristics of *O. p. porcinus*. In the central part of the country they are chiefly found in pig-sties.

RESUMEN

Existencia de *Ornithodoros porcinus* Walton 1962 (*Argasidae*) en Madagascar

Los *Ornithodoros* de Madagascar, identificados hasta la fecha como *O. moubata* (Murray-1877) pertenecen a la especie *O. porcinus* Walton, 1962. Estas garrapatas se aproximan lo más posible de la subespecie *O. p. domesticus*, pero también presentan algunas características de *O. p. porcinus*. Por lo menos por lo que respecta al centro del país, parecen desarrollarse principalmente en las porquerizas.

BIBLIOGRAPHIE

- LAMOUREUX (A.). — Présence d'*Ornithodoros moubata* dans un foyer de fièvre récurrente à la côte ouest de Madagascar. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1913, 6 (3) : 146-9.
- NÉEL (R.) et PAYET (M.). — La fièvre récurrente à tiques de Madagascar. Sensibilité des animaux de laboratoire. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1950, 43 (3-4) : 186-95.
- NÉEL (R.), PAYET (M.) et GONNET (C.). — La fièvre récurrente à tiques de Madagascar. Historique. Etat actuel de la question. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1949, 42 (7-8) : 384-92.
- POISSON (H.). — Les maladies parasitaires à Madagascar. *Revue scientifique illustrée*, 1931, 69 (8) : 230-7.

- SULDEY (E. W.). — **La fièvre récurrente malgache. Origine. Mode de propagation. Extension.** *Bull. Soc. Path. exot.*, 1916, 9 (9) : 688-93.
- THEZE (J.). — **Un cas de fièvre récurrente observé à Madagascar.** *Bull. Soc. Path. exot.*, 1911, 4 (8) : 509-10.
- WALTON (G. A.). — **The *Ornithodoros moubata* superspecies problem in relation to human relapsing fever epidemiology.** Aspects of Disease Transmission by Ticks, Symposia of the Zoological Society of London, No. 6, Londres, 1962. p. 83-156.

Recherches sur les facteurs nécessaires à la culture « in vitro » de *Trypanosoma evansi* *

par J. BALIS

Les premières cultures de trypanosomes pathogènes de mammifères en particulier de *T. brucei*, ont été réalisées en 1903 par NOVY et MAC NEAL.

Le milieu employé appelé N N était constitué de gélose nutritive peptonée à 1 ou 3 % à laquelle on incorporait du sang défibriné à raison de 1 à 2 fois son volume.

Les flagellés se développaient dans le liquide de condensation.

Ce milieu fut simplifié par NICOLLE en 1908, qui en supprimait la peptone et incorporait à la gélose un tiers ou un quart de son volume de sang défibriné de lapin (milieu N N N).

Par la suite, d'autres types de milieux furent mis au point par différents auteurs, qui insistèrent sur les rôles très importants du glucose et du sang. Citons les milieux de PONSELLE (1924), BRUTSAERT et HENRARD (1936), PACKANIAN (1959) et WEINMAN (1960).

Malheureusement, il semble qu'aucun ne permette une culture parfaite et abondante des trypanosomes pathogènes.

Les flagellés obtenus présentent les mêmes caractères que ceux trouvés dans le tube digestif de la glossine.

D'une façon générale, les auteurs sont d'accord pour affirmer que les trypanosomes de culture des groupes *brucei* et *congolense*, ne sont pas pathogènes. Cependant BRUTSAERT et HENRARD (1936), déclarent avoir pu infecter 2 chèvres avec un *T. congolense* en culture depuis 156 jours ; WEINMAN (1960) aurait pu rendre

virulente une souche de *T. rhodesiense* par addition de tréhalose au milieu. Mais plusieurs auteurs (FULTON 1960, LEHMAN 1961) n'ont jamais pu reproduire cette expérience. BOWMAN, VON BRAND et TOBIE (1960) ont même montré que *T. rhodesiense* était incapable d'utiliser le tréhalose.

Tous les trypanosomes pathogènes ne cultivent pas avec la même facilité. Ceux du groupe *brucei* sont les moins exigeants, à condition toutefois d'effectuer de temps en temps un passage par la glossine, car une souche entretenue trop longtemps sur l'animal perd toute faculté de croître, à la fois *in vitro* et chez l'insecte.

La culture de *T. congolense* est plus difficile mais a cependant été réalisée par plusieurs auteurs (REICHENOW 1934, 1936, 1937, BRUTSAERT et HENRARD 1936, TOBIE 1958, VON BRAND et TOBIE 1959, FULTON 1960, LEHMAN 1961).

Enfin, *T. evansi*, *T. vivax* et *T. equiperdum* ne se développent pas sur milieux inertes et on observe tout au plus une survie de 2 à 3 jours.

Il est surtout intéressant de pouvoir cultiver les trypanosomes sous leur forme pathogène ; d'après LWOFF (1940), ce caractère va presque toujours de pair avec une diminution du pouvoir de synthèse. C'est également ce qu'a constaté KRIGJSMAN (1936) à propos de *T. evansi*. Ce dernier ne possède, en effet, ni pepsine, ni trypsine, ni lipase et ne peut former des réserves de glycogène par manque de carbohydrases. Il est un gros consommateur de glucose dont il tire une grande partie de l'énergie nécessaire à ses synthèses. Nous pouvons poser comme hypothèse qu'un milieu de culture permettant à un tel flagellé de se multiplier, sera également capable de conserver le pouvoir

(*) Nous avons écarté de notre exposé les méthodes de culture sur milieux vivants (cultures de tissus ou œufs embryonnés).

Rev. Elev. Méd. vét Pays trop. 1963, n° 2.

Reçu pour publication : Avril 1963.

pathogène d'autres trypanosomes moins exigeants et l'objet du présent travail est d'essayer de déterminer dans leurs grandes lignes, les groupes de facteurs nécessaires à la culture de *T. evansi*.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Notre souche de *T. evansi* a été obtenue en décembre 1960, à partir d'un âne de Fort-Lamy. Elle a été conservée par passages sur rats et cobayes.

Le principe de la méthode consiste à ensemencher le milieu à essayer avec du sang de rat fortement parasité ; dans les heures ou les jours qui suivent on compte le nombre de trypanosomes vivants par champ microscopique. Cette évaluation est évidemment assez grossière mais s'avère tout à fait suffisante et a le grand avantage de permettre un travail rapide. Dans certains cas elle a été complétée par une numération à l'hématimètre.

Dans une première série de travaux, la survie ne dépassant pas 24 heures, nous avons pu travailler sans précautions spéciales de stérilité grâce à l'emploi de pénicilline à raison de 2.000 UI par cm³ de milieu.

Par la suite la survie étant plus longue, nous avons été dans l'obligation de travailler stérilement.

Le milieu de base employé dans la première série de travaux a été le sang défibriné de cheval à raison de 2 ml par tube.

Dans un tel milieu *T. evansi* a en général disparu complètement au bout de 12 heures.

Par conséquent, toute substance additionnelle, permettant une survie nettement supérieure au témoin, pourra être considérée comme intéressante.

On ne tient compte dans chaque expérimentation que des résultats très nets. A titre d'exemple nous donnons un protocole sommaire dans lequel ont été expérimentés à la fois, le glucose, la glycérine et la vitamine C.

Chaque ensemble représente le contenu d'un tube à essais.

tube n° 1.

— 2 ml de sang de cheval + 5 gouttes de sang de rat parasité = S + s ;

tube n° 2.

S + s + Vit. C (1 mg) ;

tube n° 3.

S + s + Vit. C + 2 gouttes de glucose en solution à 25 p. 100 ;

tube n° 4.

S + s + Vit. C + 2 gouttes d'une dilution à 25 p. 100 de glycérine ;

tube n° 5.

S + s + glycérine ;

tube n° 6.

S + s + glucose.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Tableau n° 1

Nombre de trypanosomes vivants par champ					
tube n°	après 1 h	après 2 h	après 5h	après 8h	après 13h
1	50	48	2,4	0,6	0
2	55	49	3,8	1,2	0
3	60	50	32	43	11,6
4	40	39	5,6	1,6	4,2
5	40	39	10,4	6	3,8
6	70	60	41	55	9,2

Nous voyons en premier lieu par comparaison des tubes 1 et 6 que le glucose est favorable à la survie des trypanosomes.

On peut encore déduire (tubes 1 et 5) que la glycérine peut être métabolisée par *T. evansi* mais à un moindre degré que le glucose.

Enfin pour la vitamine C, les résultats ne sont pas significatifs. Il serait fastidieux pour la suite de notre exposé de détailler l'exécution des 25 protocoles qui se recoupent partiellement et portent sur 420 essais.

RÉSULTATS OBTENUS EN MILIEUX NON STÉRILES

Le milieu de base est constitué par du sang défibriné de cheval.

1) **Glucose** : c'est vraiment la principale source énergétique. Le sang circulant en contient environ 0,90 gr par l. mais *in vitro* la glycolyse est

très rapide et en l'espace de quelques heures il n'en persiste que des traces.

Une addition de glucose au sang permet une survie 3 à 4 fois plus longue ; la toxicité du glucose est pratiquement nulle puisqu'il faut atteindre des doses de 160 g par l pour supprimer toute survie.

La quantité optimum est comprise entre 10 et 20 g par l.

2) Glycérine : L'expérience montre que la glycérine peut être utilisée par *T. evansi* mais d'une façon moins importante que le glucose.

3) Vitamine C et B 12 : Nous n'avons pu mettre en évidence leur action. On ne décèle aucune différence notable quand on ajoute au milieu des doses entre 12 et 200 mg de vitamine C par l.

Le sang en contient normalement 10 à 15 mg par l. Si *T. evansi* utilise la vitamine C, il n'est donc pas un gros consommateur et dans ce cas la quantité contenue dans le sang est tout à fait suffisante.

Des doses de vitamine B 12 variant entre 1 et 20 gammas par ml n'ont eu aucune influence.

4) Apport azoté : Il est évident, mais dans les conditions de nos expériences le métabolisme des substances azotées est beaucoup moins important que celui du glucose.

Nous avons essayé la peptone Difco, l'autodigestat de pancréas, mais les meilleurs résultats nous ont été fournis par un autodigestat de poisson connu sous le nom de « Nuoc mam ». On est limité par sa très forte concentration en chlorure de sodium et on ne peut dépasser 20 ml de produit brut par l de milieu. Outre le sel marin, le « Nuoc mam » contient des acides aminés (BLASS et RICHARD, 1952).

5) Calcium : introduit sous forme de chlorure il semble avoir une influence favorable à condition de ne pas dépasser 0,50 g par l.

Nous avons essayé d'introduire le calcium sous forme de gluconate mais *T. evansi* s'est révélé absolument incapable de métaboliser un tel produit.

6) Influence du pH : il a une très grande importance, l'optimum se trouve aux environs de pH 7,5.

7) Oxygénation : Classiquement *T. evansi* est un organisme aérobique qui assimilerait l'oxygène grâce à l'hémoglobine dont la nécessité absolue

pour de nombreux flagellés a été mise en évidence par LWOFF (1940).

L'expérience nous a montré qu'il est beaucoup plus intéressant d'introduire l'hémoglobine sous forme de sang hémolysé que sous forme de sang ayant ses hématies intactes. Le dixième en volume du milieu est suffisant. Dans un milieu pratiquement dépourvu de sang la survie n'est que de 2 ou 3 heures.

Une aération constante du milieu n'est pas nécessaire. Les résultats ont été en effet identiques sur les tubes laissés au repos, agités périodiquement, ou dans lesquels on faisait barboter de l'air en permanence.

8) Pression osmotique : elle doit autant que possible se rapprocher de celle du sang, c'est-à-dire 6,7 atmosphères.

Nous avons pu constater, en utilisant des solutions de glucose de concentrations croissantes, que la survie est stable entre 6 et 10 atmosphères, qu'elle est faible à partir de 18, et qu'elle est supprimée à partir de 29 atmosphères. Par contre une forte hypotonie est rapidement mortelle, l'eau distillée est même un excellent stérilisant.

Ces différentes recherches nous ont amené à formuler le milieu de survie suivant :

Sang de cheval	20 ml
Liquoide Roche (solution à 1 p. 100) ..	2 ml
Eau distillée	180 ml

Hémolyse à la température du laboratoire pendant 1 heure.

Nuoc mam ordinaire :	4 ml
Phosphate bipotassique:	2 g
Glucose	4 g
Chlorure de calcium à 1 p. 100 :	2 ml

Ajuster si nécessaire à pH 7,5 avec une solution de phosphate monopotassique à 10 p. 100.

Filtration plusieurs fois sur papier.

Filtration sur Seitz et répartition.

RÉSULTATS OBTENUS EN MILIEUX STÉRILES

Le milieu précédemment mis au point a été essayé sous forme liquide et sous forme diphasique avec ou sans sérum.

Le tableau n° 2 résume cette expérimentation, 5 séries de 5 tubes ont été utilisées. Au départ de

l'expérience, le milieu liquide a été ensemencé en bloc puis réparti dans les tubes à essais des 5 séries. A l'examen direct on pouvait dénombrer 80 trypanosomes par champ.

Tableau n° 2

Série N°	Phase liquide	Phase solide	Nombre de trypanosomes par champ	
			Après 24 h	Après 48 h
1	milieu liquide	gélose physiologique à 2%	16	2
2	milieu liquide	gélose à 4% + milieu liquide	29	10
3	milieu liquide + 50% sérum de cheval	gélose à 4% + milieu liquide	53	16
4	milieu liquide		16	5
5	milieu liquide + sérum de cheval		29	20

Nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1) Les milieux diphasiques sont nettement supérieurs aux milieux liquides (comparaison entre la 2^e et 4^e série).

2) Le sérum de cheval apporte un facteur de croissance (comparaison entre les 2^e et 3^e séries d'une part, 4^e et 5^e séries d'autre part).

3) Le facteur de croissance contenu dans le sérum diffuse en assez grande quantité dans la gélose en l'espace de 48 heures et se trouve donc perdu pour les trypanosomes alors qu'en milieu liquide aucune diffusion n'est possible (comparaison des 3^e et 5^e série). Cette diffusibilité apparaît également par comparaison des séries 1 et 2 ; en effet, dans la série 1 le facteur de croissance, présent en faible quantité dans le milieu liquide, diffuse dans la gélose physiologique et se trouve donc en grande partie perdu pour les trypanosomes.

D'après KLIGER, GEIGER et COMAROFF (1930), au cours du métabolisme du glucose, les trypanosomes libèrent surtout de l'acide lactique à un taux qu'ils ne peuvent supporter. Il est donc

nécessaire de neutraliser cet acide en ajoutant un carbonate ou un tampon.

Nous avons expérimenté successivement le carbonate de calcium et un tampon constitué par un mélange de phosphates mono et dipotassique en proportions convenables de façon à obtenir pH 7,5.

Le carbonate de calcium, étant insoluble ne peut par lui-même faire monter le pH. Il améliore quelque peu la survie mais les meilleurs résultats sont obtenus avec le tampon phosphaté.

En dehors de l'effet tampon, les phosphates minéraux semblent participer par leur phosphore au métabolisme des glucides.

Il était intéressant de rechercher si le facteur sérique est thermolabile. Nous avons donc réalisé l'expérience suivante, résumée dans le tableau n° 3 : 3 séries de 3 tubes ont été utilisées et comme précédemment, le milieu a été ensemencé en bloc puis réparti dans les 3 séries. Pour plus de précision la numération des trypanosomes a été faite à l'hématimètre. Au départ de l'expérience nous avions 106.000 flagellés au mm³.

Tableau n° 3

Série N°	Phase liquide	Phase solide	Nombre de trypanosomes par m/m ³	
			Après 24 h	Après 48 h
1	milieu liquide		2.800	350
2	milieu liquide	gélose sérum de cheval	9.700	2.000
3	milieu liquide	gélose sérum de cheval chauffée à 80°	10.400	2.800

Les résultats après 24 et 48 heures font ressortir la supériorité manifeste du milieu diphasique au sérum sur le milieu liquide. De plus, on ne constate pas de grandes différences entre le sérum chauffé et non chauffé. Le facteur sérique est donc thermostable et il semble même que le chauffage à 80° qui coagule les protéines, améliore les résultats.

Le meilleur milieu empirique de survie pourrait donc être constitué comme suit :

— Phase liquide : milieu liquide précédemment décrit.

— Phase solide : gélose sérum de cheval coagulé.

Il est vraisemblable que le sérum d'autres espèces conviendrait et particulièrement le sérum de lapin qui dès 1908 était employé par NICOLLE.

CONCLUSION

Les résultats obtenus dans ce travail serviront de base à des recherches ultérieures. Nous avons vu qu'il existait au moins un facteur de croissance dans le sérum. Il est thermostable et diffuse assez rapidement dans la gélose.

D'autre part, les milieux diphasiques ont toujours une nette supériorité sur les milieux liquides, parce qu'ils permettent un renouvellement presque continu de ce facteur dans la phase liquide et une dilution des déchets dans la phase solide.

L'hémoglobine et l'azote organique sont nécessaires, mais les survies les plus remarquables sont obtenues quand on ajoute du glucose et des phosphates.

L'étude du métabolisme des hydrates de carbone chez les trypanosomes pathogènes doit logiquement conduire à des résultats très intéressants.

Laboratoire national de recherches
Vétérinaires de Farcha- (Rép. du Tchad)
Service d'entomologie

SUMMARY

Research on the factors necessary for the culture « in vitro » of *Trypanosoma evansi*

The study of the survival of *T. evansi* in conjunction with different substrates indicates the necessity for haemoglobin, nitrogen and glucose. An unidentified, thermostable serum factor is thought to play an important part.

RESUMEN

Investigaciones respecto a los factores necesarios para el cultivo « In vitro » de *Trypanosoma evansi*

El estudio de la supervivencia de *T. evansi* en relación con distintos substratos, hace resaltar la necesidad de la hemoglobina, de una aportación nitrogenada y de glucosa. Un factor sérico, no identificado y termoestable, desempeña en este caso un papel de importancia primordial.

BIBLIOGRAPHIE

- AGOSIN (M.), VON BRAND (T.). — Studies on the carbohydrate metabolism of *Trypanosoma congolense*. *Exper. Parasit.*, 1954, 3 : 517-24.
- BLASS (J.), RICHARD (C.). — Etude du Nuocmam par microchromatographie. *Ann. Inst. Pasteur*, 1952, 83 : 791-99.
- BOWMAN (I. B. R.), VON BRAND (T.) et TOBIE (E. J.). — The cultivation and metabolism of trypanosomes in the presence of trehalose with observations on trehalase in blood serum. *Exper. Parasit.*, 1960, 10 : 274-83.
- BRAND (T. V.), REGENDANZ (P.). — Ueber störungen des Kohlenhydrat, stoffwechsels bei der Trypanosomiasis des Kaninchen. *Biach. Zeitschr.*, 1931, 242 : 451-68.
- BRAND (T. V.). — Studien über den Kohlenhydratstoffwechsel parasitischer Protozoen — II Der Zuckerstoffwechsel der Trypanosomen. *Zeitschr. f. vergleich. Physiologie.*, 1933, 19 : 587-614.
- BRAND (T. V.), TOBIE (E.), MEHLAN (B.). — The influence of some sulphhydryl inhibitors and fluoroacetate on the oxygen consumption

- of some trypanosomes. *J. cell. comp. Physiol.*, 1950, **35** : 273-300.
- BRAND (T. V.), TOBIE (E. J.). — Observation on the metabolism of the culture form of « *Trypanosoma congolense* ». *J. Parasit.*, 1959, **45** : 204-208.
- BRUTSAERT (P.), HENRARD (C.). — La culture des trypanosomes pathogènes. *Ann. Soc. belge. Med. trop.*, 1936, **16** : 479.
- BRUTSAERT (P.), HENRARD (C.). — L'hémoculture comme moyen auxiliaire de diagnostic de la maladie du sommeil. *C. R. Soc. Biol.*, 1938, **127** : 1469.
- CANTRELL (W.). — The effect of oxaphenarsine on the phosphate metabolism of « *Trypanosoma equiperdum* » in the rat. *J. infect. Dis.*, 1954, **95** : 92-97.
- CHEN (G.), GEILING (E. M. K.). Glycolysis in « *Trypanosoma equiperdum* ». *Proceed. Soc. exper. Biol. méd.*, 1946., **63** : 486-87.
- FRENCH (M. H.). — Some disturbances of host's carbohydrate metabolism induced by *T. congolense* and *T. brucei*. *J. comp. Path. Therap.*, 1941, **51** (4) : 269.
- FULTON (J. D.). — Experiments on transformation of trypanosomes by desoxyribonucleic acid. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1960, **54** (4) : 296.
- GEIGY (R.), HUBER (M.). — Demonstration of trehalose in the vector of African trypanosomiasis : The Tsé tsé Fly. *Acta. trop.*, 1959, **16** : 255-62.
- HARVEY (S. C.). — Some effects of plasma and its fractions on *Trypanosoma hippicum*. *J. cell. comp. Physiol.*, 1950, **35** : 371-86.
- HENRARD (C.), PEEL (E.). — L'hémoculture moyen diagnostic de la trypanosomiase. *I. S. C. T. R.* (Anvers, 20-23 juin) *B. P. I. T. T.*, 1950, **191** : 254-6.
- HOPPE (J. O.), CHAPMAN (C. W.). — Role of glucose in acute parasitemic death of rat infected with « *Trypanosoma equiperdum* ». *J. Parasit.*, 1947, **33** : 509-16.
- KLIGLER (I. J.), GEIGER (A.), COMAROFF (R.). — Effect of the nature and composition of the substrate on the development and viability of trypanosomes. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1930, **24** : 329.
- KNIGHT (R. H.). — The biochemistry of trypanosomes. *I. S. C. T. R.*, 1960, **62** : 171.
- KRIIGSMAN (B. J.). — Vergleichend physiologische untersuchungen über den stoffwechsel von *Trypanosoma evansi* in Zusammenhang mit der Anpassung an das Wirtstier. *Zeitschr. F. vergleich. Physiol.*, 1936, **23** : 663.
- LAVERAN, MESNIL. — Trypanosomes et trypanosomiasis. Masson et Cie, éditeurs 1912.
- LEHMANN (D. L.). — Some culture differences between *Trypanosoma rhodesiense* and *T. brucei* in autoclaved diphasic media. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1960, **54**, (4).
- LEHMANN (D. L.). — Attempts at the selective cultivation of *Trypanosoma rhodesiense* *T. brucei* and *congolense*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1961, **155** (4) : 440.
- LWOFF (M.). — Recherches sur le pouvoir de synthèse des Flagellés trypanosomides. Collection des monographies de l'Institut Pasteur, Paris, Masson et Cie Editeurs 1940.
- MORACZEWSKI, KELSEY (F. E.). — Distribution and rate of metabolism of phosphorus compounds in *Trypanosoma equiperdum*. *J. infect. Dis.*, 1948, **82** : 45-51.
- MULVEY (P. F.). — The uptake and fate of radioactive elements in *Trypanosoma equiperdum*. *J. infect. Dis.*, 1960 : 155-59.
- NGUYEN — THI-LAU, RICHARD (C.). — Le poisson dans l'alimentation du Vietnamiens. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays. trop.*, 1959, **12** : 313-24.
- NOVY (F. G.), MAC NEAL (W. J.). — The cultivation of *T. brucei*. *J. Amer. vet. Med. ass.*, 1903, **45** : 1266.
- NOVY (F. G.), MAC NEAL (W. J.). — On the cultivation of *T. brucei*. *J. infect. Dis.*, 1904, **1** : 1-30.
- NOVY (F. G.), MAC NEAL (W. J.). — La culture de trypanosome du surra des Philippines. *J. Amer. vet. Med. Ass.*, 1904 : 1413.
- PACKCHANIAN (A.). — On the cultivation of *Trypanosoma brucei* « in vitro » *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 1959, **8**, 168-74.
- PONSELLE (A.). — Culture des Trypanosomes pathogènes. *C. R. Acad. Sci.*, 1924, 178:1219.
- REGENDANZ (P.). — Der Zuckerverbrauch der Trypanosomen (nach Versucher in « in vitro » bei 37 °) und seine Bedeutung für die pathologie der Trypanosomen infectionen *Zentralbl. f. bact. 1.*, 1930, **118** : 175-86.

- REICHENOW (E.). — Die Züchtung der pathogenen trypanosomen. *Arch. Sch. u. trop. Hyg.*, 1914, **38** : 292-302.
- REICHENOW (E.). — Comptes rendus du XXII^e Congrès International de Zoologie. Lisbonne 1937, sec. X : 1955-68.
- REICHENOW (E.). — Die bisherige erfahrungen mit der Dauerzüchtung africanischer pathogener trypanosomen. *Festschrift Bernhard nocht*, 1937 : 487-96.
- SCHERN (K.) ARTAGAVEYTIA — ALLENDE (R.). — Die glycoprive therapie der experimentellen trypanosomen infection mit anticoman. *Zeitschr. Immunitätsforsch.*, 1936, **89** : 484.
- TOBIE (E. J.), BRAND (T. Von) et MEHLMAN. — Cultural and physiological observations on *Trypanosoma rhodesiense*. *J. Parasit.*, 1950, **36** : 48-54.
- TOUBANGUI (M. A.), LOPE (M.) et YUTRIC. — The resistance and the blood sugar of animals infected with *trypanosoma evansi*. *Philippine. J. Sci.*, 1931, **44** : 93-107.
- WEINMAN (D.). — Cultivation of trypanosomes. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1957, **51** : 560-61.
- WEINMAN (D.). — Cultivation of the african sleeping sickness trypanosomes from the blood and cerebrospinal fluid of patients and suspects. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1960, **54** : 180-90.
- WEINMAN (D.). — Trehalose metabolism of trypanosomes. *Nature*, 1960, **186** : 166.
- ZELEDON (R.). — Comparative physiological studies on four species of hemoflagellates in cultures. Effect of carbohydrates and related substances and some amino compounds on the respiration. *J. Parasit.*, 1960, **46** (5) : 541-51.

Contribution à l'étude des *Tabanidae* (*Diptera*) d'Afrique Centrale

Les *Tabanidae* de la République Centrafricaine

par J. ITARD, P. FINELLE et A. RICKENBACH

Depuis l'installation en République Centrafricaine des Centres de recherches sur les trypanosomiasés animales de Bouar (1954), de Bambari (1960) et du Laboratoire d'entomologie médicale de l'O. R. S. T. O. M. à Bangui (1961), nous avons récolté, au cours de prospections entomologiques diverses, plus de 1.000 Tabanidés, représentant 54 espèces différentes. Certaines de ces espèces n'étaient jusqu'à présent connues que d'Afrique occidentale. Leur présence en R. C. A. étend donc considérablement leur aire de répartition.

Les études sur cette famille de Diptères ont été relativement poussées dans l'ouest et le sud du territoire (OVAZZA et TAUFFLIEB, Tabanidés d'A. E. F., 1952 ; TAUFFLIEB et FINELLE, Etude écologique et biologique des Tabanidés d'A. E. F., 1956 ; FINELLE, les trypanosomiasés bovines dans l'ouest de l'Oubangui-Chari, 1957), mais sont pratiquement inexistantes pour la moitié est de la R. C. A. Ces travaux nous établissent la présence dans le territoire de 64 espèces dont 54 existent dans nos collections, à Bouar, Bambari ou Bangui.

Nous avons suivi la classification d'OLDROYD. Les déterminations d'un certain nombre d'espèces, en particulier dans le groupe des *Haematopota*, ont été effectuées ou confirmées par MM. TAUFFLIEB de l'I. R. S. C., à Brazzaville, et OVAZZA (Mission ORSTOM du Centre Muraz), à Bobo-Dioulasso, auxquels nous adressons ici tous nos remerciements pour l'aide considérable qu'ils nous ont apportée.

Il ne nous a pas paru inutile de donner en premier lieu un bref aperçu du cadre géographique et climatologique du territoire où les récoltes ont été effectuées. Nous avons pour cela fait de larges emprunts à l'ouvrage de M. SIL-LANS, « Les Savanes de l'Afrique Centrale », 1958.

Nous étudierons ensuite la distribution des différentes espèces actuellement connues en R. C. A. Toutes les localisations se rapportent au chef-lieu de sous-préfecture (carte 1).

Nous tenterons enfin une étude écologique des principales espèces.

LE CADRE GÉOGRAPHIQUE ET CLIMATOLOGIQUE

Le territoire de la R. C. A. s'étend approximativement entre les 3^e et 11^e degrés de latitude nord et entre les 15^e et 27^e degrés de longitude est. Il est situé aux confins de la zone équatoriale et formé des bassins du Haut-Chari, du Haut-Oubangui et de la Haute-Sangha. Il a des frontières communes avec le Tchad au nord, la République soudanaise à l'est, le Congo Léopoldville au sud-est, le Congo Brazzaville au sud-ouest et le Cameroun à l'ouest.

Ce territoire est essentiellement formé d'un vaste plateau ondulé dont l'altitude varie entre 650 et 850 m. Le relief ne se relève qu'au nord-est et à l'ouest, avec les massifs du Fertit, formé d'un groupe de montagnes dépassant 1.000 m, et du Yadé qui culmine à 1.420 m au mont Gaou.

La R. C. A. possède un climat tropical, mais le climat équatorial se fait sentir au sud dans

la région de Nola. SILLANS (16) distingue cinq aires climatiques, dont les limites sont figurées sur la carte 2, et qui sont, du sud au nord :

1) Un sous-climat congolais septentrional qui s'étendrait dans l'extrême sud jusqu'à la hauteur de Nola, et duquel il faudrait rapprocher le climat de la région de Bangassou, dont la pluviométrie dépasse 2.000 mm de moyenne annuelle et se répartit sur un nombre de mois bien plus grand que dans le climat oubanguien typique.

2) Un sous-climat oubanguien, caractérisé par une pluviosité atteignant 1.300 à 1.600 mm de moyenne annuelle, les mois les plus pluvieux étant août, septembre et octobre, et par :

— une hygrométrie élevée oscillant entre 60 et 78 p. 100.

— une température moyenne annuelle comprise entre 24° et 26° (minima : 12°-13° en janvier-février ; maxima : 39°-40° en mars).

3) Un sous-climat soudano-oubanguien qui règne sur le domaine des anciennes forêts semi-humides dont il subsiste de nombreux témoins dans l'extrême est. La pluviosité, qui ne diffère guère de celle du climat précédent, laisse cependant place à quatre mois de saison relativement sèche (mi-novembre/mi-mars).

4) Un sous-climat soudano-guinéen qui règne sur les forêts sèches denses à légumineuses et les savanes boisées, forestières et arborées. La saison sèche dure en moyenne de 5 à 6 mois. Ce climat se caractérise, en outre, par :

— une pluviosité moyenne (1.200 à 1.400 mm de moyenne annuelle), qui peut se réduire à 900 mm dans les régions nordiques. Les mois les plus pluvieux sont août et septembre.

— une hygrométrie normale, comprise entre 40 p. 100 et la saturation, pendant la saison des pluies, et pouvant tomber à près de 15 p. 100 en saison sèche.

— une température annuelle comprise entre 24° au sud et 29° au nord, avec des minima de 12°-15°, et des maxima de 37°-39°.

5) Un climat sahélo-soudanien qui ne règne que dans l'extrême nord, au delà du 10° parallèle et qui est caractérisé par l'irrégularité de sa pluviométrie (500 à 800 mm de moyenne annuelle) et la variation très marquée de la température, à laquelle s'ajoute une faible hygrométrie, surtout en saison sèche.

Pour compléter ce tableau climatologique et géographique, nous indiquons, sur la carte 3, les limites actuelles de la forêt dense humide et des savanes.

RÉPARTITION DES TABANIDES ACTUELLEMENT CONNUS EN R. C. A.

A) SOUS-FAMILLE DES TABANIINAE

Genre *Hippocentrum* Austen, 1908 (Carte 4).

1. *H. strigipenne* Karsh, 1889. Signalé dans les districts de Bangui (5) et de Carnot (17-18), dans la forêt de M'Baiki (13), dans les districts de Bouar, Berbérati et Nola (3-18). Nous avons retrouvé cette espèce dans les sous-préfectures de Bimbo, Fort-Sibut, Grimari, Bambari, Ippy, N'Délé, Alindao, entre Ouadda et Bria, à Bangassou, à Bakouma, à Rafaï. Très fréquente en saison des pluies (avril à juin), cette espèce déborde largement les limites de la forêt et se rencontre, en densité souvent importante, dans les galeries forestières des zones de savanes. Elle remonte au nord jusque dans les régions de N'Délé et Ouadda.

2. *H. versicolor* Austen, 1908. Connu, d'après TAUFFLIEB et FINELLE (18), dans l'ex-A. E. F., du seul territoire de l'Oubangui-Chari, dans les districts de Fort-Sibut (13), Bouar et Baboua (18), nous l'avons capturé en outre, en saison des pluies (juin à septembre), dans les sous-préfectures de Carnot, Bangui, Fort-Sibut, Grimari, Bambari, Alindao, Kouango, Kembé. Cette espèce ne semble pas dépasser les limites nord du sous-climat soudano-oubanguien.

Genre *Haematopota* Meigen, 1803 (Cartes 5 et 6).

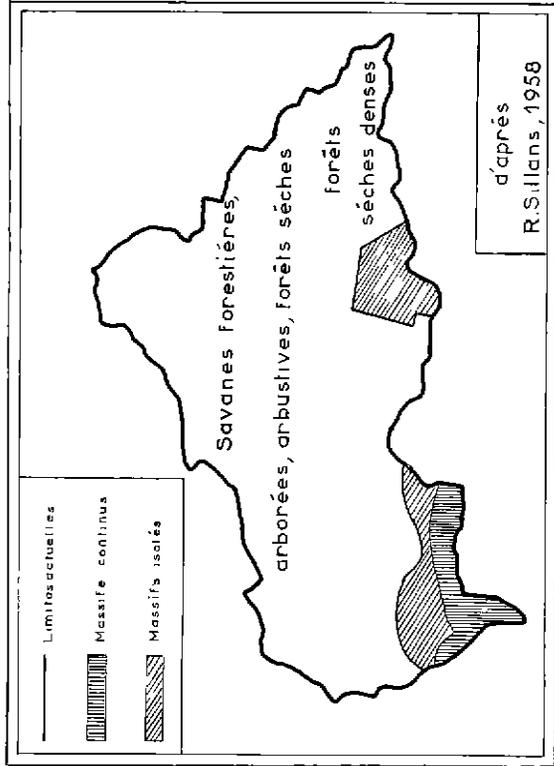
a) Groupe *bullatifrons*

3. *H. griseicoxa* Oldroyd, 1952. Capturé par l'un de nous en juillet, à 40 km à l'est de Bangassou, en forêt.

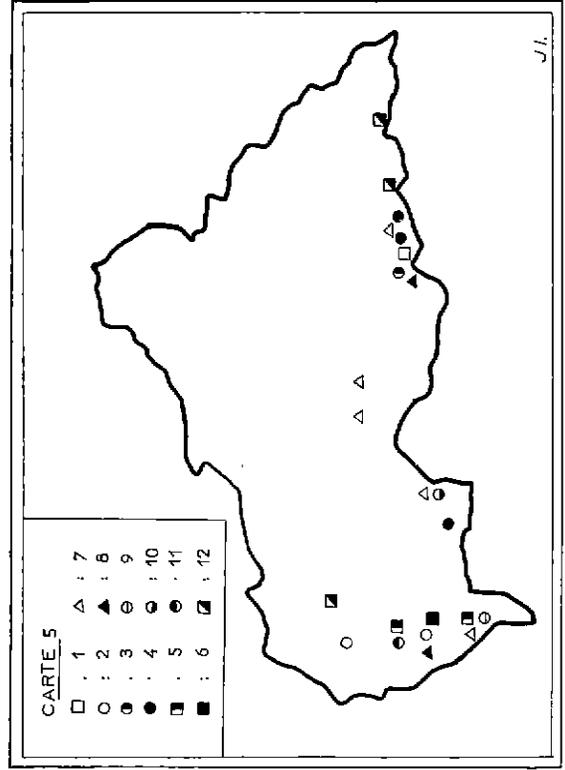
4. *H. ciliatipes* Bequaert, 1930. Trouvé en zone de forêt près de Berbérati, et en galerie forestière, dans le district de Bouar (3-18).

b) Groupe à front étroit

5. *H. inornata* Austen, 1908. Capturé par l'un de nous près de Bangassou en juillet.

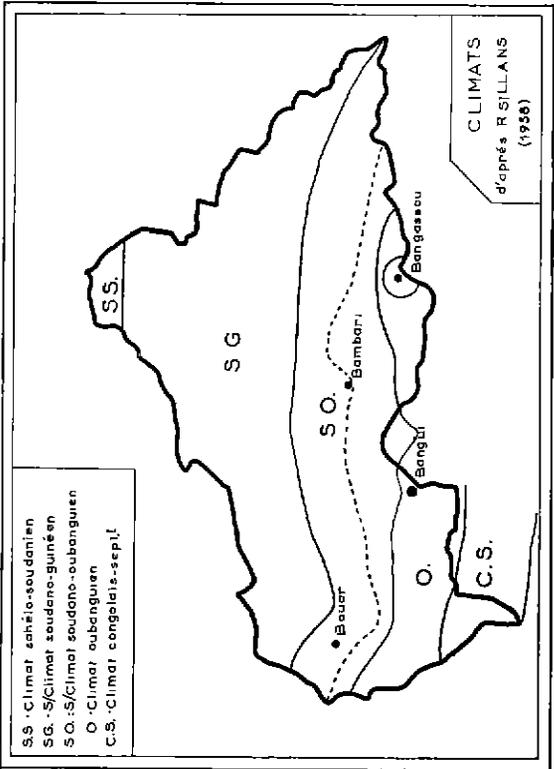


Carte 3. — Limites actuelles de la forêt dense humide de la R. C. A. (d'après R. SILLANS).

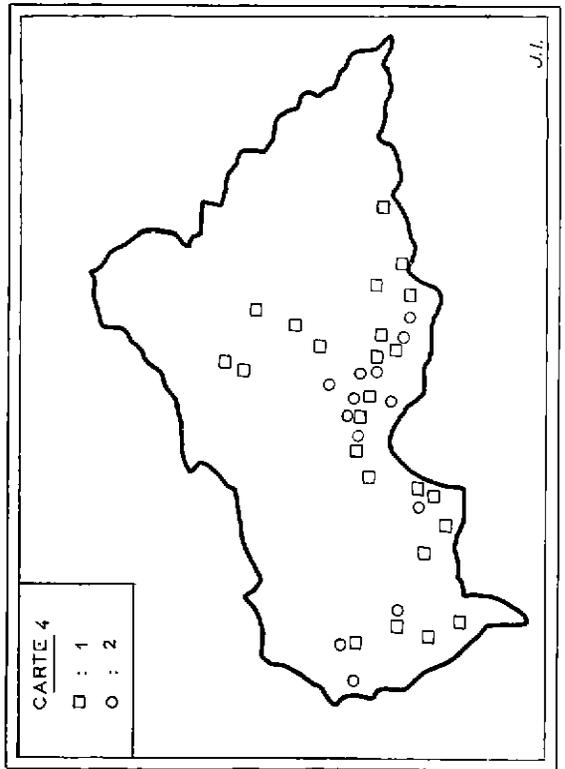


Carte 5 — Carte de répartition des Tabanidae.

- 1 : *Haematopoda griseicoxa* ; 2 : *H. ciliatipes* ; 3 : *H. inornata* ; 4 : *H. nefanda* ; 5 : *H. rufula* ; 6 : *H. paritiffacia* ; 7 : *H. guineensis* ; 8 : *H. angustifrons* ; 9 : *H. bantuana* ; 10 : *H. harpax* ; 11 : *H. elephantina* ; 12 : *H. transiens*.



Carte 2. — Carte climatique de la R. C. A. (d'après R. SILLANS). La ligne en pointillé délimite la zone caractérisée par une pluviométrie plus importante.



Carte 4. — Carte de répartition des Tabanidae.

- 1 : *Hippocentrus strigipenne* ; 2 : *H. versicolor*.

6. *H. nefanda* Edwards, 1916. Dans la forêt de M'Baiki (18) et, en zone forestière, dans la région de Bangassou-Rafai, en saison des pluies (juillet-août).

7. *H. rufula* Surcouf, 1909. Signalé dans les savanes de Carnot et en forêt dans la région de Berbérati (6).

8. *H. partifascia* Bequaert, 1930, dans la région de Berbérati, à la limite de la forêt (18).

9. *H. guineensis* Bigot, 1891. Signalé par OLDROYD dans la région de la Haute-Sangha (6), nous l'avons retrouvé à Bangui, Grimari et Rafai, de janvier à juin.

10. *H. angustifrons* Carter, 1915. Signalé par OLDROYD à Gadza (Haute-Sangha) (6), l'un de nous l'a retrouvé à Bangassou, en janvier.

11. *H. bantiwana* Oldroyd, 1952. Capturé en zone forestière dans la région de Nola (18).

12. *H. harpax* Austen, 1914. Cette espèce, inconnue jusqu'à présent en R. C. A., a été capturée par l'un de nous à Bimbo, en septembre.

13. *H. elephantina* Oldroyd, 1952. Type en provenance de Carnot (6).

c) Groupe *abyssinica*

14. *H. transiens* Oldroyd, 1952. Signalé, sous le nom de *H. pertinens*, dans le district de Bozoum (13), nous l'avons retrouvé à l'extrême est, dans la région de Dembia et d'Obo.

15. *H. tenuis* Austen, 1908. Encore jamais signalé en R. C. A., nous en avons capturé de nombreux spécimens dans les régions de N'Délé, Ouadda, Bria, Bambari et Bangassou, en galerie forestière ou en forêt, de mai à juillet.

d) Groupe *vittata*

16. *H. decora* Walker, 1850. Décrit de Carnot (6) et Bouar (3-18) où cette espèce est fréquente et se retrouve toute l'année, nous l'avons également capturé près d'Ippy, en mai.

17. *H. brucei* Austen, 1908. Signalé près de Berbérati (18).

18. *H. patelllicorne* Enderlein, 1925. Rapportée, sous le nom de *H. pulchrithorax* du district de Carnot (5), et, sous le nom de forme nordique de *vittata* (13) de Bangui, cette espèce a été capturée à Bouar (3-18), Dembia, Bambari, Kouango et Bangui, de mars à octobre.

e) Groupe *exiguicornuta*

19. *H. wittei* Oldroyd, 1950. Deux femelles capturées pour la première fois en R. C. A. à Bangassou, en juin.

f) Groupe *mordens*

20. *H. stimulans* Austen, 1908. Connu du Nyasaland, de la Rhodésie, du Congo belge (6), nous avons retrouvé cette espèce à Kembé, Alindao et Bambari, en juin.

Genre *Ancala* Enderlein, 1922 (Carte 7).

21. *A. fasciata* Fabricius, 1775. Signalée dans les districts de Carnot et Bossangoa (5), de Bangui (13), nous avons retrouvé cette espèce à M'Baiki, en juin, et à Grimari, en février. Si l'on admet la classification de BEQUAERT (1932) reprise par OLDROYD (7), il s'agirait de la forme *mixta*.

22. *A. africana* Gray, 1832. Signalée par MARTIN, LEBŒUF et ROUBAUD (5) à Bossangoa.

Genre *Euancala* Enderlein, 1922 (Carte 7).

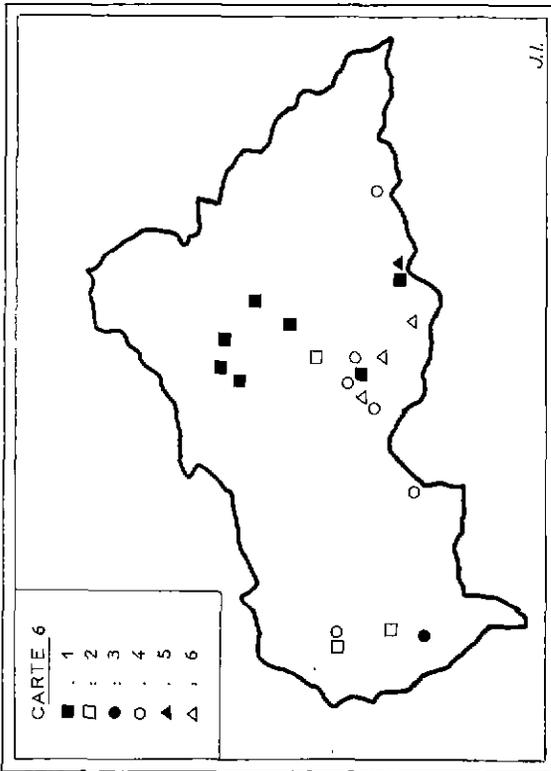
23. *E. maculatissima* Macquart, 1838, sous-espèce *irrorata* Surcouf, 1909. Espèce fréquente dans les zones de forêt, à Bouar, Berbérati, Nola (18), Carnot (3), Boda, Bimbo, Alindao, Bangassou, Kouango, Bambari, Ouango. La plupart des captures ont été effectuées sur véhicules, en saison des pluies.

Genre *Atylotus* Osten-Sacken, 1876 (Carte 7).

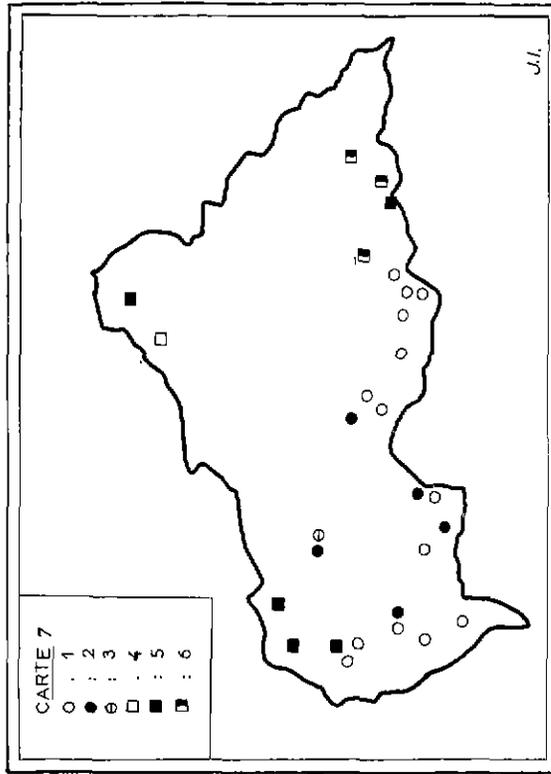
24. *A. agrestis* Wiedmann, 1830. Connu en A. E. F. uniquement du territoire du Tchad (18), nous l'avons capturé dans la région de Birao, au Parc Saint-Floris, en avril. Cette localisation n'est pas surprenante, la région de Birao faisant partie du climat sahélo-soudanien (16).

25. *A. albipalpus* Walker, 1850. Très abondant en saison des pluies dans les districts de Bouar, Bocaranga, Paoua (3), nous l'avons également capturé à Dembia, Rafai et Birao (Lac Mamoun), toujours en saison des pluies.

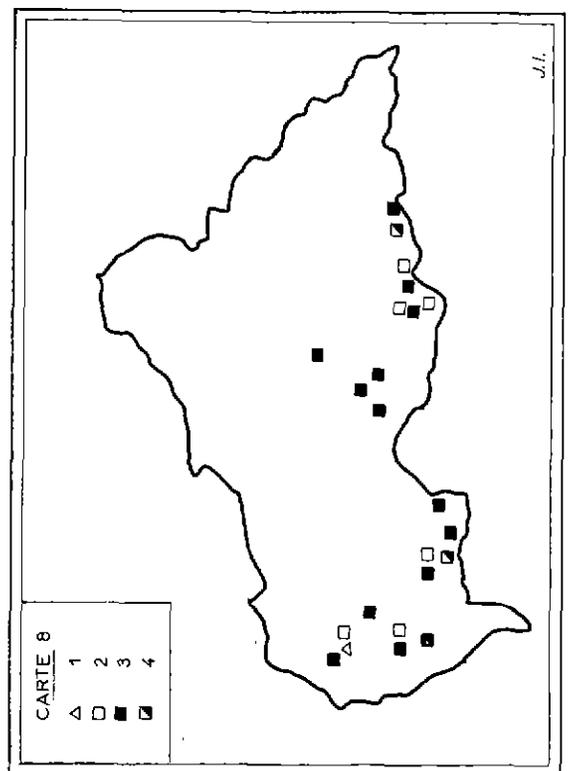
26. *A. fuscipes* Ricardo, 1908. Non signalé jusqu'ici en R. C. A., nous l'avons trouvé dans la



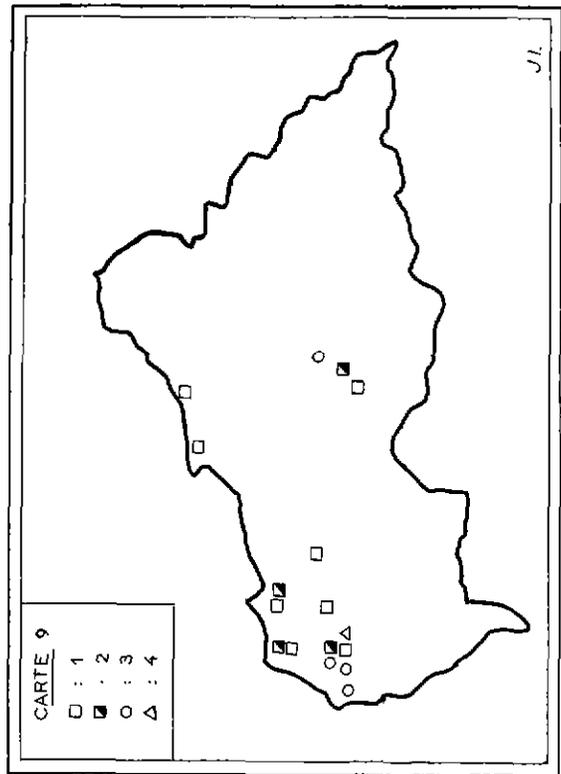
Carte 6. — Carte de répartition des Tabanidae.
1 : *Haematopota lenis* ; 2 : *H. decora* ; 3 : *H. brucei* ;
4 : *H. patelliforme* ; 5 : *H. wittet* ; 6 : *H. stimulans*.



Carte 7. — Carte de répartition des Tabanidae.
1 : *Euancala maculatissima irrorata* ; 2 : *Ancala fasciata* ;
3 : *A. africana* ; 4 : *Alyotus agrastis* ; 5 : *A. albipalpus* ; 6 : *A. fuscipes*.



Carte 8. — Carte de répartition des Tabanidae.
1 : *Tabanus (H) chevaleri* ; 2 : *Tabanus billingtoni* ; 3 :
T. marmoratus randaicola ; 4 : *T. obscurefumatus*.



Carte 9. — Carte de répartition des Tabanidae.
1 : *T. gratus* ; 2 : *T. tritaeniatius* ; 3 : *T. argenteus* ; 4 : *T. variabilis*.

région de Bakouma, en mai, et de Dembia, en avril.

Genre *Tabanus* Linné, 1758.

27. *T. (Hybomitra) chevalieri* Surcouf, 1906 (Carte 8). Capturé en saison sèche dans le district de Bouar (3).

a) Groupe *marmorosus* (Carte 8).

28. *T. billingtoni* Newstead, 1907. Fréquent au début de la saison des pluies, dans les districts de Bouar (3) et Boda (18), nous l'avons également capturé, en forêt, à Bangassou (juin, juillet, août), et à Ouango (juillet).

29. *T. marmorosus* Surcouf, 1909, sous-espèce *congoicola* Bequaert, 1930. Rencontré en saison des pluies dans les districts de Bouar, Carnot et Berbérati (3), M' Baiki (13), Boda, Bimbo, Bambari, Ippy, Alindao, Bangassou, Rafai. Fréquente d'avril à septembre, c'est une espèce de forêts et de galeries forestières, qui, comme l'espèce précédente, ne dépasse pas les limites nord du sous-climat soudano-oubangien.

30. *T. obscurefumatus* Surcouf, 1906. Signalé à M' Baiki (18), nous l'avons retrouvé à Rafai, en juillet, dans les galeries forestières de la rivière Chinko.

b) Groupe *sufis* (Carte 9).

31. *T. gratus* Loew, 1857. Signalé à Bossangoa (5), Bouar, Paoua, Bocaranga (18), en zones de savanes, nous l'avons retrouvé, toujours en savane, à Bozoum, à Bambari, et dans la sous-préfecture de N'Délé, le long de la rivière Aouk. Cette espèce paraît se cantonner dans la moitié nord du territoire, dans le sous-climat soudano-guinéen.

32. *T. tritaeniatu*s Ricardo, 1908. Cette espèce, qui ne paraît être qu'une miniature de *T. gratus* a été capturée dans les districts de Bouar et de Bocaranga (3-18).

c) Groupe *insignis* (Carte 9).

33. *T. argenteus* Surcouf, 1907. Capturé, en forêt, à Bouar (3), Baboua et Ippy, en mai-juin.

34. *T. variabilis* Loew, 1857. Rencontré à Bouar, en savane, pendant la saison sèche (18)

d) Groupe *ruficrus* (Carte 10).

35. *T. canus* Karsch, 1879. Capturé, en savane, dans le district de Batangafo (5) et en forêt, dans la région de Nola (18), nous l'avons retrouvé, aussi bien en zones forestières qu'en zones de savanes, à Bangui, Bambari, Ouadda et Bangassou, en saison des pluies.

36. *T. pluto* Walker, 1848. Cette espèce, très fréquente au début de la saison des pluies (mars à juin), a été capturée à Bossangoa (5), Bouar, Baboua, Carnot (18), Bocaranga, Boda, Bambari, Grimari, Ippy, Mobaye, Ouadda et Bangassou.

37. *T. xanthomelas* Austen, 1912. Cette espèce, sympatrique de la précédente, a été capturée aux mêmes époques et aux mêmes lieux, de sorte que l'on peut supposer, ainsi que le note OLDROYD (7), qu'elle ne constitue qu'une sous-espèce de *T. pluto*.

38. *T. biguttatus* Wiedemann, 1830. Les exemplaires de cette espèce, capturés en R. C. A., à Paoua (18) et Bambari, diffèrent de ceux que nous avons pu capturer au Tchad, dans la région de Fort-Lamy, par la couleur du tomentum du thorax et du front. Les spécimens du Tchad ont le thorax et le front jaune d'or, alors que ceux de la R. C. A. sont gris cendré. Il ne s'agit probablement là que de variations géographiques.

39. *T. brumpti* Surcouf, 1907. TAUFFLIEB et FINELLE (18), à propos de cette espèce, notent qu'elle n'a pas été déterminée avec certitude en A. E. F. Nous en avons cependant capturé de nombreux exemplaires, dont quelques mâles dans l'est de la R. C. A., à Bambari, Gambo, Bangassou, ainsi qu'à Bangui, de juillet à octobre.

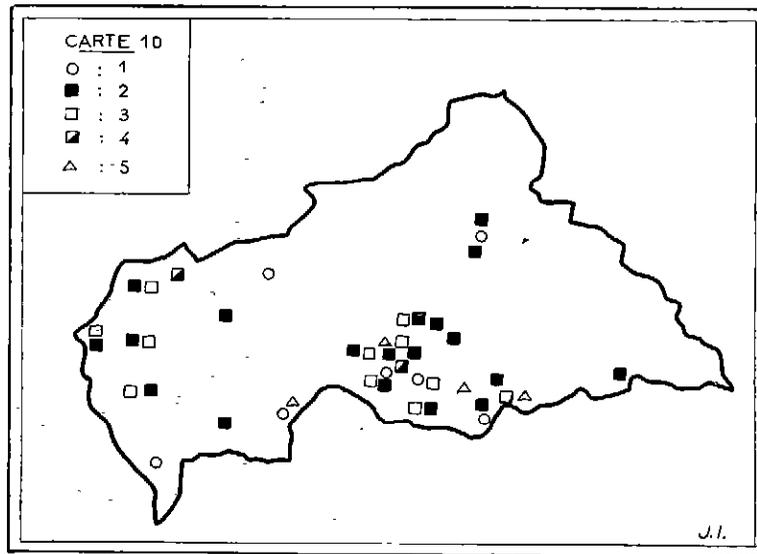
e) Groupe *concolor*

— Sous-groupe *par* (Carte 11).

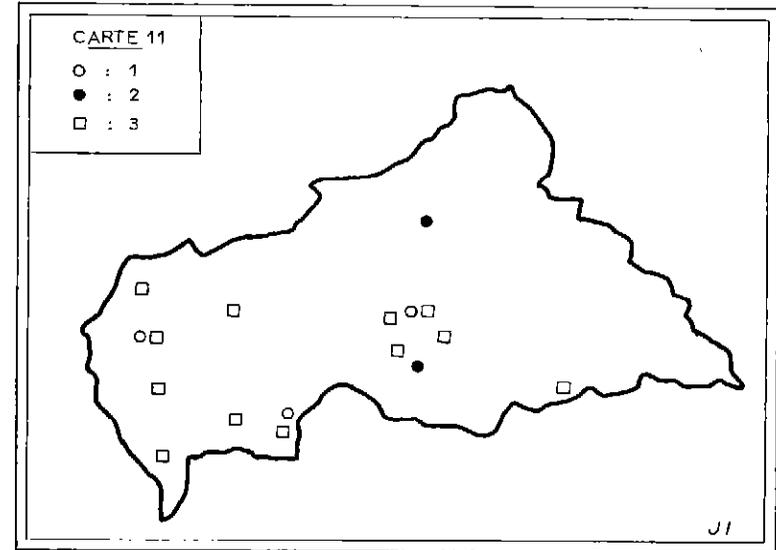
40. *T. par* Walker, 1854. A. Bouar, en saison sèche (18), ainsi qu'à Bangui, en août, et à Ippy, en octobre.

41. *T. zoulouensis* Bigot, 1892, sous-espèce *obscurior*, Ricardo, 1908. Capturé, dans l'est de la R. C. A., entre N'Délé et Ouadda, et à Alindao, en mai, en galeries forestières.

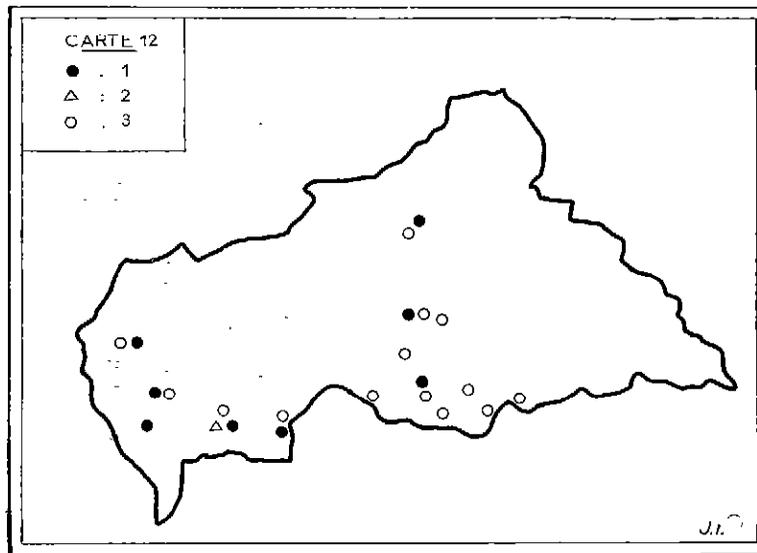
42. *T. thoracinus* Palissot de Beauvois, 1807. Plus fréquente que la précédente, cette espèce a été capturée à Bossangoa (5), Bouar, Boda, Nola (18), Bocaranga, Carnot, Bimbo, Bambari, Ippy, Bakala, Rafai, d'avril à janvier.



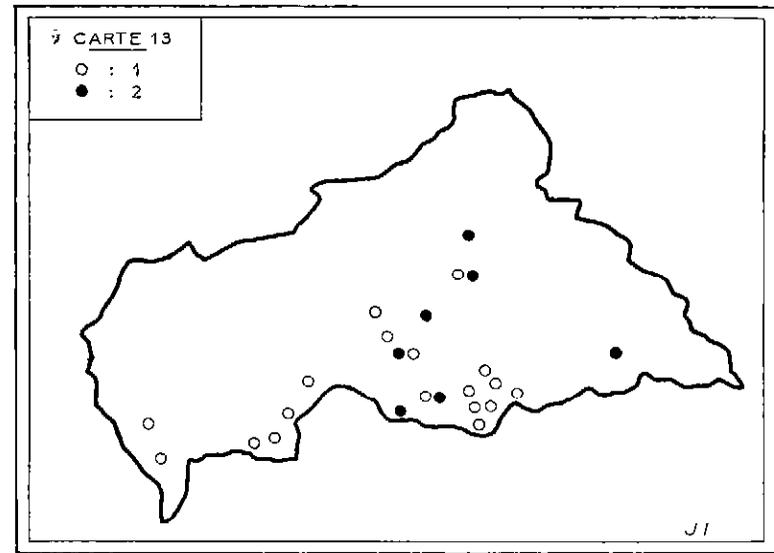
Carte 10. — Carte de répartition des *Tabanidae*.
1 : *T. canus* ; 2 : *T. pluto* ; 3 : *T. xanthomelas* ; 4 : *T. biguttatus* ; 5 : *T. brumpti*.



Carte 11. — Carte de répartition des *Tabanidae*
1 : *T. par* ; 2 : *T. zoulouensis obscurior* ; 3 : *T. thoracinus*.



Carte 12. — Carte de répartition des *Tabanidae*.
1 : *T. besti* ; 2 : *T. ianthinus* ; 3 : *T. obscurehirtus*.



Carte 13. — Carte de répartition des *Tabanidae*
1 : *T. secedens* ; 2 : *T. quadrisignatus*.

— Sous-Groupe *besti* (Carte 12).

43. *T. besti* Surcouf, 1907. Espèce de forêts et de galeries forestières, trouvée à Boda, Bouar, Berbérati (18), Carnot, Bimbo, Ippy, N'Délé, Alindao.

44. *T. ianthinus* Surcouf, 1907. Signalé par TAUFFLIEB et FINELLE (18) du district de Boda.

45. *T. obscurehirtus* Ricardo, 1908. Très fréquent en saison des pluies et en galeries forestières, où il se rencontre en densité importante, on le trouve, à peu près toute l'année, à Bangui (7), Ippy, Boda, Bouar, Carnot (18), Bimbo, N'Délé, Bambari, Alindao, Gambo, Kouango, Les M'Brés, Bangassou, Ouango.

f) Groupe à dessins abdominaux

— Sous-Groupe *secedens* (Carte 13).

46. *T. secedens* Walker, 1854. Espèce largement répandue en forêt, en galeries forestières et en savane, que l'on trouve à peu près toute l'année, à Bangui (5), M'Baiki (17), Berbérati (2), Nola (18), Bimbo, Bobangui, Bambari, Fort-Sibut, Mouka, Les M'Brés, Bakala, Gambo, Ouango, Bangassou.

47. *T. quadrisignatus* Ricardo, 1908. Nous avons trouvé cette espèce dans l'est du territoire où elle est fréquente en saison sèche et début de saison des pluies (février à avril). TAUFFLIEB et FINELLE (18) ne l'ont trouvée qu'au Moyen-Congo. OLDROYD (7) indique cependant qu'il s'agit d'une espèce de savanes proches des zones forestières. La présence de cette espèce en R. C. A. n'est donc pas surprenante. Nous l'avons capturée, à de nombreux exemplaires, dont quelques mâles, à Bambari, Mouka, Ouadda, Bianga, Alindao, Ippy et entre Dembia et Djema.

— Sous-Groupe *conformis* (Carte 14).

48. *T. congolensis* Ricardo, 1908. Espèce de forêts, de galeries forestières et de savanes boisées trouvée dans les sous-préfectures de Bangui (13), Boda et Bouar (18), Baboua, Bimbo, Bambari, Ippy, Grimari, fréquente en fin de saison des pluies, début de saison sèche (octobre à janvier). TAUFFLIEB et FINELLE (18) pensent qu'elle est présente toute l'année.

— Sous-Groupe *taeniola* (Carte 14).

49. *T. taeniola* Palissot de Beauvois, 1807. C'est l'espèce qui a la plus large distribution. Elle couvre pratiquement toute la R. C. A., et

se rencontre à peu près toute l'année. On la trouve aussi bien dans l'ouest que dans l'extrême est (région d'Obo), dans le sud que dans l'extrême nord (Birao-Parc Saint-Floris). Si elle paraît, ainsi que le note OLDROYD (7), plus particulièrement liée aux grands fleuves et aux lacs, nous l'avons cependant capturée dans des régions de savanes, loin de tout grand cours d'eau (Col Quijoux, réserve du Bamingui, parc Saint-Floris). C'est une espèce que l'on rencontre pratiquement toute l'année, peut-être un peu plus fréquemment en saison des pluies.

Nous n'avons pas fait la distinction entre la forme typique de *T. taeniola* et sa forme *variatus*, ces deux formes étant sympatriques et aussi fréquentes l'une que l'autre.

50. *T. sugens* Wiedmann, 1828. OLDROYD (7) doute de la validité de cette espèce et pense qu'il s'agit d'une forme intermédiaire entre *T. taeniola* forme typique et sa forme *variatus*. Suivant cependant OVAZZA et VALADE (14), nous avons classé dans cette espèce deux femelles capturées à Bambari en mars et novembre, et une femelle capturée au parc Saint-Floris en janvier (Ovazza det.). Ces spécimens ont des caractères nets répondant bien à la description que ces auteurs en donnent.

— Sous-Groupe *laverani* (Carte 15).

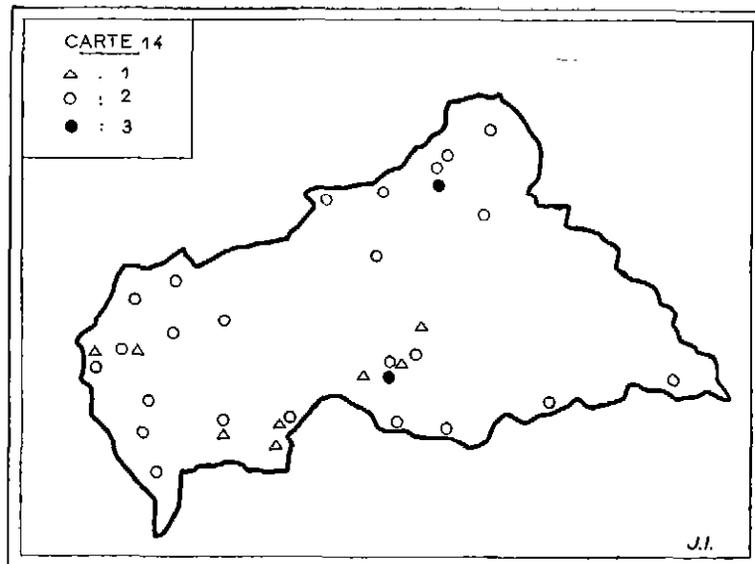
51. *T. laverani* Surcouf, 1907. Signalé à l'ouest dans les sous-préfectures de Bouar et Bocaranga (18), nous l'avons également trouvé à l'est et au nord, dans les sous-préfectures de Bangassou, Bambari, Ouango, Bakouma, Alindao, Birao (Lac Mamoun et parc Saint-Floris) de mars à mai.

Les spécimens récoltés dans la sous-préfecture de Birao, au lac Mamoun et au parc Saint-Floris (32 exemplaires), diffèrent légèrement de la forme typique, principalement par le front, dont les *calli* sont séparés par un *tomentum*. Cette forme est à rapprocher des spécimens en provenance du Bahr-el-Ghazal (République Soudanaise). Ainsi que le note OLDROYD (7), il doit s'agir d'une forme de *T. laverani* adaptée aux régions sèches.

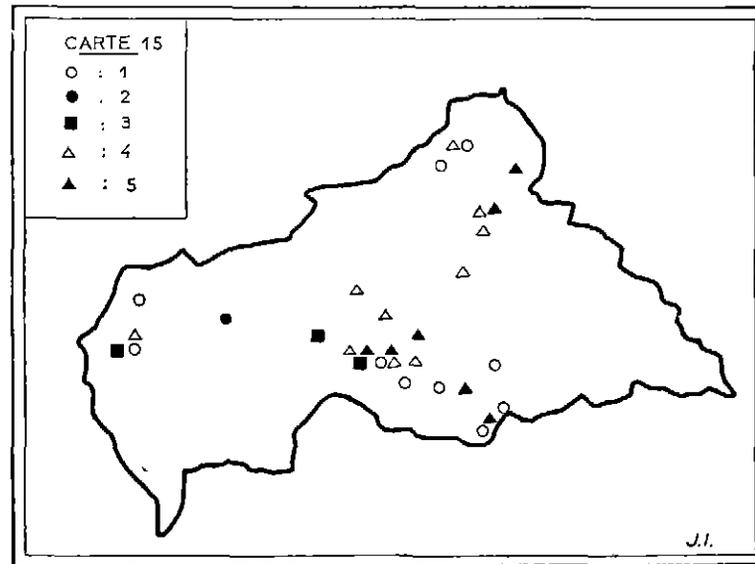
52. *T. subangustus* Ricardo, 1908. Signalé en R. C. A. à Bossangoa (5).

— Sous-Groupe *denshamii* (Carte 15).

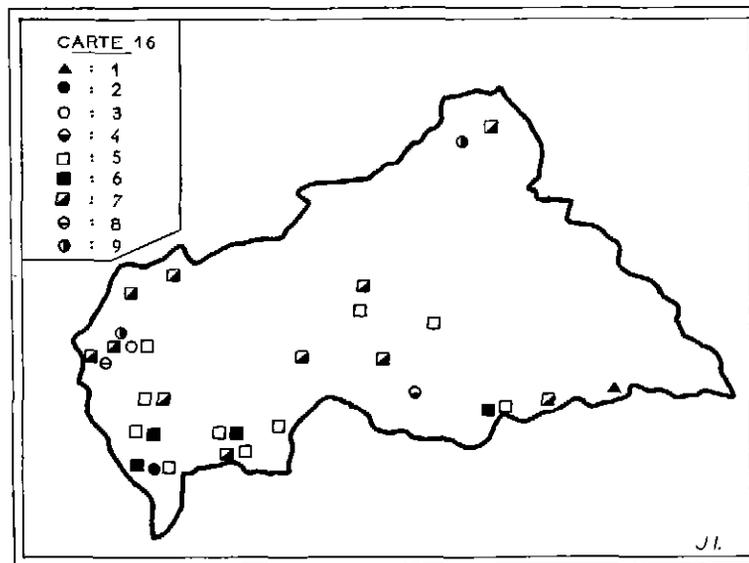
53. *T. martini* Surcouf, 1907. Cette espèce



Carte 14. — Carte de répartition des *Tabanidae*
1 : *T. congoiensis* ; 2 : *T. taeniola* ; 3 : *T. sugens*.



Carte 15 — Carte de répartition des *Tabanidae*
1 : *T. laverani* ; 2 : *T. subangustus* ; 3 : *T. martini* ; 4 : *T. coniformis* , 5 : *T. ovazza*.



Carte 16. — Carte de répartition des *Tabanidae*
1 : *Thaumastocera akwa* ; 2 : *Stenophara rodhaini* ; 3 : *Tabanocella stimulans* ; 4 : *T. perpulcra* ; 5 : *Chrysops silacea* ; 6 : *C. dimidiata* ; 7 : *C. longicornis* ; 8 : *C. funebris* ; 9 : *C. distinctipennis*.

qu'OLDROYD (7) ne signale que de Guinée et du Sierra Leone, a été retrouvée en saison sèche à Bouar (18), ainsi qu'à Grimari et Dékoa, ce qui étend considérablement son aire de répartition.

— Sous-Groupe *distinctus* (Carte 15).

54. *T. ovazzai* Crosskey, 1959. Cette espèce, qui n'est signalée par CROSSKEY (1) que dans l'ouest africain (Nigeria, Haute-Volta, Soudan français, Ghana et Togo), a été retrouvée dans l'est de la R. C. A., à Bambari, Grimari, Ippy, Gambo, Bangassou, au col Quijoux et dans le parc André Felix (S.-E. de Birao), de janvier à mars. Il s'agit bien, ainsi que le note CROSSKEY, d'une espèce de savane et de saison sèche. Sa localisation en R. C. A. augmente singulièrement l'étendue de son aire de répartition.

— Sous-Groupe *coniformis* (Carte 15).

55. *T. coniformis* Ricardo, 1908. TAUFFLIEB et FINELLE (18) signalent plusieurs femelles et deux mâles capturés en saison sèche à Bouar. Nous l'avons retrouvé, également en saison sèche, à Yambala, sous-préfecture de N'Délé, Bambari, Ouadda, au lac Mamoun (sous-préfecture de Birao), au col Quijoux, à Mouka, à Grimari, à Bakala. C'est une espèce de savanes qui ne dépasse pas, vers le sud, les limites du sous-climat soudano-oubanguien.

B) SOUS-FAMILLE DES PANGONIINAE.

(Carte 16).

Genre *Thaumastocera* Gruenberg, 1906.

56. *T. akwa* Gruenberg, 1906. Un mâle capturé par l'un de nous à Zémio, en juillet.

Genre *Stenophara* Enderlein, 1922.

57. *S. rodhaini* Béquaert, 1924. Une femelle signalée par TAUFFLIEB et FINELLE (18) de la zone forestière de Nola.

Genre *Tabanocella* Bigot, 1856.

58. *T. stimulans* Austen, 1910. Un spécimen capturé par FINELLE (3) à Bouar en fin de saison sèche.

59. *T. perpulcra* Austen, 1910. Une femelle capturée par l'un de nous, en galerie forestière, vers 9 heures du matin, près d'Alindao, en mai.

Genre *Chrysops* Meigen, 1800.

60. *C. silacea* Austen, 1907. Signalé dans les sous-préfectures de Bangui (13), M'Baiki (13), Nola, Boda, Bouar et Carnot (18), nous l'avons également capturé à Bérbaréti, Bangassou, Bria, Les M'Brés, en forêts ou en galeries forestières, à peu près toute l'année.

61. *C. dimidiata* Van der Wulp, 1885. Signalé à Bérbaréti (2), Nola et Boda (18), nous l'avons également capturé à Bangassou, en juillet.

62. *C. longicornis* Macquart, 1838. Espèce fréquente, que l'on retrouve à peu près toute l'année en forêt ou en savane, à M'Baiki (13), Fort-Sibut (13), Bocaranga, Carnot, Bouar, Baboua (18), Paoua, Birao, Yambélé (sous-préfecture de N'Délé), Bambari, Rafai.

63. *C. funebris* Austen, 1907. Capturé en saison des pluies dans le district de Baboua (18), en galerie forestière.

64. *C. distinctipennis* Austen, 1906. Capturé à Bouar (18) et au lac Mamoun (sous-préfecture de Birao).

ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES PRINCIPALES ESPÈCES DE TABANIDAE EN R. C. A

Nous n'étudierons ici que les espèces les plus fréquemment rencontrées et dont nous connaissons les aires de répartition avec une précision suffisante.

Nous avons classé ces espèces en fonction des zones botaniques et climatiques d'une part, et en fonction des saisons d'autre part.

A. — Répartition géographique des espèces.

a) Répartition en fonction des zones botaniques.

1^o Espèces de forêt (sous-climat congolais septentrional et sous-climat oubanguien), qui, dans les autres aires climatiques, ne se rencontrent qu'en galerie forestière :

Haematopota nefanda, *H. guineensis*, *Tabanus billingtoni*, *T. marmorosus*, *T. obscurefumatus*,

T. argenteus, *T. zoulouensis*, *T. besti*, *Chrysops silacea*, *C. dimidiata*.

2° espèces rencontrées aussi bien en forêt que dans les savanes des sous-climats oubanguien, soudano-oubanguien et soudano-guinéen :

Hippocentrum strigipenne, *Haematopota tenuis*, *H. decora*, *H. patelllicorne*, *Ancala fasciata*, *Euancala maculatissima*, *Tabanus canus*, *T. brumpti*, *T. obscurehirtus*, *T. congolensis*.

3° Espèces de zone préforestière (sous-climats oubanguien, soudano-oubanguien et sud du climat soudano-guinéen) :

Hippocentrum versicolor, *Haematopota transiens*, *H. stimulans*, *Tabanus pluto*, *T. xanthomelas*, *T. martini*.

4° Espèces de savane des climats soudano-oubanguien et soudano-guinéen :

Atylotus albipalpus, *Tabanus gratus*, *T. laverani*, *T. biguttatus*, *T. quadrisignatus*, *T. ovazzai*, *T. coniformis*, *Chrysops distinctipennis*.

5° Espèces de savane sahélo-soudanienne :

Atylotus agrestis.

6° Espèces réparties depuis la forêt jusqu'aux savanes sahélo-soudanienues :

Tabanus par, *T. thoracinus*, *T. secedens*, *T. taeniola*, *Chrysops longicornis*.

b) Répartition en fonction des aires climatiques.

Dans le tableau en annexe, nous avons tenté un classement en fonction des aires climatiques définies par SILLANS (16). On s'aperçoit, à la lecture de ce tableau, que le classement par zones botaniques et le classement suivant les aires climatiques sont superposables, à peu de choses près, ce qui n'a rien de très surprenant, les différences climatiques jouant un rôle déterminant dans la répartition de la végétation, en R. C. A., en raison de l'uniformité du relief de ce territoire.

B. — Répartition saisonnière des espèces.

Nous avons, en fonction des saisons, classé les espèces en trois grands groupes :

1° Espèces présentes toute l'année, ou, tout au moins, que l'on retrouve aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies :

Haematopota guineensis, *H. decora*, *H. patelli-*

corne, *Ancala fasciata*, *Tabanus gratus*, *T. argenteus*, *T. biguttatus*, *T. par*, *T. thoracinus*, *T. secedens*, *T. quadrisignatus*, *T. congolensis*, *T. taeniola*, *Chrysops silacea*, *C. longicornis*.

2° Espèces de saison sèche :

T. laverani, *T. martini*, *T. ovazzai*, *T. coniformis*.

3° Espèces de saison des pluies :

Hippocentrum strigipenne, *H. versicolor*, *Haematopota nefanda*, *Euancala maculatissima*, *Atylotus albipalpus*, *Tabanus billingtoni*, *T. marmorosus*, *T. canus*, *T. pluto*, *T. xanthomelas*, *T. brumpti*, *T. besti*, *T. obscurehirtus*, *Chrysops dimidiata*.

Cette classification n'a qu'une valeur relative et ne rend pas compte des variations locales ou annuelles. C'est ainsi qu'une saison des pluies précoce peut provoquer l'apparition anticipée de certaines espèces. Localement, la présence de cours d'eau importants ou de zones marécageuses modifie le taux d'humidité et peut permettre à quelques espèces, qui ailleurs n'apparaissent que pendant une période assez courte, d'être présentes une grande partie de l'année. C'est ce qui se produit probablement pour la plupart des espèces que nous avons classées dans le 1^{er} groupe. Les espèces réellement présentes d'un bout de l'année à l'autre, sur toute l'étendue du territoire, sont en fait peu nombreuses et l'on ne peut guère y inclure que *Tabanus thoracinus*, *T. secedens*, *T. taeniola*, et peut-être *T. quadrisignatus*.

Ainsi que le pensent OVAZZA, RICKENBACH et VALADE (11), l'apparition massive d'une espèce avec exemplaires en très bon état, accompagnée de mâles, peut constituer une indication valable des époques d'éclosion des adultes. Nous avons constaté ce fait chez quelques espèces telles que *Tabanus brumpti*, dont les dates d'éclosion se situeraient en septembre-octobre, *T. pluto* et *T. xanthomelas* (époque d'éclosion : de mars à juin), *T. quadrisignatus* (février-mars), *T. besti* (avril-mai), *T. ovazzai* (janvier-février).

CONCLUSIONS

Les captures effectuées en république Centrafricaine depuis huit ans ont permis de récolter 54 espèces de Tabanidae. L'étude des travaux de nos devanciers nous permet de recenser 64 espèces de Tabanidae.

Les captures, faites en toute saison, sur toute l'étendue du territoire, permettent de dresser une carte de répartition des espèces les plus fréquentes et de les classer suivant les biotopes et les époques de l'année.

Plusieurs espèces étaient jusqu'alors inconnues en R. C. A., ces espèces n'ayant été signalées que de territoires voisins ou même très éloignés, tels que ceux de l'Afrique de l'ouest. Leur présence en R. C. A. étend considérablement leur aire de répartition. C'est le cas, notamment, pour *Haematopota harpax*, *H. tenuis*, *H. wittei*,

H. stimulans, *Atylotus agrestis*, *A. fuscipes*, *Tabanus brumpti*, *T. quadrisignatus*, *T. martini*, *T. ovazzai*.

Institut d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux (Centres de recherches contre les trypanosomiasés animales de Bouar et de Bambari)

— Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer (Centre de Bangui).

SUMMARY

A contribution to the study of the central African *Tabanidae* (Diptera). The *Tabanidae* of the central African republic

During the last 8 years a collection of *Tabanidae* species has been carried out in the Central African Republic and 54 different species have finally been captured. The examination of previous work has enabled to count 64 *Tabanidae* species.

The species were captured in all seasons and throughout the territory. It has thus been possible to construct a map of their distribution and frequency and to classify them according to their biotypes and to seasonal variations.

Several of these species were previously unknown in the Central African Republic, having only been reported in the neighbouring or far off territories of West Africa. Their presence in the Central African Republic considerably enlarges their known distribution. Such is the case for *Haematopota harpax*, *H. tenuis*, *H. wittei*, *H. stimulans*, *Atylotus agrestis*, *A. fuscipes*, *Tabanus brumpti*, *T. quadrisignatus*, *T. martini*, *T. ovazzia*.

RESUMEN

**Contribucion al estudio de los *Tabanidae* (Diptera) de Africa central.
[Los *Tabanidae* de la Republica Centroafricana**

Las capturas efectuadas en la República Centroafricana desde hace ya ocho años, han permitido obtener 54 especies de *Tabanidae*. El estudio de los trabajos de nuestros predecesores nos permite establecer el censo de 64 especies de *Tabanidae*.

Las capturas, efectuadas en todas las estaciones del año, sobre toda la amplitud del territorio, permiten elaborar un mapa de distribución de las especies más frecuentes y clasificarlas según los biotipos y las épocas del año.

Hasta esta fecha, varias especies eran desconocidas en la República Centroafricana, ya que las mismas únicamente habían sido señaladas en los territorios vecinos o, incluso, muy alejados, como por ejemplo en Africa del Oeste. Su presencia en la República Centroafricana amplía considerablemente su zona de distribución. Este es el caso, en particular, de *Haematopotaharpax*, *H. tenuis*, *H. wittei*, *H. stimulans*, *Atylotus agrestis*, *A. fuscipes*, *Tabanus brumpti*, *T. quadrisignatus*, *T. martini*, *T. ovazzai*.

BIBLIOGRAPHIE

1. CROSSKEY (R. W.). — Two new species of *Tabanus* L. (*Diptera* : *Tabanidae*) from West Africa. *Proc. Roy. Ent. Soc. London, Ser. B. Taxonomy*, 1959, **28**, 3-4, 49-57.
2. FIASSON (R.). — Contribution à l'étude des arthropodes vulnérants du Moyen Congo. *Rev. Sci. Méd. Pharm. et Vét. Afr. fr. libre*, 1943, **2**, 13, 257-82.
3. FINELLE (P.). — Les trypanosomiasés bovines dans l'ouest de l'Oubangui-Chari. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1957, **10**, 3, 231-47.
4. HOLSTEIN (H.). — Contribution à l'étude des Tabanidés du Soudan français et à leur action pathogène sur les troupeaux. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1957, **50**, 5, 666-71.
5. MARTIN (G.), LEBCEUF (A) et ROUBAUD (E.). — Rapport de la Mission d'Etudes de la maladie du Sommeil au Congo français (1906-1908). Société de Géographie, éd. Masson, Paris, 1909.
6. OLDROYD (H.). — The horse-flies (*Diptera, Tabanidae*) of the Ethiopian Region. Vol. I., *Haematopota and Hippocentrum*. British Museum (Nat. Hist.), London, 1952.
7. OLDROYD (H.). — The horse-flies (*Diptera, Tabanidae*) of the Ethiopian Region. Vol. II., *Tabanus* and related genera. British Museum (Nat. Hist.), London, 1954.
8. OLDROYD (H.). — The horse-flies (*Diptera, Tabanidae*) of the Ethiopian Region. Vol. III. Subfamilies *Chrisopinae*, *Scepsidinae* and *Pangoniinae* and a revised classification. British Museum (Nat. Hist.), London, 1957.
9. OVAZZA (M.), HAMON (J.), RICKENBACH (A.) et MOREL (J.). — Contribution à l'étude des *Tabanidae* (*Diptera*) d'Afrique occidentale française. *Ann. Parasit. hum. comp.*, 1956, **31**, 4, 436-48.
10. OVAZZA (M.), RICKENBACH (A.) et HAMON (J.). — Essai de séparation des différentes formes de *Tabanus secedens* Walker (*Diptera, Tabanidae*) par l'étude des terminalia femelles. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1956, **49**, 1, 76-86.
11. OVAZZA (M.), RICKENBACH (A.) et VALADE (M.). — Tabanides de la région de Bodo-Diouloosso (Haute-Volta). Répartition et rythme annuel ; quelques notes de systématique. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1959, **52**, 5, 679-98.
12. OVAZZA (M.) et TAUFFLIEB (R.). — Les genitalia femelles des Tabanides et leur importance en systématique. *Ann. Parasit. hum. et comp.*, 1954, **29**, 3, 250-64.
13. OVAZZA (M.) et TAUFFLIEB (R.). — Tabanides d'A. E. F., *Bull. Inst. Et. centraf.* 1952, **4**, 131-41.
14. OVAZZA (M.) et VALADE (M.). — Contribution à l'étude des *Tabanidae* (*Diptera*) d'Afrique occidentale française. II. Sur deux espèces de *Tabanus* : *T. hamoni* n. sp. et *T. sugens* Wiedmann, 1828. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1958, **51**, 6, 992-7.
15. RAGEAU (J.), GRENIER (P.) et ADAM (J. P.). — *Tabanidae* du Cameroun français. *Ann. Paras. hum. et comp.*, 1955, **30**, 3, 243-71.
16. SILLANS (R.). — Les savanes de l'Afrique centrale. *Encyclopédie biologique*. LV., Ed. P. Lechevalier, Paris, 1958.
17. SURCOUF (J.) et ROUBAUD (E.). — Tabanides recueillis au Congo français par la Mission d'Etude de la maladie du sommeil. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, Paris, 1908, **14**, 221-4.
18. TAUFFLIEB (R.) et FINELLE (P.). — Etude écologique et biologique des Tabanides de l'Afrique équatoriale française. *Bull. Inst. Et. Centraf.*, 1956, **12**, 209-51.

Espèces	C.-S.	O	S.-O.	S.-G.	S.-S.	Zones botaniques
<i>H.strigipenne</i>	+	+	+	+		Forêt - savane
<i>H.versicolor</i>		+	+			Préforestière
<i>H.nefanda</i>		+	+			Forêt
<i>H.guinonsis</i>	+	+	+			Forêt
<i>H.transiens</i>		+	+			Préforestière
<i>H.tenuis</i>	+	+	+	+		Forêt - savane
<i>H.decora</i>	+	+	+			Forêt - savane
<i>H.patellicorne</i>	+	+	+			Forêt - savane
<i>H.stimulans</i>		+	+			Préforestière
<i>A.fasciata</i>		+	+	+		Forêt - savane
<i>E.maculatissima</i>	+	+	+			Forêt - savane
<i>A.agrestis</i>				+	+	Savane sahel.
<i>A.albipalpus</i>			+	+		Savane
<i>T.billingtoni</i>	+	+	+			Forêt
<i>T.marmorosus</i>	+	+	+			Forêt
<i>T.obscurefumatus</i>	+	+				Forêt
<i>T.gratus</i>			+	+		Savane
<i>T.argenteus</i>		+	+			Forêt
<i>T.canus</i>	+	+	+	+		Forêt - savane
<i>T.pluto</i>		+	+	+		Préforestière
<i>T.xanthomelas</i>		+	+	+		Préforestière
<i>T.biguttatus</i>			+	+		Savane
<i>T.brumpti</i>	+	+	+			Forêt - savane
<i>T.par</i>	+	+	+			Forêt - savane
<i>T.zoulouensis</i>			+	+		Forêt
<i>T.thoracinus</i>	+	+	+	+		Forêt - savane
<i>T.besti</i>		+	+	+		Forêt
<i>T.obscurhirtus</i>	+	+	+	+		Forêt - savane
<i>T.secedens</i>	+	+	+	+		Forêt - savane
<i>T.quadrisingatus</i>		+	+	+		Savane
<i>T.congolensis</i>		+	+			Forêt - savane
<i>T.taeniola</i>	+	+	+	+	+	Forêt - savane
<i>T.laverani</i>	+	+	+	+		Savane
<i>T.martini</i>			+			Préforestière
<i>T.ovazzai</i>		+	+	+		Savane
<i>T.coniformis</i>			+	+		Savane
<i>C.silacea</i>	+	+	+			Forêt
<i>C.dimidiata</i>	+	+				Forêt
<i>C.longicornis</i>	+	+	+	+	+	Forêt - savane
<i>C.distinctipennis</i>			+	+		Savane

Légende

C.-S. = Sous climat congolais septentrional - S.-O. = Sous climat soudano-oubanguien
D. = Sous climat oubanguien. - S.-G. = Sous climat soudano-guinéen
S.-S. = Climat sahélo-soudanien

Sur une opération pilote de prophylaxie antibilharzienne réalisée avec le diméthylthiocarbamate de zinc (Zirame)

par S. GRÉTILLAT et A. LACAN

La bilharziose génito-urinaire humaine, est une helminthiase très répandue au Sénégal, où dans certaines régions (Haute et Basse Casamance, Sénégal oriental, Saloum), elle peut être considérée comme une des principales endémies.

Comme viennent de le démontrer les recherches poursuivies au Laboratoire national de recherches vétérinaires de Dakar-Hann sur le cycle évolutif des schistosomes, de l'Ouest-africain, l'agent causal de cette helminthiase est *Schistosoma curassoni* Brumpt, 1931, parasite commun à l'homme et aux ruminants domestiques. Cette affection devant être considérée comme une amphixénose, le traitement des malades ne peut avoir qu'une très faible incidence sur l'abaissement du taux d'endémicité puisque le ruminant domestique représente un énorme réservoir de parasites et un disséminateur d'œufs du trématode (7, 8 et 9).

Les mollusques hôtes intermédiaires de *Sch. curassoni*, sont *Bulinus guernei* Dautzemberg au Sénégal oriental, dans le Saloum et la région du bas-fleuve Sénégal, *B. jousseaumei* Dautzemberg, en Casamance et *B. truncatus rohlfsi* (Clessin) sur le plateau du Tagant en Mauritanie (2).

L'épidémiologie de la maladie étant en partie connue, ainsi que les conditions et lieux d'infestation des malades, il est normal que l'on ait songé à détruire l'hôte intermédiaire vecteur, chaînon indispensable au développement, à la

multiplication du parasite et à sa dispersion. (Utilisation de produits molluscicides détruisant la faune malacologique de certains marigots ou mares reconnus comme étant des foyers d'infestation.)

C'est ainsi que dans le cadre des recherches entreprises par le service d'Helminthologie du laboratoire national de l'Elevage et de recherches vétérinaires de Dakar au sujet de la prophylaxie des maladies parasitaires à trématodes, s'inscrivent les essais à effectuer sur le terrain avec un nouveau produit molluscicide testé et mis au point au cours des années 1960 et 1962, par le même établissement de recherches, en l'occurrence de diméthylthiocarbamate de zinc ou Zirame (3-4-5-6, 10 et 11).

D'autre part, le service des grandes endémies du Ministère de la Santé et des affaires sociales de la République du Sénégal désirant entreprendre au cours de l'année 1963 plusieurs campagnes de prophylaxie antibilharzienne par destruction des mollusques hôtes intermédiaires, une opération pilote à l'aide du diméthylthiocarbamate de zinc fut réalisée dans les gîtes à mollusques de la région de Tambacounda (Sénégal oriental).

Cette région fut choisie pour les raisons suivantes :

a) Dans la partie du Sénégal située au nord-est, au nord, au nord-ouest, et au sud-ouest de Tambacounda, la nature des gîtes à mollusques vecteurs est connue depuis les prospections malacologiques effectuées en 1961, sur la de-

mande du service des grandes endémies du Ministère de la Santé et des affaires sociales de la République du Sénégal, par le laboratoire national de recherches vétérinaires de Dakar (2).

b) L'importance moyenne des points d'eau à traiter et leur diversité ont permis d'opérer dans des conditions très intéressantes au point de vue de la mise au point des techniques d'épandage du produit anti-mollusques, ainsi que des solutions à trouver aux problèmes posés par son transport sur les lieux d'utilisation qui sont parfois très difficiles d'accès.

c) Les foyers d'infestation des habitants et des animaux étant très nettement circonscrits dans cette région (mares et marigots permanents ou semi permanents), les contrôles d'efficacité se sont avérés beaucoup plus faciles à réaliser que dans des points d'eau de très grandes dimensions et moins bien délimités.

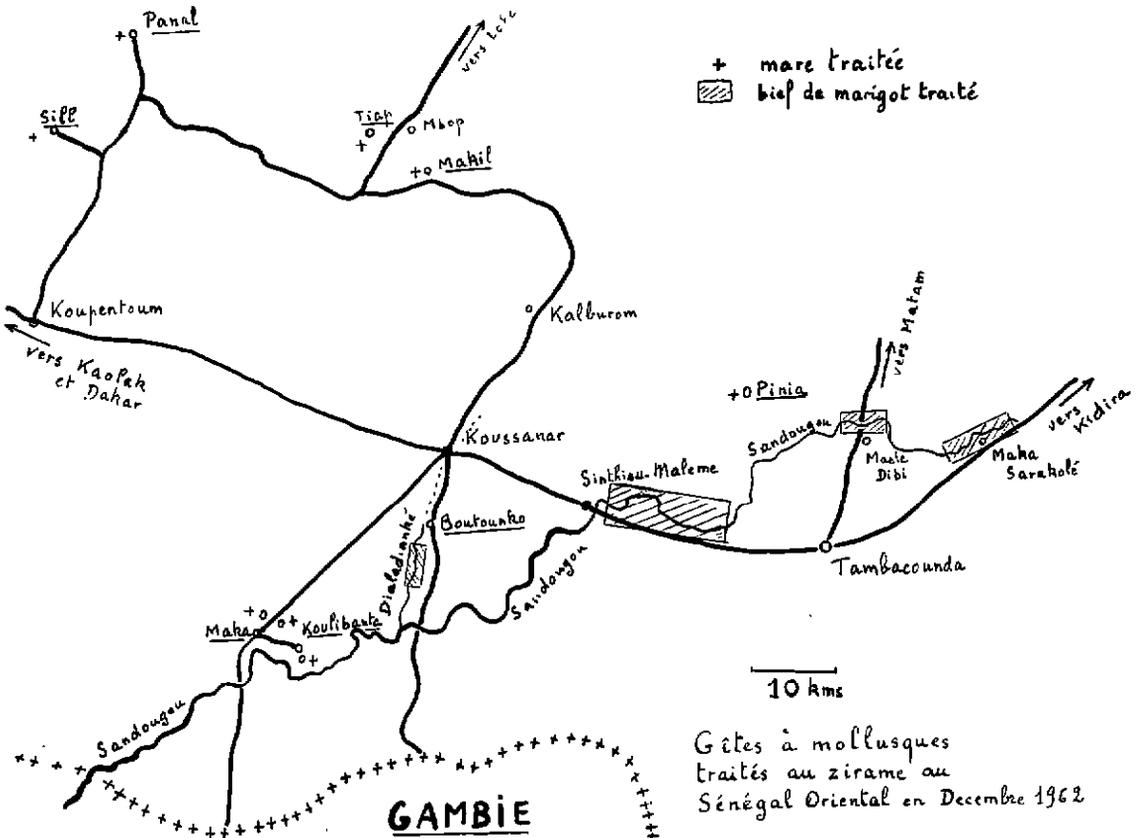
d) La diversité des gîtes à traiter a permis de mettre au point et de comparer les diverses méthodes à utiliser pour l'évaluation du volume de l'eau à assainir.

e) Travaillant sur des mares ou des biefs de marigot isolés les uns des autres, il a été possible de déterminer les doses minima mortelles pour les gastéropodes dans les conditions de la pratique courante, tout en évaluant l'incidence du traitement sur le devenir de la faune et de la flore du milieu.

f) Cette opération de moyenne envergure a permis de chiffrer le coût approximatif d'une campagne de plus grande importance sans entraîner de gros frais dus aux erreurs toujours possibles au cours d'une expérimentation à grande échelle.

En résumé, cette campagne pilote de lutte anti-mollusques s'est déroulée sous forme d'essais présentant d'une part, un intérêt au point de vue recherche, et d'autre part, marquant un pas vers le stade de pré vulgarisation des techniques et procédés à employer dans l'utilisation du produit molluscicide sur une grande échelle, avec des moyens beaucoup plus importants.

Enfin, il a semblé nécessaire de connaître (et ce point est loin d'être négligeable) les réac-



tions des habitants utilisant les points d'eau traités pour leur usage personnel (boisson, baignade, lessive) et l'abreuvement de leurs animaux domestiques, avant de se lancer dans l'assainissement de toute une région.

PLAN DE TRAVAIL

A. — Enquête préliminaire

a) Repérage des points d'eau avec leur importance et leur niveau permettant de fixer la date d'intervention la plus adéquate.

En effet, compte tenu de l'écologie du bulin vecteur rencontré dans cette région, qui s'enfonce dans le fond vaseux des mares et marigots quelques semaines avant leur dessèchement complet, il y a lieu d'appliquer le produit molluscicide quelques semaines avant cette période de migration, les mollusques enfoncés dans la vase ne pouvant être atteints par le produit. D'autre part, pour des raisons de prix de revient, il est recommandé de ne traiter qu'un volume d'eau réduit. Le choix judicieux de la date d'épandage du molluscicide présente donc un grand intérêt pratique et économique.

b) Etablissement du plan de campagne sur le terrain et sur carte, pour chiffrer et évaluer :

1° les distances et les moyens d'accéder aux gîtes à traiter, depuis un centre de rayonnement où sont entreposés matériels et produit anti-mollusques.

2° en tenant compte de la nature, de l'importance et des conditions d'environnement des différents points d'eau, prévoir pour chacun d'eux, une technique de traitement approprié et déterminer leur volume approximatif afin de chiffrer les quantités de molluscicide nécessaires à l'opération.

B. — Opération pilote proprement dite

a) Calcul du volume d'eau à traiter et de la quantité de molluscicide à répandre, soit par unité de surface (mare) soit par unité de longueur de gîte (marigot), compte tenu naturellement de la profondeur et de la largeur du cours d'eau à traiter.

b) Mesure du pH de l'eau, nature du fond, de la flore et de la faune aquatique.

c) Epandage du produit molluscicide.

d) Mise en place de « bâtons-pièges » ou de « cages de contrôle » pour évaluer l'efficacité et la diffusion du produit.

e) Contrôle des résultats obtenus au point de vue efficacité, diffusion, et toxicité du produit.

C. — Contrôles de fin d'expérimentation

Faits 10 à 15 jours après l'opération pilote proprement dite.

Evaluation du taux de mortalité parmi la faune malacologique.

Modifications éventuelles de la faune et de la flore aquatiques par observations et contrôles directs (informations recueillies auprès des habitants utilisant les points d'eau traités).

Réactions et attitude des villageois et des pasteurs transhumants.

MATÉRIEL ET MOYENS DE TRANSPORT UTILISÉS

Le produit molluscicide utilisé pour cette opération pilote fut à une exception près (mare de Sill, traitée au Bayer 73), du diméthylidithiocarbamate de zinc ou Zirame, présenté sous forme de poudre micronisée titrant 90 % de produit pur, dont 90 % au moins de particules ont un diamètre inférieur à 10 μ .

Cette poudre très légère est emballée en sacs de 20 kg d'un volume approximatif de 80 dm³, en jute, doublé d'un emballage en polyéthylène.

Le Zirame, qui a une solubilité maximum de 65 mg/l est un produit de synthèse ne présentant aucun danger pour les utilisateurs. Les seules précautions à prendre consistent à éviter son contact avec les muqueuses qu'il irrite (éternuements et picotements) et avec les yeux (larmoie-ment).

Les expériences faites en 1960-1961 au laboratoire national de l'Élevage et de recherches vétérinaires de Dakar et dans quelques points d'eau, ont montré qu'il avait une activité molluscicide très marquée sur *Bulinus guernei* Dautzemberg, *Bulinus senegalensis* (Müller) *Biomphalaria*

pfeifferi gaudi Ranson et *Lymnaea natalensis caillaudi* Bourguignat, à des doses variant entre 1 à 2 parties par million. Il possède, d'autre part, un pouvoir rémanent de trois semaines à un mois dans des milieux très vaseux quand on l'utilise à des doses de 5 à 10 p. p. m. (5 à 10 g/m³).

Sous forme de poudre micronisée, il diffuse très bien même dans des milieux encombrés de plantes aquatiques et il n'est que lentement absorbé par les matières organiques.

Autre propriété intéressante, il tue les larves de *Culicidae* à des doses de 1 à 2 p. p. m., ce qui permet de grouper en une seule intervention les prophylaxies antibilharzienne et antipalustre (6).

Main-d'œuvre.

Pour l'assainissement des mares et des marigots de la région proche de Tambacounda, quatre manœuvres ont été employés pendant trois jours et demi. Pour l'opération accomplie en région de Koussanar, deux manœuvres engagés sur place pour une durée de trois jours permirent d'effectuer tout le travail courant (transport des sacs, arpentage des contours des mares, gonflage du canot pneumatique, etc...).

Quant à l'épandage du molluscicide, il a été confié, pour les marigots, à un aide de laboratoire, qui s'acquitta très bien de cette tâche, délicate si l'on considère que la quantité du produit à répandre varie suivant la largeur et la profondeur du cours d'eau.

Epandage du produit anti-mollusque.

La phase d'épandage du molluscicide doit être précédée par le calcul du volume des eaux à traiter.

A ce sujet, dans la région où eut lieu cette opération pilote, deux catégories de points d'eau, les mares et les biefs de marigots posèrent des problèmes différents au point de vue de l'évaluation de leur volume, le facteur débit n'intervenant pas étant donné qu'il s'agissait d'une opération en eau dormante.

a) Mares.

Ce sont des collections d'eau à bords plus ou moins irréguliers, à fond latéritique en général, régulièrement incliné vers la partie la plus profonde de la mare là où se trouvent la où les

résurgences, dont le sol est la plupart du temps très vaseux, reconnaissables en surface grâce à une flore beaucoup plus dense de *Nymphaea* et parfois de lotus.

Ces mares étant à cette époque de l'année de petite superficie (2.000 à 5.000 m²), il a été possible d'établir leur profondeur moyenne en envoyant dans leurs différents points, un sondeur équipé de grandes bottes de chasse. La profondeur maximum de certaines mares peut atteindre plus d'1,50 m, alors que la profondeur moyenne reconnue à l'entour varie généralement entre 0,30 m et 0,50 m.

Le calcul de la superficie de ces points d'eau fut beaucoup plus malaisé en raison des contours irréguliers des bords, présentant parfois des diverticules latéraux de plus ou moins grande importance. Si ces derniers étaient étendus, et nettement circonscrits, on procédait à l'évaluation de leur volume en les considérant comme des mares latérales. S'ils étaient de superficie réduite, le contour de la mare était jalonné de telle sorte que sa surface soit représentée par un polygone simple dont les côtés suivent ou coupent les bords irréguliers de la collection d'eau, en veillant à ce que dans la mesure du possible, la surface des digitations compense approximativement celle des enclaves.

Ce piquetage permet de rapporter sur papier, après arpentage et relevé des angles à l'alidade, une figure dont il était facile de calculer la surface. Le volume était alors facile à obtenir.

Les chiffres trouvés étaient certes entachés d'erreurs, mais avaient cependant assez de valeur pour fixer la quantité de molluscicide à répandre.

Pour les mares, nous nous sommes contentés de répandre le Zirame à la main sur leur périphérie, le pouvoir de diffusion du produit étant largement suffisant pour qu'il se répartisse en quelques heures dans toute la masse aquatique.

b) Biefs de marigots.

Le principal marigot existant dans les régions Nord-ouest et sud-ouest de Tambacounda est un affluent du fleuve Gambie, le Sandougou. La longueur approximative de son cours est d'une centaine de km.

Les enquêtes malacologiques réalisées fin novembre 1962, ont montré que c'est le tiers supérieur de son cours qui recèle des gîtes per-

Tableau n° I

Lutte antimollusques dans les mares

Nom des gîtes traités	Volume ou importance (en m ³)	Flore	Eau pH	Fond	Mollusques (espèces et densité)		Quantité de molluscicide	Dose	Résultats (mortalité des mollusques)
					B.guerni	B.senegalensis			
Panal	60.000 m ³	Nymphaea rares	trouble 6,2	argileux	très rares *		Zirame 60 kg	1 p.p.m.	100 p.100
Makil	4.000 m ³	Nymphaea et lotus abondants	claire 6,0	latéritique	50 par m ² et plus	très rares	Zirame 30 kg	7 p.p.m.	cadavres observés au bord et en surface
Tiap	3.600 m ³	Nymphaea et lotus abondants	claire 6,2	latéritique et vaseux	40 à 50 par m ²	2 à 3 par m ²	Zirame 40 kg	12 p.p.m.	mare non contrôlée (accès très difficile)
Pinia	10 à 11.000 m ³	Nymphaea lotus et joncs rares	trouble 6,2	latéritique et vaseux	10 à 20 par m ²	rare	Zirame 25 kg	3 p.p.m.	mare non contrôlée (accès très difficile)
Maka (mare I)	2.500 m ³	Nymphaea abondants	trouble 6,2	vaseux	5 par m ²	-	Zirame 12,5 kg	5 p.p.m.	100 p.100
Maka (mare II)	1.800 m ³	Nymphaea abondants	vaseuse 6,0	très vaseux	2 à 5 par m ²	-	Zirame 10 kg	5,5 p.p.m.	100 p.100
Koulibanta	2.400 m ³	Nymphaea assez rares	vaseuse 6,0	très vaseux	moins de 5 par m ²	-	Zirame 8,5 kg	3,5 p.p.m.	100 p.100
Sill	1.500 m ³	Nymphaea abondants	trouble et vaseuse 6,0	latéritique et vaseux	plus de 100 par m ²	rare	Bayer 73 1.750 kg	1 à 1,25 p.p.m.	quelques mollusques encore vivants dans les anfractuosités.

* Cette mare avait déjà été traitée en 1961.

Tableau n° II

Lutte antimollusques dans les biefs de marigots

Nom des gîtes traités	Volume ou importance	Flore	Eau pH	Fond	Mollusques (densité de B. guernei)	Quantité de molluscicide	Dose approximative	Résultats (mortalité des mollusques)
Sandougou bief à gauche route Tambe-Metam	Largueur : 15 à 20 m Profondeur: 0,40 à 0,60m Longueur : 750 m Volume : 15.000 m ³	Nymphaea nombreux	6,2	vaseux	10 à 50 par m ²	Zirame 15 kg	1 p.p.m.	quelques mollusques encore vivants mais malades.
Sandougou bief à droite route Tambe-Metam	Largueur : 15 à 20 m Profondeur: 0,50 à 0,60m Longueur : 1.000 m Volume : 20.000 m ³	Nymphaea nombreux	6,2	vaseux	30 à 50 par m ²	Zirame 35 kg	2 p.p.m.	100 p.100
Sandougou bief de Matam-Sarakole (sources du marigot)	Largueur : 10 à 25 m Profondeur: 0,30 à 1 m Longueur : 4 km	Nymphaea nombreux	6,0	vaseux	plus de 50 par m ²	Zirame 100 kg	2 p.p.m.	100 p.100
Sandougou bief de Sirinthiou-Malémé	Largueur : 5 à 7 m Profondeur: 0,20 à 0,40m Longueur : 8 à 9 km	Nymphaea nombreux	6,0	vaseux	10 à 50 par m ²	Zirame 75 kg	2 p.p.m.	100 p.100
bief marigot de Boutourko.	10.000 m ³	Nymphaea	6,2	vaseux	10 par m ²	Zirame 20 kg	2 p.p.m.	100 p.100
bief marigot de Boutourko.	1.500 m ³	Nymphaea	6,2	vaseux	5 à 10 par m ²	Zirame 3 kg	3 p.p.m.	100 p.100
bief marigot Maladianké	Largueur : 10 à 15 m Profondeur: 0 m,30 Longueur : 500 m	Nymphaea		très vaseux	plus de 5 par m ²	Zirame 20 kg	1,5 p.p.m.	quelques mollusques encore vivants mais malades.

manents à *B. guernei* : par suite de leur assèchement très précoce (octobre-début novembre) ses marigots affluents ne semblent pas permettre à ce gastéropode d'eau douce « d'estiver » dans des conditions normales, dans des fonds sans doute trop éloignés de la nappe phréatique. Les très nombreuses coquilles vides de bulins trouvées sur le bord et sur le fond fissuré de ces petits cours d'eau, démontreraient aussi qu'un dessèchement précoce et rapide tue les mollusques avant qu'ils n'aient eu le temps de s'enfouir dans la vase.

Le gîtes permanents à *B. guernei* sont donc en novembre/décembre, des biefs de marigots dont la longueur varie de quelques centaines de m. à plusieurs km ayant de 10 à 20 m de large, sur 30 à 80 cm de profondeur, le plus souvent 40 à 50 cm.

Ces grandes collections d'eau très vaseuse par endroits (20 à 30 cm de vase fluide), sont encombrées d'une épaisse végétation aquatique comprenant principalement des nénuphars. Certaines, quoique de volume très réduit en fin de saison sèche, ne tarissent que très exceptionnellement fin juin, début juillet. Ce sont des bas-fonds du lit du marigot maintenus en eau par les affleurements ou des résurgences, et séparés par des hauts-fonds résultant de l'accumulation d'alluvions et surtout de déblais résultant de l'érosion des flancs de la vallée.

Pour calculer le volume de l'eau à traiter, nous avons procédé de la manière suivante : mesure du profil moyen du marigot avec évaluation de la quantité d'eau par m linéaire. A partir de ce volume initial, est établi le poids de Zirame à répandre par m de cours d'eau. En cours d'opération des corrections en plus ou en moins sont apportées à ce chiffre selon que la largeur et la profondeur du marigot augmentent ou diminuent.

Ces biefs de marigots n'étant en général abordables qu'en certains points (rives encombrées de broussailles et très boisées), il s'avéra peu pratique de tenter leur assainissement par épandage de Zirame à la main tout le long des rives. Un canot pneumatique fut donc utilisé : l'aide chargé de répandre et de doser le produit déversait le Zirame dans l'eau au moyen d'une mesure préalablement jaugée.

Les tableaux I et II résument les actions entreprises et les résultats obtenus.

DISCUSSION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS OBTENUS AU COURS DE CETTE OPÉRATION PILOTE

1° Assainissement des mares.

Les résultats obtenus dans les mares de PANAL, MAKIL, MAKÀ, MAKÀ II et KOULIBANTA, démontrent que, dans les conditions rencontrées sur le terrain, une dose de 2 à 3 p. p. m. de diméthylthiocarbamate de zinc est suffisante pour tuer tous les bulins présents dans un gîte.

Le pouvoir de diffusion du produit permet de ne le répandre qu'à la périphérie du point d'eau, le Zirame atteignant la partie centrale, soit par flottation de la poudre à la surface de l'eau, soit par simple dilution.

Expérimentalement, des cages en bois de 30 cm d'arête, recouvertes de treillis de nylon, dans lesquelles nous avons placé une cinquantaine de mollusques fixés sur des feuilles et des tiges de nénuphars nous ont permis d'évaluer le pouvoir de diffusion du Zirame en eau calme.

Les cages étaient disposées dans un coin de la mare de manière que leur emplacement soit distant d'une cinquantaine de m du dernier endroit où le Zirame avait été répandu.

Les contrôles de mortalité faits 72 heures après montrèrent que tous les bulins étaient morts depuis au moins 24 heures (coquilles blanc grisâtre vides de leur contenu).

Les mêmes résultats furent obtenus dans des mares où les *Nymphæa* et les lotus étaient très abondants. L'épaisseur et la densité de la flore aquatique ne semblent gêner en aucune manière, la diffusion du produit.

2° Assainissement des biefs de marigots.

En tenant compte des erreurs de dosage toujours possibles, dues surtout à l'évaluation du volume de l'eau à traiter, si l'on considère les résultats obtenus dans les différents biefs de marigots, des doses égales ou supérieures à 3 p. p. m. sont nécessaires. En effet, l'épandage du diméthylthiocarbamate de zinc y est plus régulier que dans les mares en raison de la faible largeur des biefs, mais il y a lieu de tenir compte, dans l'évaluation du volume de l'eau à traiter, de la grande quantité de vase fluide qui repose sur le

fond et dilue le molluscicide dans de notables proportions.

Les contrôles d'efficacité ont été réalisés sur bâtons-pièges qui sont en général des fragments de branches d'arbres plus ou moins pourris sur lesquels aiment à se fixer les mollusques.

Cette technique de contrôle est certes beaucoup plus grossière que celle des cages, mais c'est la seule réalisable dans les points d'eau éloignés où le matériel laissé sur place est considéré comme abandonné et disparaît dans les jours qui suivent sa mise en place.

Les échecs partiels constatés dans les biefs du Sandougou (Route de Tamba-Matam, bief gauche) et du Dialadanké seraient ainsi imputables à la nature très vaseuse de leurs fonds.

TOXICITÉ DU ZIRAME

1° Sur la flore aquatique.

Aux doses utilisées au cours de cette opération pilote le diméthylthiocarbamate de zinc n'a présenté aucun effet toxique sur les *Nymphaea*, les lotus et les Cyperacées, représentant la flore aquatique de ces mares et marigots.

2° Sur la faune aquatique.

a) *Poissons*. Les questions posées aux riverains des points d'eau traités (villageois ou pasteurs transhumants) lors des contrôles d'efficacité faits 15 jours environ après l'épandage du molluscicide, permettent d'affirmer que le diméthylthiocarbamate de zinc ne détruit qu'en partie la faune ichthyologique.

Les silures (*Clarias* sp.) sont épargnés ; par contre les jeunes *Hemichromis fasciatus*, *H. bimaculatus* et les *Tilapia melanopleura* sont plus sensibles à l'action du Zirame, sans toutefois être détruits en totalité comme nous avons pu le constater dans deux biefs de marigots, celui de Boutoungo I (contrôlé quatre jours après l'épandage) et celui de Maka-Sarakolé où de nombreux poissons vivaient encore 15 jours après son assainissement.

b) *Batraciens*. Si les larves de grenouilles (tétards) sont tuées par le Zirame, il ne nous a pas été possible de retrouver des cadavres de batraciens le long des bords des mares et des marigots traités.

c) *Insectes aquatiques*. Les larves de libellules mises à part, les coléoptères aquatiques adultes ne semblent pas être détruits par le diméthylthiocarbamate de zinc.

d) *Mollusques aquatiques autres que les Bulins*. Les mares de cette région présentent pour la plupart d'innombrables spécimens de *Caelatura mesafricana* Pilsby et Bequaert, dont la cavité palléale est souvent occupée par une larve commensale d'Ephéméroptère. Ce mollusque Eulamellibranche, comme son commensal, sont tués par le Zirame aux doses toxiques pour les *B. guernei* et *B. senegalensis*.

ACTION MOLLUSCIDE DU BAYER 73 OU BAYLUCIDE

A titre de comparaison, nous avons essayé ce molluscicide dans une mare (mare de Sill) de faibles dimensions, les quantités de BAYER 73 que nous avons à notre disposition étant très faibles.

Cette collection d'eau, à fond latéritique, fut traitée à raison de 1 à 1,25 p. p. m., dose double de celle préconisée par la Maison BAYER et par les chercheurs ayant procédé à des essais sur le terrain (1 ; 12 et 13).

Pour évaluer le pouvoir de diffusion du produit, nous l'avons déposé le long du tiers de la périphérie de la mare à environ 20 à 35 m des points les plus éloignés.

Les contrôles d'efficacité faits 15 jours après permirent de constater :

Une mortalité de 100 p. 100 chez les *B. guernei*, *B. senegalensis* et *Caelatura mesafricana*. Cependant, dans quelques anfractuosités des bords de cette mare (poches d'eau communiquant avec la masse d'eau centrale par de petits diverticules latéraux), nous avons pu recueillir quelques *B. guernei* encore vivants. Le BAYER 73 devrait peut-être être répandu beaucoup plus uniformément que le Zirame et aurait vraisemblablement un pouvoir de diffusion plus faible.

Malgré cela, on peut considérer ce produit comme diffusant bien même en eau calme, la présence de nombreux pieds de nénuphars n'entravant pas son action molluscicide en des points situés à plus de 30 m de son lieu d'épandage.

Toxicité pour la flore aquatique : Le BAYER 73 ne s'est pas révélé toxique pour les *Nymphaea*.

Toxicité pour la faune aquatique : L'absence de poissons et de batraciens dans cette mare n'a pas permis d'évaluer son degré de toxicité pour ces vertébrés. Par contre, nous avons trouvé de très nombreux cadavres de larves de libellules et de coléoptères aquatiques à la surface de cette collection d'eau 14 jours après son traitement par le BAYER 73.

ACCUEIL ET ATTITUDE DES HABITANTS UTILISANT LES POINTS D'EAU ASSAINIS

Ces mares et la plupart des biefs de ces marigots sont utilisés par de très nombreux habitants pour le ravitaillement en eau de boisson, les ablutions, le lavage du linge et l'abreuvement des animaux. L'épandage de molluscicide dans ces collections d'eau dont l'importance est vitale pour eux, aurait pu les amener à considérer une telle intervention comme contraire à leurs intérêts, et à nous soupçonner de polluer leurs seules ressources en eau avec un produit chimique peut-être nocif pour eux et pour leurs animaux. Il n'en a rien été, au contraire.

Il a suffi de leur expliquer en termes simples que l'hématurie dont ils souffrent a pour origine la présence des mollusques dans les mares et marigots, et que leur destruction au moyen du Zirame ne peut qu'apporter une amélioration de l'état sanitaire de la région.

Lors des contrôles d'efficacité faits deux semaines après le traitement, nombreux furent les éleveurs venant nous annoncer la destruction massive des mollusques en nous montrant les nombreuses coquilles vides de bulins jonchant les bords des mares ou des marigots, et nous donnant spontanément les observations qu'ils avaient pu faire au sujet de la toxicité du produit sur les poissons.

PRIX DE REVIENT DE CETTE OPÉRATION PILOTE ANTIMOLLUSQUE

Il serait fort présomptueux de prétendre qu'une seule intervention antimollusques sur le terrain suffit à abaisser considérablement le taux d'endémicité bilharzienne dans la région considérée.

Il y a lieu de prévoir, en effet, d'autres opérations au cours des années suivantes, surtout en ce qui concerne les biefs de marigot qui peuvent être repeuplés par la suite par des gîtes permanents passés inaperçus au cours des prospections préliminaires, ou par des gîtes mal assainis, ou par des poches d'eau traitées trop tardivement alors qu'un certain nombre de bulins se sont déjà enfoncés dans la vase du fond pour y « estiver ».

Cependant, cette opération-pilote permet de donner un ordre de grandeur du coût d'une opération antimollusques dans une région où les foyers d'infestation à bilharziose sont des mares disséminées, parfois très éloignées les unes des autres, ou des bas-fonds de marigot de grande superficie.

Cette première expérience montre que le prix de revient du produit et le coût de la main-d'œuvre sont très faibles par rapport aux frais de déplacement occasionnés par le transport du molluscicide et du personnel chargé de l'opération.

En effet, il suffit de 20 à 60 kg de Zirame pour assainir une mare (prix du Zirame : 230 francs C. F. A. environ le kg) et deux manœuvres pour le répandre. Mais l'accès de ces mares est si difficile qu'une demi-journée est quelquefois nécessaire pour les aborder avec un véhicule tous terrains devant se frayer un passage à travers des zones boisées, où n'existe aucune piste, mais seulement des sentiers empruntés par les pasteurs.

CONCLUSION

En résumé, cette opération-pilote de prophylaxie antibilharzienne a montré :

1° qu'en eau calme, très chargée en matières organiques, le diméthylthiocarbamate de zinc a une DL 100 sur *B. guernei* à des doses de 1, à 3 p. p. m.

2° que ce produit diffuse très bien, même dans des gîtes à mollusques encombrés par une flore abondante composée de *Nymphaea* et de lotus.

3° que pour le traitement des mares de petite et moyenne dimensions, le Zirame peut être répandu à leur périphérie d'où économie de temps et de main-d'œuvre, mais que, par contre,

dans les biefs de marigots longs et d'accès parfois difficile, le molluscicide doit être répandu à bord d'une pirogue ou mieux d'un canot pneumatique.

4° que le Zirame n'est que faiblement toxique pour les poissons existant dans ces points d'eau.

5° qu'il ne présente aucune toxicité pour le personnel chargé de son épandage, pas plus

que pour les habitants ou les animaux utilisant les eaux traitées.

— *Laboratoire national de l'élevage
et de recherches vétérinaires
de Dakar-Hann (Rép. du Sénégal)
(Service d'helminthologie)*

— *Ministère de la santé de la République du Sénégal
(Service des grandes endémies)*

SUMMARY

Concerning a pilot trial on antibilharzia prophylaxy carried out with dimethyldithiocarbamate of zinc (Zirame)

A pilot trial on antibilharzia prophylaxy was conducted in eastern Senegal and proved :

1) that in still waters containing high quantities of organic matter, dimethyldithiocarbamate of zinc has a L. D. 100 on *B. guernei* at dose from 1.5 to 3 p. p. m. ;

2) that this chemical spreads extremely well, even in molluscan habitats where the flora is composed of an abundance of *Nymphaea* and lotus ;

3) that for the treatment of small and medium sized ponds, Zirame may be spread on the periphery thus saving time and labour but, on the otherhand, for large sized ponds, the molluscicide must be spread from a canoe or, better still, from a rubber dinghy ;

4) that Zirame is only feebly toxic to fish ;

5) that it has no toxic effects on the workers spreading it or on the animals and people using the treated water.

RESUMEN

Acerca de una operacion piloto de profilaxia antibilharziana realizada por medio del dimetilditiocarbamato de zinc (Zirame)

Una operación piloto de profilaxia antibilharziana, realizada en el Senegal oriental ha servido para demostrar :

1) que en agua calma, muy cargada de materia orgánica, el dimetilditiocarbamato de zinc a una D L 100 sobre *B. guernei* a dosis de 1,5 a 3 p. p. m. ;

2) que este producto tiene una buena difusión, incluso en morada de moluscos atascadas por una flora abundante compuesta de *Nymphaea* y de lotus ;

3) que para el tratamiento de las albercas de dimensiones pequeñas y medianas, el Zirame puede ser aplicado en su periferia, derivándose de ello una economía de tiempo y de mano de obra pero que, contrariamente, el moluscicida debe ser aplicado a bordo de una pirogaa o, mejor aún, de una canoa neumática ;

4) que el Zirame es poco tóxico para los peces que existen en estos puntos de agua ;

5) que nos presenta ninguna toxicidad para el personal encargado de su aplicación, del mismo modo que para los habitantes o animales que utilizan las aguas tratadas ;



Photo 1. — *Marigot de Sinthiou Malémé.* — L'équipe d'assainissement montée sur le canot pneumatique franchit un passage de faible profondeur en pleine forêt. Les rames n'étant plus d'aucune utilité, un aide muni de balles de chasse pousse le canot à la main.



Photo 2. — *Marigot de Maka — Sarakolé* — Epannage de zirame.



Photo 3. — *Mare de Maka II*. — Fond vaseux. Epandage de zirame à la périphérie de la mare



Photo 4. — *Mare de Sill*. Sol latéritique. Foyer important de bilharziose, 50 à 60 p. 100 des *B. guernei* infestés par des formes larvaires de *Sch. curassoni*. La présence de très nombreux crocodiles ne gêne en rien l'utilisation de ce point d'eau par les pasteurs transhumants et les habitants du village de Sill.



Photo 5. — L'équipe d'épandage de zirame en tenue de travail.



Photo 6. — *Mare de Makil*. — Pieds de nénuphars sur lesquels on aperçoit de très nombreuses coquilles de *Bulinus guernei* tués par le zirame (contrôles faits 16 jours après l'épandage du produit molluscicide).

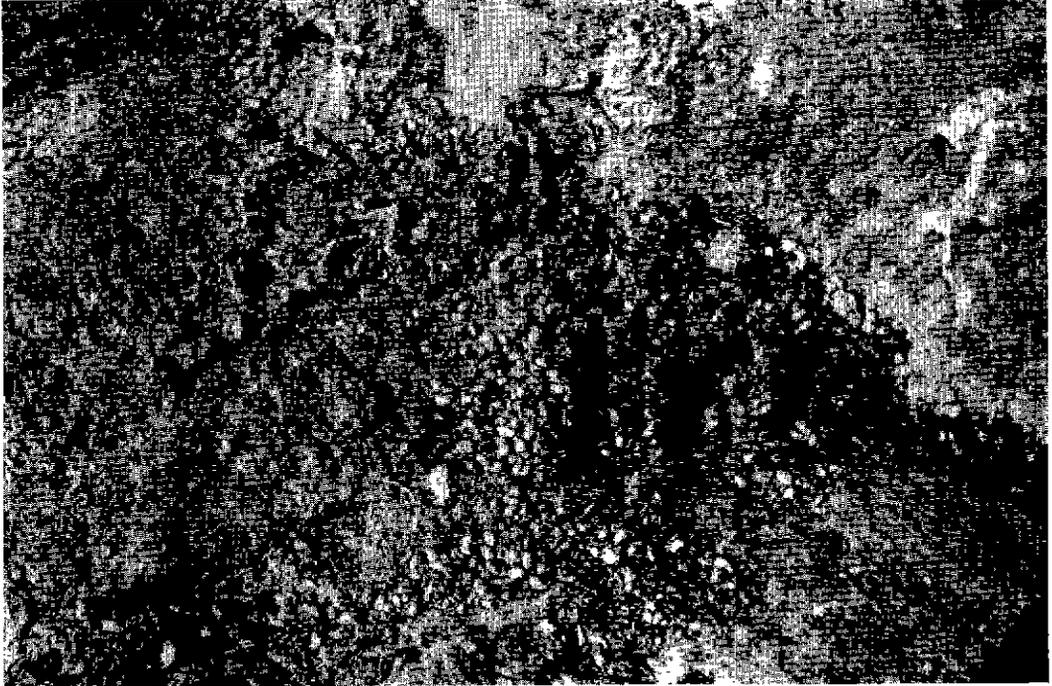


Photo 7. — Mare de Makil. — Coquilles vides de *Bulinus guernei* et *Coelatura mesafricana* tués par le zirame et reposant sur les bords latéritiques de la mare. Les contrôles d'efficacité du produit molluscicide ayant été faits 16 jours après son épandage, les cadavres sont restés sur place alors que le niveau de l'eau baissait par assèchement progressif du point d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 GÖNNERT (R.). — Results of laboratory and field trials with the molluscicide Bayer 73. *Bull. Org. mond. Santé.* 1961, **25**, 483-501.
- 2 GRETILLAT (S.). — Epidémiologie de la bilharziose vésicale au Sénégal-oriental. Observations sur l'écologie de *Bulinus guernei* et de *Bulinus senegalensis*. *Bull. Org. mond. Santé.*, 1961, **25**, 459-66.
- 3 GRETILLAT (S.). — Un nouveau molluscicide, le diméthylthiocarbamate de zinc (Zirame). *Bull. Org. mond. Santé.*, 1961, **25**, 581-88.
- 4 GRETILLAT (S.). — Prophylaxie des affections à trématodes de l'homme et des animaux domestiques par destruction des mollusques hôtes intermédiaires. *Cahiers Méd. Vét.*, 1961, **30**, 153-71.
- 5 GRETILLAT (S.). — Distomatose et bilharziose des ruminants domestiques. Leur prophylaxie par la lutte antimollusques. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays Tropicaux*, 1961, **14**, 3, 293-313.
- 6 GRETILLAT (S.). — Un molluscicide (Zirame) actif contre les formes larvaires de *Culicidae*. *Bull. Org. mond. Santé* 1962, **26**, 67-74.
- 7 GRETILLAT (S.). — Recherches sur le cycle évolutif du schistosome des ruminants domestiques de l'Ouest africain (*Schistosoma curassoni* Brumpt, 1931). *C. R. Acad. Sci.*, 1962, **255**, 1657-59.
- 8 GRETILLAT (S.). — Une nouvelle zoonose, la « Bilharziose Ouest Africaine » à *Schistosoma curassoni* Brumpt, 1931, commune à l'homme et aux ruminants domestiques. *C. R. Acad. Sci.*, 1962, **255**, 1805-7.

- 9 GRETILLAT (S.). — Etude du cycle évolutif du schistosome des ruminants domestiques de l'Ouest africain et confirmation de l'espèce *Schistosoma curassoni* Brumpt, 1931. *Ann. Parasit. Hum. Comp.*, 37, 4, 556-68.
- 10 NOLAN (M. O.) et BOND (H. W.). — Results of laboratory screening tests of chemical compounds for molluscocidal activity — III — Derivatives of abietic acid., *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 1955, 4, 152-55.
- 11 PAULINI (E.), CHAIA (G.) et FREITAS (J. De R.). — Trials with the molluscicides Rhodiacid and Bayer 73. *Bull. Org. mond. Santé*, 1961, 15, 706-09.
- 12 SCHIFF (C. J.). — Trials with a new molluscicide, Bayer 73, in Southern Rhodesia. *Bull. Org. mond. Santé*, 1961, 15, 533-42.
- 13 WEBBE (G.). — Laboratory and field trials of a new molluscicide Bayer. 73, in Tanganyika. *Bull. Org. mond. Santé*, 1961, 15, 525-31.
-

Une méthode d'étude et de cartographie des pâturages tropicaux

par G. BOUDET et F. BAEYENS

P. MAINGUY (22) concluait en 1958, dans une revue synoptique des méthodes d'étude des pâturages tropicaux : « Nous ne disposons à l'heure actuelle, d'aucune méthode pratique, éprouvée, ... un effort d'organisation et de standardisation des méthodes de travail est indispensable. Il serait impensable de laisser chaque technicien travaillant isolément improviser ses méthodes de prospection. »

Sans aller jusqu'à préconiser une méthode de travail officielle, nous exposons les techniques, qui bien qu'encore perfectibles, sont actuellement employées à l'I. E. M. V. T., techniques élaborées peu à peu au cours de nos travaux, en tenant compte des problèmes rencontrés et des publications effectuées par d'autres chercheurs.

L'étude des pâturages tropicaux peut être décomposée en une phase analytique comprenant l'inventaire détaillé de la végétation et l'appréciation de sa valeur bromatologique et, une phase synthétique où les types de pâturages sont décrits, leur valeur fourragère spécifiée et leur répartition précisée par cartographie.

A. — PHASE ANALYTIQUE

INVENTAIRE DE LA VÉGÉTATION

a) Travaux antérieurs.

La plupart des chercheurs travaillant en station ont étudié les pâturages par enclos. Cette méthode donne une appréciation valable de la parcelle.

J. PAGOT et Coll. (25 et 10) utilisent à partir de 1954 des méthodes de comptages systématiques au Centre de recherches zootechniques de Bamako-Sotuba.

Les strates arbustives et arborées y sont généralement denses dans les pâturages naturels et les auteurs étudient séparément espèces herbacées et espèces ligneuses.

L'étude de la strate herbacée est particulièrement approfondie et la « méthode des carrés » est adoptée. La parcelle est parcourue suivant des lignes parallèles espacées de 25 à 50 m et tous les 25 ou 50 m, les plantes incluses dans un cadre en bois de 50 cm de côté sont identifiées et dénombrées.

L'espacement des prises est calculé de façon à obtenir un minimum de 5 prises à l'hectare.

Dans les pâturages débroussés et les jachères, la « méthode du pied » est également utilisée. Le pâturage est parcouru suivant des lignes espacées de 10 à 20 m et tous les 10 ou 20 m, les plantes recouvertes par le pied sont identifiées et dénombrées. La surface inventoriée représente 3 dm² environ et un minimum de 25 prises à l'ha est nécessaire.

F. MONNIER (23) utilise en 1959 la « méthode des lignes d'interception », à la station de Wakwa dans l'Adamaoua camerounais. A la fin de la saison des pluies, 40 lignes de 5 m sont réparties au hasard sur des enclos dont la surface varie de 3 à 10 ha.

Les individus d'espèces appréciées et inappréciées sont relevés le long d'un câble et la largeur de la touffe est mesurée au ras du sol. Le tout, exprimé en pourcentage, donne la fréquence relative et le pourcentage de couvert de base de chaque espèce.

Les chercheurs travaillant en régions non aménagées ont utilisé des techniques plus extensives. O. BRÉMAUD (30) préconise en 1956, une méthode de prospection centrée sur les points d'eau, pour l'étude des pâturages mauritaniens. Un premier prélèvement a lieu aux abords du puits puis 3 prélèvements espacés de 5 km sont répartis sur les axes des 4 points

cardinaux. Pour chaque lieu de prélèvements, les espèces herbacées, arbustives et arborées sont identifiées et le type de pâturage défini : dune, reg, plaine, bas-fond argileux...

Très vite, les chercheurs étudient les formations végétales pâturables en fonction de leurs caractères écologiques. En 1940, J. TROCHAIN (31) classe les steppes et savanes du Sénégal en tenant compte des caractères climatiques : pluviosité, température, insolation ; et des caractères édaphiques : pH, texture, structure, perméabilité des sols.

En 1945, R. SCHNELL (29) travaillant en zone de forêt dense, distingue dans les monts Nimba de Guinée, des savanes édaphiques sur cuirasse ayant pour origine un lessivage continu d'où à l'action répétée des déboisements et des feux courants, et des savanes sur argiles de bas-fonds s'installant après démantèlement de la cuirasse par l'érosion, et pouvant retourner à la forêt par suite de la suppression des feux courants.

B. HAVARD-DUCLOS (16), classe en 1952, les pâturages tropicaux d'après les sous-climats, les formations végétales et la nature des sols sous-jacents.

H. JACQUES-FÉLIX (17) accentue en 1956, le caractère écologique de sa classification des herbages. Les facteurs écologiques dominants y déterminent les grandes divisions : herbages anthropiques en climax forestier, herbages édaphiques en climax forestier sur sols sableux ou cuirassés ; herbages climatiques des steppes.

R. PORTÈRES (26), étudie en 1956, les prairies des plateaux sableux de la basse Côte d'Ivoire par relevés d'aires minimales et classe les espèces rencontrées en espèces indifférentes, espèces de groupement associatif, espèces d'alliance et espèces d'ordre. Il définit également 3 faciès édaphiques caractérisés par le degré d'abondance de certaines espèces.

P. MAINGUY (22) pense en 1958 qu'il faut avant tout préciser les types de pâturages en « unités biologiquement significatives », l'individu d'association étant l'unité d'étude idéale pour l'échantillonnage.

BOUDET et DUVERGER (2), étudient en 1958-59 les pâturages sahéliens par relevés phytosociologiques. L'unité d'étude est caractérisée, par sa physionomie, son homogénéité floristique, sa situation topographique, ses caractéristiques pédo-

logiques et le plus souvent possible, la nature géologique de la roche-mère.

Les espèces végétales présentes sont identifiées et dénombrées de façon approximative par dm^2 , m^2 , $4 m^2$, $100 m^2$, ou pour l'ensemble du relevé, et le dénombrement est évalué pour la surface du relevé. L'importance relative des espèces est exprimée par l'abondance, ou nombre d'individus, et par la dominance, ou pourcentage de recouvrement des couronnes foliaires.

L'aire des échantillons étudiés varie selon les types, de $100 m^2$ à l'ha. Ce n'est pas une aire minimale au sens phytosociologique, mais l'expérience conduit les auteurs à définir, comme surface du relevé, la surface englobant toutes les espèces ligneuses du groupement végétal étudié.

La synthèse des relevés par tableaux, permet d'affecter un coefficient de présence, à chaque espèce du type de pâturage. L'abondance est exprimée par un nombre moyen d'individus à l'ha et la dominance par un pourcentage de recouvrement moyen. Les espèces sont réparties d'autre part en groupes écologiques, la prédominance de l'un d'eux caractérisant le type de pâturage.

Les caractères écologiques du type de pâturage sont d'ailleurs précisés par la situation topographique et les caractères hydriques et pédologiques des individus de groupements rattachés à ce type.

M. MOSNIER (24) utilise également cette méthode en 1959-1960 dans la région de Kaédi.

Étudiant en 1960-1961, les pâturages sahéliens du ranch de l'Ouadi-Rimé au Tchad, H. GILLET (12 et 13) cite pour mémoire les espèces ligneuses et porte toute son activité sur l'étude des plantes herbacées. Il utilise la notion d'aire minimale, aire contenant environ 90 p. 100 des espèces du pâturage. Il affecte à chaque espèce un coefficient d'abondance-dominance où se confondent les notions de fréquence, volume, surface et dominance : « La plante la plus abondante en fréquence est en général celle qui occupe le plus grand volume, s'étend sur la plus grande surface et paraît dominante. »

L'auteur précise ensuite son inventaire par comptage des individus de chaque espèce sur une surface pouvant varier de 1 à $100 m^2$, cette surface devant contenir une cinquantaine de pieds de la plante principale. Pour apprécier la productivité des espèces, l'auteur donne au

terme « individu » un sens particulier, qui est « l'unité plante », ou pour les graminées, « l'unité talle ». L'individu « touffe » est considéré comme une colonie et les unités talles y sont dénombrées. L'unité talle de graminées est un éclat de souche, ou chaume feuillé muni de racines. L'auteur dissèque également les individus émettant des tiges rayonnantes, prostrées, ou stolonifères à partir d'un pivot central.

b) Méthode préconisée.

1° Physionomie générale des pâturages : Elle permet de les classer d'après la nomenclature définie au congrès de phytogéographie à Yangambi (32) :

— forêt claire = forêt ouverte à strate arborescente décidue dont les cimes sont plus ou moins jointives ;

— savane = formation herbeuse comportant une strate herbacée supérieure d'au moins 80 cm de hauteur qui influence une strate inférieure,

— savane boisée où arbres et arbustes forment un couvert clair,

— savane arborée, où arbres et arbustes sont disséminés,

— savane arbustive, où seuls les arbustes sont présents,

— savane herbeuse, sans arbres ni arbustes ;

— steppe = formation herbeuse ouverte n'atteignant pas 80 cm de hauteur ; selon l'importance des arbres et arbustes, la steppe peut être arborée, arbustive, buissonnante ou herbacée ;

— prairies = formation fermée constituée principalement de graminées et cypéracées à tempérament mésophile ou hygrophile :

prairie aquatique, en eau profonde,

prairie marécageuse,

prairie altimontaine.

2° Relevés phytosociologiques.

R. SCHNELL (29) en 1945, J. LEBRUN (20) en 1947, L. EMBERGER, G. MANGENOT, J. MIÈGE (8) en 1950, R. PORTÈRES (26) en 1956, ont employé avec succès en zones tropicale et équatoriale la technique de relevés phytosociologiques pour les inventaires de végétation. Les bases de la méthode phytosociologique avaient été préalablement exposées et commentées dès 1932 par J. BRAUN-BLANQUET (3).

Depuis ces premiers travaux, des chercheurs ont apporté des modifications aux méthodes de travail. C'est ainsi que P. DUVIGNEAUD (7) en 1949 cherche à définir la végétation des savanes en groupes d'espèces liées à un caractère écologique particulier. Il précise des groupes d'espèces à amplitude écologique restreinte, d'autres groupes à amplitude plus large et il reporte l'unité écologique à l'alliance des phytosociologues.

Pour définir ses groupes écologiques, il étudie les auréoles de végétation, les zones de recouvrements de groupements végétaux homogènes et relève des transects ou catena à travers des séries topographiques : thalweg, pente, sommet de colline... Cette technique de la catena permet entre autres, de définir l'amplitude écologique relative des espèces rencontrées.

J. KOEHLIN (18) en 1961, parle de groupements végétaux caractérisés par des groupes d'espèces précisant l'optimum écologique des stations.

Les facteurs stationnels pris en considération peuvent être naturels ou artificiels : climat, sol, concurrence entre les espèces, action de l'homme, des feux ou des animaux. Parmi ces facteurs, « l'influence de la roche-mère, constamment remise en jeu par l'érosion, sous l'effet des actions climatiques violentes propres aux régions intertropicales, reste prépondérante... C'est le type de la roche-mère qui détermine le plus souvent les caractéristiques physiques des sols ».

Le relief a également un rôle prédominant. « Des différenciations dans la végétation des savanes naissent de l'action des facteurs pédologiques en fonction du relief : lessivage sur les sommets, érosion sur les pentes, colluvionnement et alluvionnement dans les bas-fonds. »

A l'intérieur des formations végétales définies au Congrès de Yangambi, nous préconisons l'inventaire de la végétation par relevés phytosociologiques, sur des individus de groupements caractérisés par leur physionomie homogène et leurs conditions écologiques propres. La technique de relevé préconisée en 1957 par le professeur L. EMBERGER et ses collaborateurs (9) sert de base à notre travail. La végétation est étudiée par strate de façon aussi précise que possible avec énumération approximative des individus. La station dans laquelle s'effectue le relevé est caractérisée par le relief, la roche-

mère, la nature du sol, sa texture et ses conditions hydriques.

Les strates arbustives et arborées sont inventoriées séparément et le nombre d'individus est exprimé à l'ha. Les espèces ligneuses peuvent présenter une amplitude écologique plus étendue que les espèces herbacées et doivent permettre la définition de groupements végétaux d'échelle supérieure.

A l'ombre de ces arbres et notamment en zone sahélienne, des communautés particulières d'espèces herbacées se développent et constituent d'excellents pâturages de saison des pluies, qui doivent être identifiés séparément.

Ailleurs, les plantes herbacées s'associent en fonction de leurs besoins écologiques propres et les caractères hydriques de la station ont, habituellement, une influence prépondérante en climat tropical.

Les caractères écologiques de la station sont précisés par la texture, la structure et la perméabilité du sol, l'absence ou la présence à un niveau plus ou moins élevé d'une nappe phréatique.

Le relevé des strates herbacées s'effectue sur une surface définie comme l'aire minimale de la station, cette surface étant atteinte lorsque l'augmentation du nombre des espèces présentes reste inférieure à 10 p. 100 quand la surface inventoriée est doublée.

L'aire minimale doit être définie en premier lieu et tous les relevés d'un même groupement auront alors la même surface.

Les individus des espèces rares sont dénombrés sur l'ensemble du relevé, ceux des espèces plus abondantes le sont sur 100 m², 10 m², 4 m², 1 m², ou même quelques dm² si l'espèce considérée forme un véritable tapis.

L'abondance des espèces est enfin exprimée en nombre d'individus pour la surface du relevé, l'individu pouvant être constitué d'une tige unique ou d'une touffe.

La surface de recouvrement moyen des couronnes foliaires est évaluée. Cette surface multipliée par le nombre d'individus présents dans le relevé donne la surface recouverte par l'espèce.

La dominance de l'espèce est exprimée par le pourcentage de recouvrement :

$$\frac{\text{surface recouverte}}{\text{surface du relevé}} \times 100$$
, et elle varie selon les saisons.

La comparaison de tels relevés permettra ultérieurement de broser une vue d'ensemble des divers pâturages et d'apprécier leur évolution « phytosociologique » aux diverses saisons climatiques du lieu.

3° Détermination des plantes.

Pour dresser puis comparer ses relevés phytosociologiques, l'agrostologue a besoin de connaître les noms des plantes inventoriées avec le maximum d'exactitude.

L'agrostologue de terrain est dans l'impossibilité de déterminer ses échantillons avec précision. Il travaille dans des conditions difficiles, son équipement est rudimentaire, et il dispose rarement de flores régionales. Il est rare enfin, qu'il puisse avoir accès à un herbier de référence situé à proximité des lieux de prospection.

Dans de telles conditions, nous avons préféré centraliser les déterminations au laboratoire métropolitain. L'agrostologue prélève ses échantillons à déterminer en plusieurs exemplaires et remplit une fiche de récolte comportant de nombreux renseignements sur la plante et son habitat.

Il garde un double de chaque échantillon et adresse l'autre à la section métropolitaine. Là, un taxonomiste rassemble toutes les récoltes de l'équipe, et procède aux déterminations. Il profite d'un équipement correct, d'une abondante bibliographie et sa situation géographique facilite les comparaisons avec l'herbier du Muséum national d'histoire naturelle et les prises de contact avec les taxonomistes spécialistes des principales familles tropicales.

Après détermination, les récoltes sont classées dans un herbier de référence et les noms des échantillons sont précisés, dans les plus courts délais, à l'agrostologue de terrain. Ce dernier peut alors compléter les fiches de son herbier de travail et préciser les noms des plantes rencontrées lors de l'établissement des relevés.

4° Méthode de la bande d'interception.

Sur certains individus de groupements caractéristiques et suffisamment étendus, l'inventaire sera approfondi par des méthodes susceptibles d'interprétation statistique.

L'étude des pâturages par transects linéaires est assez prisée, car elle facilite les études statistiques.

D. BROWN (4), en 1954, cite diverses techniques :

Les méthodes de la ligne d'interception de CANFIELD ou d'ANDERSON, où est mesurée la longueur d'interception des individus végétaux par un câble. La longueur des lignes est telle que l'addition des mesures donne immédiatement le pourcentage de couvert de base des espèces.

La méthode de la bande d'interception de PARKER et SAVAGE, citée également par D. BROWN consiste à relever sur une largeur d'un cm, les longueurs d'interception des individus de plantes.

G. LONG (21), propose en 1958, une méthode linéaire pour l'étude de l'évolution saisonnière de la végétation, en adaptant la « 3 step Method » de K. W. PARKER. Périodiquement la végétation est inventoriée sur la même ligne matérialisée par 3 piquets. Les relevés s'effectuent aux mêmes points, tous les 20 cm d'un double-décamètre dont la fixation est chaque fois rigoureusement identique. Le double-décamètre est fixé au-dessus de la sirate herbacée, le contact avec le premier piquet étant réalisé entre 0 et 10 cm, au même mm.

Les observations sont effectuées à chaque graduation multiple de 20 cm, 100 lectures sont réalisées et à chaque répétition, les lectures seront effectuées exactement au même point. Les observations se font à l'intérieur d'une bague de 2 cm de diamètre et sont notés, les couronnes rencontrées vivantes ou mortes, les souches et rejets, la litière, la nature du sol superficiel, le tout avec un coefficient précisant l'importance relative de chaque élément. La ligne est donc décomposée en 100 échantillons primaires permettant ultérieurement d'étudier l'évolution des fréquences relatives des couronnes foliaires, des pieds des végétaux et des éléments de la surface du sol (litière, graviers, sol nu).

Pour obtenir un échantillonnage valable susceptible de fournir, avec une erreur acceptable, la fréquence relative des pieds des espèces et le pourcentage des couverts de base, il nous faudrait multiplier le nombre des lignes d'interception, d'où complications diverses et trop grand nombre de piquets devant rester minutieusement à la même place.

F. MONNIER (23), utilise en 1959, une ligne d'interception longue de 5 m qu'il répète 40 fois sur des parcelles de 3 à 10 ha.

Nous avons préféré, malgré les erreurs expérimentales possibles, que lui reprochait F. MONNIER, la méthode de la bande d'interception de PARKER et SAVAGE décrite par D. BROWN (4 p. 67). En effet, les lignes d'interception sont parfaites pour apprécier la fréquence relative des espèces. Il n'en est pas de même lorsqu'est évalué le couvert de base. Les méthodes de MONNIER, de CANFIELD ou d'ANDERSON donnent, en effet, des mesures linéaires et des pourcentages de mesures linéaires alors que le couvert de base total de chaque espèce devrait être exprimé par le carré de ces mesures individuelles.

La largeur de bande d'un cm utilisé par PARKER et SAVAGE est difficile à apprécier sur le terrain et nous avons préféré adopter une largeur de 4 cm matérialisée par la largeur du pouce de part et d'autre d'une cordelette en nylon de 2 mm de diamètre.

Les bandes d'interception sont réparties dans une unité d'étude qui est un carré de 50 m de côté, délimité au milieu d'un individu caractéristique du groupement.

L'origine et l'orientation des lignes sont fixées au hasard par une méthode mise au point par F. MONNIER (23).

Installé au centre du carré, l'observateur utilise un petit tourniquet qui lui donne une direction. Il parcourt dans cette direction, un certain nombre de pas fixé par tirage dans un lot de numéros. S'il atteint la limite du carré avant d'avoir achevé son parcours, il revient vers le point central. L'emplacement du pied en fin de trajet détermine l'origine du transect. La direction d'observation est fixée de nouveau par le tourniquet.

La ligne est matérialisée par une cordelette en nylon longue de 10 m, d'un diamètre de 2 mm, et munie à chaque extrémité d'une fiche d'arpenteur.

La ficelle est d'abord tendue par deux aides au-dessus des herbes puis amenée progressivement près du sol en écartant délicatement les chaumes de part et d'autre (photo n° 1).

La végétation est inventoriée sur une largeur de 4 cm, soit environ la largeur du pouce de part et d'autre de la cordelette et chaque individu

d'espèce, tige isolée ou touffe, est noté. La largeur des individus est mesurée à 0,5 cm près, à 1 cm du sol environ. Les individus de diamètre inférieur à 0,5 cm sont notés par +, valeur équivalant par convention à 0,2 cm. Ces mesures enregistrées sur une « fiche bande » sont ensuite élevées au carré pour évaluer le recouvrement de base. Dès que le diamètre d'une touffe dépasse

4 cm, ce dernier est multiplié par 4, la surface comprise dans le relevé étant alors assimilée à un rectangle. Si une de ces touffes n'est présente que d'un seul côté de la cordelette la longueur d'interception est divisée par 2.

15 à 20 minutes sont nécessaires à un observateur expérimenté pour disposer et relever une bande.

Exemple de fiche « Bande ».

Fiche Bande											
Opérateur :		Relevé n° : 20				Date : 15/11/62				Ligne n° : 1	
Numéro d'ordre des individus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fré- quence	Surface en cm ²
Espèces											
<i>Elymandra androphila</i>	2,0	3,0	1,0	+	20,0	5,0	1			7	115,04
(en surface)	4,0	9,0	1,0	0,04	80,0	20,0	1,00				
<i>Panicum hystrix</i>	÷	0,5	1,0							3	1,29
(en surface)	0,04	0,25	1,0								

Nombre de bandes nécessaire.

La quantité minimum de bandes à relever sur un élément de groupement doit être précisée. Elle peut être définie par le nombre d'espèces présentes ou par la fréquence relative de l'espèce dominante.

Dans le premier cas, une courbe est établie. La quantité de bandes est inscrite en abscisse et le nombre cumulé des espèces correspondant est inscrit en ordonnée. Le nombre minimum de relevés est supposé atteint au point d'inflexion de la courbe, ou plus exactement, lorsque l'étude d'une nouvelle ligne n'augmente pas le nombre d'espèces de plus de 10 p. 100.

Après le second critère, le rapport de l'effectif cumulé de l'espèce dominante, sur l'effectif cumulé de tous les individus relevés, permet de calculer un intervalle de confiance de la fréquence relative de l'espèce dominante, après chaque nouvelle bande étudiée.

Pour évaluer le nombre de bandes nécessaire, nous nous fixons une précision de la fréquence relative à un écart de 5 p. 100.

Le nombre d'individus observés N, est grand et le rapport du nombre d'individus de l'espèce

dominante sur le nombre d'individus observés n'étant pas voisin de 0 et 1, l'intervalle de confiance symétrique à 95 p. 100 pour p est :

$$f - 2 \sqrt{\frac{pq}{N}} \text{ et } f + 2 \sqrt{\frac{pq}{N}} \quad (*)$$

Pour maintenir la précision que nous nous sommes fixée, le nombre de bandes nécessaire variera donc selon la densité de la strate herbacée et l'abondance relative de l'espèce dominante.

Exemple de recherche du nombre de bandes nécessaire

Cette étude a été effectuée dans une savane à *Borassus aethiopicum* et *Elymandra androphila* située près de Toumodi en République de Côte d'Ivoire.

(*) Pour réaliser les études statistiques de cet article, nous avons utilisé les ouvrages de base de M. LAMOTTE (19) et A. VESSERAU (33) et nous remercions le Docteur G. GAYOT qui a bien voulu prendre une part active à la recherche de tests statistiques susceptibles d'être utilisés dans notre méthode d'étude de la végétation.

1° Critère du nombre d'espèces présentes.

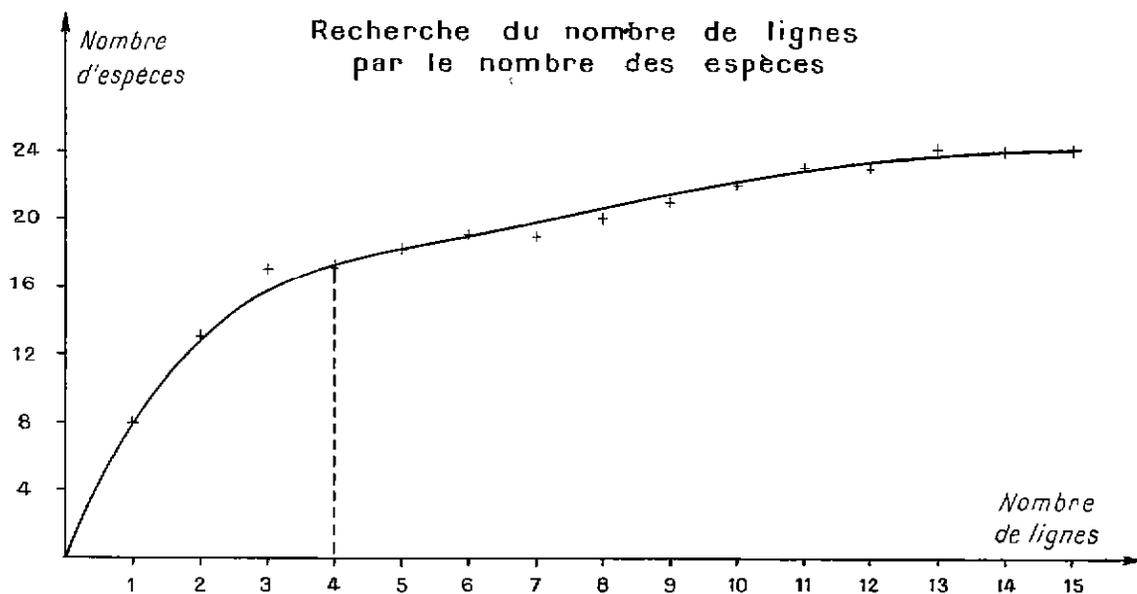
Lignes	Nombre cumulé d'espèces	Augmentation en p. 100
1	8	—
2	13	62
3	17	30
4	17	0
5	18	5
6	19	5
7	19	0
8	20	5
9	21	5
10	22	5
11	23	5
12	23	0
13	24	4
14	24	0
15	24	0

Ce critère fixe à 4 le nombre de bandes à inventorier dans ce groupement végétal (Cf. graphique).

2° Critère de l'intervalle de confiance.

Lignes	Effectif cumulé de l'espèce	Total des individus dénombrés	$2 \sqrt{\frac{pq}{N}}$	fréquence relative en p. 100
1	28	69	0,118	40,6 ± 11,8
2	59	149	0,080	39,5 ± 8,0
3	78	215	0,066	36,3 ± 6,6
4	98	293	0,055	33,4 ± 5,5
5	113	365	0,048	30,9 ± 4,8
6	136	432	0,045	31,5 ± 4,5
7	153	498	0,041	30,7 ± 4,1
8	174	558	0,039	31,2 ± 3,9
9	193	622	0,037	31,0 ± 3,7
10	207	683	0,035	30,3 ± 3,5
11	214	741	0,033	28,8 ± 3,3
12	227	777	0,032	29,2 ± 3,2
13	241	850	0,031	28,3 ± 3,1
14	256	895	0,030	28,6 ± 3,0
15	270	951	0,029	28,4 ± 2,9

Elymandra androphila est l'espèce dominante.



Dans cet exemple de végétation, l'écart de 5 p. 100 est pratiquement atteint dès la 4^e bande, mais nous avons préféré étudier 5 bandes, ce qui permet d'atteindre un écart de 4,8 p. 100.

Exploitation des résultats :

Les résultats des bandes étudiées sur un même

l'étude de la végétation des steppes à graminées annuelles fines peut être limitée à la recherche de la fréquence relative. Dans ce cas, le relevé d'un individu est simplement noté par + dans la fiche « Bande ».

Exemple de fiche « Fréquence »

Fiche Fréquence							
Opérateur :		Relevé n° : 20			Date : 15/11/62		
Lignes n° :	1	2	3	4	5	Fréquence	
						Nbre	p. 100
Espèces							
<i>Elymandra androphila</i>	7	12	15	9	14	57	83,8
<i>Panicum hystrix</i>	3	0	1	2	5	11	16,1
						68	99,9

individu de groupement sont ensuite transcrites sur 2 fiches :

— une fiche « fréquence » permettant d'évaluer la fréquence relative des espèces dans l'individu de groupement.

— une fiche « couvert de base » pour l'évaluation de la couverture herbacée à 1 cm du sol. Cette notion est très importante si les espèces vivaces sont dominantes car le couvert de base varie peu au cours des saisons, et indique une capacité de résistance à l'érosion. Par contre

5^o Méthode des carrés.

La méthode des bandes d'interception est difficilement utilisable dans des pâturages de steppe, lorsque les espèces annuelles sont desséchées et cassantes. Il est alors utile de répartir au hasard, un certain nombre de carrés d'un m de côté.

La méthode de répartition est identique à celle des lignes, la diagonale du carré étant disposée selon la direction indiquée par le tourniquet.

Exemple de fiche « Couvert de base ».

Fiche couvert de base							
Opérateur :		Relevé n° : 20			Date : 15/11/62		
Surface totale : 4.000 cm ² × 5 = 20.000 cm ²							
Lignes n° :	1	2	3	4	5	Recouvrement	
						Surface	p. 100
Espèces :							
<i>Elymandra androphila</i>	115,05	150	205	350	420	1.240,05	6,20
<i>Panicum hystrix</i>	1,29	2,25	4,05	3,25	5,20	16,04	0,08
Sol nu :							93,72

Les individus sont comptés sur l'ensemble du carré, et le diamètre des touffes évalué à 1 cm du sol environ. Le nombre de carrés est fixé par le critère du nombre d'espèces présentes.

6° Evaluation des unités-talles.

Les deux méthodes d'inventaire par bandes ou carrés sont complétées par l'évaluation du nombre d'unités talles composant les touffes des principales espèces appréciées : Les unités talles sont dénombrées dans 15 touffes choisies au hasard.

APPRÉCIATION DE LA VALEUR BROMATOLOGIQUE DES PÂTURAGES

O. BRÉMAUD (30) prévoit pour chaque lieu de prélèvement, le fauchage d'un ha différent à chacune des saisons soit en octobre, décembre, avril et juin et dans un rayon de 30 m, 4 carrés d'un m² sont fauchés à 10 cm de hauteur pour l'analyse chimique.

R. COMPÈRE (6) opère sur enclos et prélève à l'ha 10 placeaux d'un m². Le rendement est exprimé à l'ha après séchage à l'étuve et un prélèvement aliquote est effectué pour analyse. Cette technique donnerait une précision de 15 p. 100

M. MOSNIER (24) ainsi que BOUDET et DUVERGER (2) effectuent des prélèvements de 25 m² pour évaluer rendement et valeur fourragère.

L'étude bromatologique des pâturages telle qu'elle est conçue à l'I. E. M. V. T., peut être scindée en 4 opérations distinctes :

- étude de la valeur bromatologique d'une espèce,
- étude de la valeur bromatologique d'un pâturage,
- étude de la productivité et du temps de repos d'un pâturage,
- contrôle de la productivité d'un pâturage par pacage cyclique d'un troupeau.

Pour ces opérations, l'élément étudié est un carré de 50 m de côté. Généralement 5 carrés de 2 m de côté y sont répartis au hasard par la technique du tourniquet et d'un nombre de pas défini par tirage au sort.

La direction du tourniquet au point d'origine choisi, détermine la direction d'une diagonale

du carré, un angle de ce carré étant placé au point d'origine.

Le carré est matérialisé par un cadre en bois ou par une cordelette à la condition de s'assurer de la valeur des angles avec une équerre (photo 2) La délimitation de l'échantillon à faucher peut être sujette à caution et nous fauchons par convention la totalité des plantes ou touffes dressées dont le point d'enracinement se trouve à l'intérieur du cadre. A cette fin, le cadre ou la cordelette est maintenu au-dessus du sol et les chaumes sont délicatement répartis de part et d'autre, du côté de leur enracinement. Par contre, les plantes rampantes ou traçantes sont laissées en place et seule la partie présente à l'intérieur du cadre est récoltée.

Les herbes sont coupées à la cisaille à gazon qui permet avec une seule main, une coupe bien horizontale, l'autre main enserrant la touffe à sectionner.

La hauteur de coupe est variable et doit s'approcher de l'exploitation du type de pâturage par un troupeau. En saison des pluies, nous avons adopté une hauteur de coupe de 10 cm, pour la savane soudano-guinéenne et de 5 cm pour la steppe sahélienne ; en saison sèche, les herbes annuelles desséchées sont coupées à 1 cm du sol en steppe et les repousses d'herbes vivaces à 1 cm au-dessus des coussinets.

En saison sèche, il est souvent nécessaire de joindre aux prélèvements les débris de plantes tombés à terre : feuilles et inflorescences de graminées annuelles de la steppe, feuilles de certaines légumineuses et en général tout ce qui est ramassé au sol par les troupeaux.

Les prélèvements pour analyses doivent être d'environ 200 g en sec, et il est parfois nécessaire d'augmenter le nombre des carrés de fauchage. L'échantillon pour analyse est découpé en morceau de 5 cm pour faciliter le séchage qui aura lieu de préférence dans une étuve portative et rustique.

Les pesées doivent être faites au gramme près, avec une balance Roberval ou Terrailon. Lorsque les espèces sont en pleine végétation, les pesées sont faites après fauchage de chaque carré, pour éviter les erreurs dues au fanage rapide.

Les fauchages ne peuvent être effectués après une pluie ou par temps de rosée et il est alors nécessaire d'attendre que l'herbe soit bien resuyée.

a) Valeur bromatologique d'une espèce.

L'espèce appétée dominante dans un type de pâturage doit être étudiée séparément et particulièrement aux stades végétatifs où elle est la plus appréciée : stade feuilles basales pour *Andropogon gayanus* ; début d'épiaison pour les *Brachiaria* ; floraison pour *Andropogon gayanus*, stade où le troupeau cueille de préférence le sommet des chaumes ; état sec après chute des graines pour *Aristida funiculata* et *Schoenefeldia gracilis*.

Le prélèvement est effectué sur 5 carrés de 4 m² où tous les individus de l'espèce étudiée sont fauchés à hauteur de pacage. Les parties de plantes inappétibles sont éliminées et pesées séparément. Parmi les parties appétibles peuvent être parfois séparés, feuilles basilaires, chaumes, inflorescences, infrutescences. Dans certains cas, les débris tombés à terre sont également prélevés et recueillis séparément : graines de *Schoenefeldia*, feuilles de *Zornia*...

La productivité relative de chaque élément prélevé est enfin exprimée à l'ha et un prélèvement aliquote de chacun d'eux est effectué en vue de l'analyse chimique et de l'évaluation du rendement en matières sèches.

Il est parfois intéressant de prévoir une analyse d'oligo-éléments. Le prélèvement d'herbe est alors accompagné d'un prélèvement agrologique de sol. Ce prélèvement est effectué au centre de chaque carré à l'aide d'une sonde enfoncée à 15 cm de profondeur qui est la limite habituelle d'enracinement des plantes herbacées. L'ensemble des prélèvements est mélangé, homogénéisé et un échantillon aliquote de 250 g est adressé au laboratoire.

b) Valeur bromatologique d'un pâturage.

La valeur des types de pâturages est appréciée à certaines phases de leur évolution : début et fin de saison des pluies, début, milieu et fin de saison sèche.

Le carré étudié à 50 m de côté et ne doit pas avoir été pâturé. Au besoin il est nécessaire de prévoir sa mise en défens. 5 placeaux répartis au hasard sont également fauchés. L'herbe coupée est subdivisée en parties appétibles (feuilles, chaumes fins, inflorescences, infrutescences) et parties inappétibles (chaumes lignifiés et silicifiés des espèces appétées, autres espèces inappétées).

Un échantillon pour analyse est effectué sur la fraction appétible.

Ces prélèvements permettent d'évaluer la productivité saisonnière du pâturage.

c) Productivité et temps de repos d'un pâturage.

L'amélioration de l'exploitation des pâturages est un problème prioritaire en zone tropicale. A. VOISIN (34) insiste beaucoup sur la nécessité d'observer un temps de repos variable selon les saisons, pour obtenir un rendement maximal d'herbe pâturable.

Pour évaluer les temps de repos optimaux en zone non aménagée, nous utilisons des carrés de 7 m de côté, mis en défens par clôture et pare-feu sur un élément homogène et caractéristique d'un type de pâturage.

Au début des pluies, la surface de 49 m² est coupée à la faucille et la récolte obtenue est rejetée à l'extérieur, puis un carré central de 5 m de côté est délimité.

On laisse ensuite repousser l'herbe jusqu'à une hauteur optimale de pâture, hauteur qui varie selon le lieu et la saison. Nous avons adopté pour la saison des pluies, 30 cm en zone soudano-guinéenne et 15 cm en zone sahélienne. En saison sèche, la date de coupe est fixée par le degré de dessiccation des extrémités des repousses. Il semble en effet que la vitesse de repousse est pratiquement stoppée lorsque 50 p. 100 des nouvelles feuilles ont leur extrémité desséchée et de teinte brune.

A chaque fauchage, le carré central de 25 m² est délimité par une corde, la bordure est fauchée à la faucille et l'herbe coupée évacuée à l'extérieur, le carré central est coupé à la cisaille à gazon à hauteur optimale de pacage, la récolte séparée en 2 lots appétible et inappétible, et chaque lot pesé. Un échantillon aliquote de la partie appétible est prélevé pour analyse.

Cette expérimentation, accompagnée si possible de relevés pluviométriques, permet d'évaluer la productivité du pâturage liée à l'observation du temps de repos optimum.

Elle est surtout intéressante pour les plantes vivaces mais elle permet également d'évaluer la capacité de repousse d'espèces annuelles en saison des pluies et d'étudier la prolongation éventuelle de leur période végétative en début de saison sèche à la suite du broutage.

d) Productivité d'un pâturage et son contrôle par pacage.

Technique expérimentale.

Cette expérimentation ne peut être effectuée qu'avec un troupeau habitué au pâturage en enclos.

En climat tempéré à pâturage dense et à strate herbeuse basse, on utilise une méthode dite par différence (5 p. 44). Pendant la durée de l'exploitation de la parcelle, des placeaux sont protégés de la dent du bétail par des cages mobiles. Après enlèvement du troupeau, le fauchage de placeaux broutés et protégés permet d'évaluer la quantité d'herbe utilisée.

En zone tropicale nous préférons comparer des couples de placeaux broutés et non broutés en fauchant les placeaux non broutés la veille de la venue du troupeau. D'autre part la charge en bétail doit permettre l'exploitation de la parcelle en une journée et le lendemain, les placeaux broutés sont fauchés.

Les essais sont pratiqués sur des carrés de 50 m de côté, installés sur pâturages homogènes. Les temps de repos optimaux sont observés comme dans l'expérimentation précédente, mais le fauchage du carré d'essai est remplacé par le pacage d'un troupeau précédé d'une évaluation de rendement et suivi d'une appréciation de refus.

L'évaluation du rendement s'effectue par fauche à hauteur optimale de pâture sur 5 placeaux de 4 m², répartis au hasard par la méthode du tourniquet.

Le rendement est exprimé à l'ha en parties appétibile et inappétibile et un échantillon aliquote de la partie appétibile est prélevé pour analyse.

Le lot d'animaux devant pâturer la parcelle, est rentré à l'étable la veille au soir et non affouragé. Il doit être suffisamment important pour exploiter la parcelle en 24 heures.

Pour calculer le nombre d'animaux nécessaires, la ration journalière est évaluée à 25 kg d'herbe appétibile ou à 8 kg de paille.

$$\text{Nombre d'animaux} = \frac{\text{appétibile sur } 2.500 \text{ m}^2}{\text{ration journalière}}$$

Le troupeau est mis au pâturage sur la parcelle, de bonne heure le matin, son comportement est observé et l'appétibilite des diverses espèces est notée. La parcelle est considérée comme pacagée lorsque les animaux accroissent considérablement le rythme de leurs déplacements.

Le troupeau est alors retiré de la parcelle, puis les refus sont évalués.

5 placeaux sont juxtaposés par un angle aux placeaux d'évaluation de rendement, l'orientation des diagonales étant conservée.

La récolte obtenue sur ces placeaux est également subdivisée en parties appétibile et inappétibile et chaque lot est pesé.

Il y a avantage à poursuivre cette expérimentation pendant plusieurs années, l'essai comprenant plusieurs traitements :

- un carré témoin sans pacage, ni fauchage,
- un carré avec observation des temps de repos optima,
- un ou plusieurs carrés avec rythme modifié en fonction des possibilités pratiques et vulgarisables d'exploitation.

Appréciation de l'évolution des parcelles.

L'action des divers traitements pourra se traduire par des variations de la productivité globale des parcelles. Il est également intéressant de connaître l'évolution de la valeur qualitative du pâturage, valeur qui peut être appréciée par la variation de l'abondance relative des espèces présentes dans les parcelles traitées.

Le test de χ^2 appliqué aux fréquences obtenues par la méthode des bandes d'interception permet de préciser la signification des différences enregistrées entre les rapports de proportion des espèces relevées.

Ce test est applicable à condition que l'effectif total soit supérieur à 50 et que l'effectif de chaque classe soit au minimum de 5.

Chaque espèce abondante constitue donc une classe, alors que les individus d'espèces rares sont groupés en une classe.

Ce test est alors utilisé pour rechercher s'il y a une différence significative au seuil de 5 p. 100 entre des parcelles d'un même type de pâturage :

- soit avant la mise en route de l'expérimentation,
- soit au cours de l'expérimentation.

L'évolution du couvert herbacé de chaque parcelle est contrôlée chaque année à la période la plus favorable à la diagnose des espèces, période qui est habituellement la fin de la saison des pluies.

Exemple : 3 parcelles délimitées dans une savane à *Borassus aethiopum* et *Elymandra androphila* près de Toumodi (République de Côte d'Ivoire).

(5 bandes d'interception ont été relevées par parcelle d'essai du 12 au 16 novembre 1962.)

Tableau des fréquences

Espèces	Classe	Par- celle I	Par- celle II	Par- celle III
<i>Elymandra androphila</i>	1	112	52	63
<i>Schizachyrium semiberbe</i> ...	2	63	74	72
Cyperaceae 1391	3	62	37	48
<i>Andropogon schirensis</i>	4	52	63	29
<i>Loudetia arundinacea</i>	5	14	14	14
<i>Andropogon pseudapricus</i> ...	6	9	1	6
<i>Hyparrhenia subplumosa</i> ...	7	9	16	11
<i>Panicum phragmitoides</i>	8	6	3	4
Cyperaceae 1413	9	5	2	0
<i>Vernonia cf. guineensis</i>	10	3	1	3
<i>Polygala arenaria</i> var. <i>angus- tifolia</i>	11	2	0	1
<i>Panicum hystrix</i>	12	2	3	0
<i>Octodon sefasmum</i>	13	2	1	11
<i>Cochlospermum planchonii</i> ..	14	1	1	0
<i>Vigna multinervis</i>	15	1	1	0
<i>Vigna ambacensis</i>	16	1	0	1
<i>Sciera canaliculatoত্রiquetra</i> ..	17	1	0	1
Géophyte 1406	18	1	0	0
<i>Brachiaria brachylopha</i>	19	1	5	1
<i>Cyperus schweinfurthianus</i> ..	20	0	1	0
<i>Indigofera cf. hirsuta</i>	21	0	1	0
<i>Indigofera polysphaera</i>	22	0	1	2
<i>Hyparrhenia chrysargyrea</i> ...	23	0	0	1
		347	277	268

Test de χ^2 entre les parcelles I et II

Classes	I	II	Totaux
1	112 (91,1)	52 (72,9)	164
2	63 (76,1)	74 (60,9)	137
3	62 (55,0)	37 (44,0)	99
4	52 (63,9)	63 (51,1)	115
5	14 (15,5)	14 (12,5)	28
7	9 (13,9)	16 (11,1)	25
Autres classes	35 (31,1)	21 (24,9)	56
Totaux	347	277	624

Nombre de degrés de liberté = (Nbre de colonnes — 1)(Nbre de lignes — 1) soit ici : 6 degrés de liberté.

— au seuil de 5 p. 100, $\chi^2 = 12,59$

χ^2 calculé = somme de :

$$\frac{(\text{effectif observé} - \text{effectif calculé})^2}{\text{effectif calculé}}$$

$$\text{Effectif calculé} = \frac{\text{total colonne} \times \text{total ligne}}{\text{total général}}$$

Le χ^2 calculé = 27,8 met en évidence une différence significative entre les végétations herbacées des parcelles I et II. La différence est significative au-delà du seuil de 5 p. 1000 où $\chi^2 = 18,55$.

Test de χ^2 entre les parcelles I et III

Classes	I	III	Totaux
1	112 (98,7)	63 (76,3)	175
2	63 (76,2)	72 (58,8)	135
3	62 (62,1)	48 (47,9)	110
4	52 (45,7)	29 (35,3)	81
5	14 (15,8)	14 (12,2)	28
6	9 (8,5)	6 (6,5)	15
7	9 (11,3)	11 (8,7)	20
Autres classes	26 (28,8)	25 (22,2)	51
Totaux	347	268	615

— 7 degrés de liberté,

— au seuil de 5 p. 100, $\chi^2 = 14,07$.

χ^2 calculé = 13,51, ne fait pas apparaître de différence significative entre les parcelles I et III.

Le test de χ^2 appliqué aux parcelles II et III met en évidence une différence significative au seuil de probabilité de 5 p. 100.

Avant de commencer des essais de différents rythmes de pacage, le test ainsi appliqué, différencie la parcelle II des autres parcelles alors que cette différence n'est pas évidente. Cette parcelle

est cependant en limite de plateau et *Andropogon schirensis* est légèrement plus abondant.

Importance d'*Andropogon schirensis* sur 4 parcelles

	I	II	III	IV
Fréquence relative.	15,2	22,7	10,8	33,3
Couvert de base en p. 100.	2,2	2,7	1,0	4,2

Cette espèce qui est dominante dans les pâturages de bas de pente sur sable épais (parcelle 4) est encore suffisamment abondante en bordure du plateau pour modifier significativement le rapport des espèces.

Ceci dénote une sensibilité du test suffisante pour l'utilisation désirée.

3^o CONTROLE DE LA VALEUR BROMATOLOGIQUE DES PATURAGES

L'expérimentation sur carrés de 50 m de côté permet d'évaluer la productivité théorique d'un pâturage en fonction d'un temps de repos défini et de conditions de pluviosité précisées par un pluviomètre. Le contrôle de la pluviosité est particulièrement nécessaire en région à bilan pluviométrique particulièrement déficitaire.

Cette productivité sert à apprécier la charge théorique saisonnière d'un pâturage, charge exprimée en journées de pacage à l'ha pour telle ou telle période de l'année.

Des essais comprenant plusieurs parcelles doivent être entrepris avec un rythme d'exploitation comportant des mises hors circuit de parcelles, en vue de déterminer le type d'exploitation conforme aux conditions climatiques locales et suffisant pour entretenir toute l'année, un troupeau donné sur une superficie à préciser.

Le schéma d'exploitation établi théoriquement, il reste nécessaire de le tester par entretien d'un troupeau dont l'évolution du poids sera contrôlée rigoureusement.

Ce test ne pourra être entrepris qu'en station équipée de clôtures suffisantes et les animaux devront être pesés chaque mois dans des conditions comparables : heure de pesée, temps écoulé entre l'abreuvement et la pesée...

B. — PHASE SYNTHÉTIQUE

1^o Synthèse phytosociologique.

Les divers relevés phytosociologiques de la région étudiée sont comparés. Ceci permet d'établir des relations écologiques entre les grandes unités de pâturages et de lier certaines plantes à des conditions écologiques caractéristiques.

Dans les groupes écologiques provisoires ainsi obtenus M. GOUNOT (14 p. 54) précise que l'indépendance des espèces doit être vérifiée. Avec des espèces dépendantes, il peut y avoir subordination d'une espèce à l'autre ou milieu mal défini si la liaison est positive, et influence de la concurrence ou d'un facteur écologique différentiel si la liaison est négative. Dans des relevés effectués en milieu favorable, où une espèce du groupe écologique, au moins, est présente, les espèces sont testées 2 à 2. Le test de χ^2 , appliqué aux données qualitatives de présence-absence, indique s'il y a liaison et le coefficient de corrélation sert à apprécier l'intensité de la liaison.

Lorsque la flore de la région est suffisamment connue, il est possible de pousser l'étude de la végétation jusqu'à l'individualisation d'associations végétales et la recherche d'une hiérarchie par alliances, ordres et classes. Les groupements contigus sont alors individualisés par l'analyse différentielle de CZEKANOWSKI préconisée par M. GUINOCHE (15). Sur un tableau à double entrée, les relevés semblables sont comparés deux à deux grâce au coefficient de communauté de JACCARD. Ce coefficient exprimant le pourcentage d'espèces communes est le rapport des espèces communes aux relevés sur la somme des espèces des 2 relevés, de laquelle il faut déduire le nombre d'espèces communes. L'ordre de répartition des relevés est modifié jusqu'à l'obtention d'un tableau symétrique qui permettra l'élaboration de sous-groupes.

L'homogénéité des tableaux d'association est ensuite vérifiée par établissement de l'histogramme des présences des espèces dont la courbe représentative doit être du type 1 de l'équation généralisée des probabilités de PEARSON, à laquelle elle peut être ajustée.

Les relations écologiques mises en évidence, il est alors possible d'expliquer certaines modifications de la composition floristique des pâtu-

rages, modifications liées généralement à l'activité de l'homme : intensité du déboisement, nomadisme des cultures, pâturage ou surpâturage.

Certains faciès floristiques peuvent apparaître lorsque la pluviosité est déficitaire, particulièrement en climat sahélien. Si de tels faciès sont mis en évidence, ils seront mentionnés avec les modifications de valeur fourragère, qui peuvent en résulter.

Pour chaque type de pâturage et faciès d'évolution anthropique ou climatique, la charge globale annuelle sera évaluée avec mention du mode d'exploitation préconisé : charges saisonnières et temps de repos ; mise hors rotation et périodicité des feux si nécessaire.

La cartographie précisera enfin l'importance relative des divers types de pâturage individualisés.

2° Cartographie des pâturages.

Pour être à la fois rapide et précise la cartographie des pâturages exige le concours de l'interprétation de vues aériennes et l'intervention de procédés photographiques et photogrammétriques (1) permettant l'établissement de la carte à l'échelle requise pour l'étude.

Ces opérations nécessitent des techniciens et des appareils spécialisés que nous a apporté notre association avec la Société Geotechnip.

Les études réalisées jusqu'à ce jour ont montré que pour obtenir le maximum de la photo-interprétation le déroulement des opérations devait comporter 3 phases successives : examen de la couverture aérienne, travail sur le terrain, établissement de la carte définitive. Malheureusement ce déroulement idéal n'est pas toujours réalisable.

Première phase :

L'interpréteur examine la couverture aérienne pour faire le recensement de toutes les trames photographiques représentant la végétation dans la zone à étudier.

Ces trames présentent à l'examen stéréoscopique des teintes et des piquetés différents représentant les formes, taille et densité relative des arbres, arbustes et strates herbacées à définir sur le terrain.

Ensuite l'interpréteur fait un choix des cli-

chés caractéristiques contenant les différentes trames à étudier.

S'il n'existe ni carte définitive, ni fond planimétrique de l'IGN, une esquisse de carte est dressée avant le départ sur le terrain. Cette esquisse est réalisée par T. P. F. R. ou triangulation par fentes radiales avec calage sur les points astronomiques de la région étudiée. Sur cette esquisse sont indiqués les villes et villages, les pistes, les puits, le réseau hydrographique, les caractéristiques du relief et la position des nadirs des photos utilisées.

Deuxième phase :

Les clichés à renseigner sont remis à l'agrostologue qui sur le terrain définit botaniquement les trames photographiques et établit une clef des critères qui permettra l'établissement du document définitif par l'interpréteur.

A titre d'exemples, voici quelques couples photos renseignés après travail sur le terrain :

A titre d'exemples, voici quelques couples photos renseignés après travail sur le terrain :

1° *Pâturages steppiques.*

localisation :

région de Timbedra (Rép. de Mauritanie)
16° 15'N/8° 15' W.

couple stéréoscopique n° 1 :

photos au 1/50.000 n° 108 et 109 de la mission
IGN, AOF 1956-57, NE-29-IV.

(Pour l'examen stéréoscopique du couple, utiliser une plaquette stéréoscopique à 55 mm d'écartement.)

Interprétation du couple stéréoscopique

Six types de pâturages sont individualisés, les numéros de pâturages correspondent à la liste publiée par BOUDET et DUVERGER (2).

a) *Pâturage 12* — pâturages de dunes sur complexe schisteux (photo n° 3)

Critères photographiques :

— dunes à faible relief,

— réseau hydrographique nul,

— végétation arbustive clairsemée en têtes d'épingle,

— tapis herbacé important donnant une teinte grisée.

Végétation et valeur pastorale.

La strate arbustive à *Acacia raddiana* et *Balanites aegyptiaca* couvre 2 p. 100 du sol.

La strate herbacée dominée par les touffes vivaces de *Panicum turgidum* et *Aristida pallida* constitue un pâturage moyen. Les bovins mangent les espèces annuelles concentrées à l'ombre des arbustes en saison des pluies, les inflorescences du *Panicum* en saison sèche.

b) Pâturage 14 — pâturages sur schistes verts métamorphisés (photo n° 4).

Critères photographiques :

- enclave dépressionnaire en bordure des dunes,
- mise en relief de filons linéaires de teinte gris foncé,
- relief en éperon avec forte pente vers la dépression inférieure,
- arbustes très rares.

Végétation et valeur pastorale.

Quelques arbustes : *Ziziphus mauritiana* et des touffes de *Cymbopogon schoenanthus* légèrement broutées en fin de saison sèche (pâturage médiocre).

c) Pâturage 16 — syls doléritiques (photo n° 5).

Critères photographiques.

Piton en forme de dent, entouré d'une auréole grise à arbustes rares.

Végétation et valeur pastorale.

Pâturage médiocre constitué de touffes de *Cymbopogon schoenanthus* avec de maigres plages à *Schoenefeldia gracilis*.

d) Pâturage 31 — pâturage sur manteau sablo-argileux recouvrant le socle schisteux (photo n° 6).

Critères photographiques :

- zone dépressionnaire présentant des séries d'ondulations en arcs de cercle,
- arbustes en fêles d'épingle, souvent alignés, par concentration préférentielle sur les microdunes.

Végétation et valeur pastorale :

— arbustes concentrés sur les microdunes (*Acacia seyal* dominant, *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*),

— tapis herbacé dominé par des touffes d'*Andropogon gayanus* var. *genuinus*,

— pâturage moyen de saison sèche.

e) Pâturage 35 a — petites mares temporaires sur schistes (photo n° 7).

Critères photographiques :

- petites dépressions circulaires,
- vestiges vermiculaires de réseaux hydrographiques formant mares,
- concentration arbustive en têtes d'épingle.

Végétation et valeur pastorale :

— strate arbustive dense à *Acacia seyal* et *Cordia gharaf*,
— touffes de *Cymbopogon schoenanthus* et petites plages de *Schoenefeldia gracilis* (pâturage médiocre).

f) Pâturage 35 b — mares temporaires plus importantes (photo n° 8).

Critères photographiques :

- dépressions allongées épousant le lit d'anciens ouadi,
- strate arbustive dense représentée par un moucheté noir.

Végétation et valeur pastorale :

- strate arborée à *Acacia nilotica* var. *tomentosa*,
- strate arbustive à *Mitragyna inermis* et *Feretia canthioides*,
- strate herbacée à *Oryza breviligulata* et *Echinochloa colonum*,
- bon pâturage de début de saison sèche.

2° Savanes soudaniennes.*Localisation :*

région ouest de Bamako (Rép. du Mali)
12° 12'N/8° 15'W

Référence :

BOUDET (G.). — « Etude botanique et agrostologique de la Haute Vallée du Niger-Mali ». *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* 1962, 15 (1) : 75-105.

Couple stéréoscopique n° 2 :

photos au 1/50.000 n° 120 et 121 de la mission I. G. N., A. O. F., 1956-57, ND-29-IV.

Interprétation du couple stéréoscopique.

Six types de végétation sont individualisés.

a) Plateaux cuirassés non dégradés (A 1 du couple et photo n° 9).

Critères photographiques :

- plateau subhorizontal à léger pendage et à légères ondulations,
- strate arborée très lâche,
- strate arbustive tachetée,
- pas de parcelles de cultures.

Végétation et valeur pastorale :

- strate arbustive à *Parinari curatellifolia* et *Pterocarpus lucens*,
- strate herbacée à *Ctenium newtonii*,
- savane arbustive constituant un pâturage moyen de saison des pluies.

b) Cuirasses en voie de démolition (A 2 du couple et photo n° 10).

Critères photographiques :

- rupture de pente au sommet des pendages formant talus,
- strate arborée assez dense,
- strate arbustive buissonnante en taches.

Végétation et valeur pastorale :

- forêt claire à *Pachystela pabeguiniensis*, et *Bombax costatum* avec une strate arbustive buissonnante dominée par *Acacia macrostachya*, *Boscia angustifolia* et *Combretum molle*,
- sans intérêt pastoral.

c) Dépression sur plateaux (photo n° 11).

Critères photographiques :

- zones dénudées aux ruptures de pente,
- teinte gris foncé homogène,
- absence d'arbres et arbustes.

Végétation et valeur pastorale.

Ce sont de petites dépressions en boutonnières creusées dans le manteau cuirassé. Le sol est colmaté par une faible couche de colluvions argilo-sableuses.

Selon l'importance de la dépression, une série de ceintures végétales s'individualisent (cf. d'avant en arrière sur la photo n° 11).

La partie la plus basse peut être occupée par une mare temporaire (A 4 du couple).

En limite de la mare, s'installe une ceinture de touffes d'*Eragrostis gangetica*.

En bordure de la dépression, la prairie à *Loudetia togoensis* et *Microchloa indica* est envahie par les termitières champignons (A 3 du couple).

d) Colluvions sableuses de bas de pente (B. du couple et photo n° 12).

Critères photographiques :

- zones subhorizontales en bordure des plateaux,
- grisé plus soutenu,
- arbres isolés,
- arbustes disséminés en têtes d'épingle,
- parcelles de cultures nombreuses et de teinte blanchâtre.

Végétation et valeur pastorale :

- strate arborée très claire à *Parkia biglobosa* et *Butyrospermum parkii*, espèces protégées pour leurs fruits,
- strate arbustive disséminée à *Terminalia avicennioides* et *Guiera senegalensis*,
- savane boisée périodiquement cultivée en sorgho et arachides,
- les faciès de jachères anciennes à *Andropogon gayanus* et *Andropogon pseudapricus* constituent de bons pâturages (sur la photo 12 cette végétation est représentée par la savane arborée située en arrière plan).

e) Alluvions sablo-argileuses des lits majeurs de cours d'eau (E du couple et photo n° 12).

Critères photographiques :

- bas-fond de forme très évasée.
- teinte gris foncé avec phénomènes de moirages,
- arbustes rares,
- nombreuses parcelles de cultures de teinte grisâtre.

Végétation et valeur pastorale :

- savane herbeuse à *Hyparrhenia rufa* et *Brachiaria fulva*,
- rares *Terminalia macroptera*,
- souvent cultivée en rizière « haute »,
- constitue un bon pâturage de saison sèche,

(sur la photo n° 12, végétation du premier plan où les animaux délaissent les chaumes d'*Hyparrhenia rufa* pendant que sont rasées les feuilles basilaires du même *Hyparrhenia* et les touffes de *Brachiaria fulva*.)

3° Savanes subguinéennes.

localisation :

ranch de Toumodi (Rép. de Côte d'Ivoire)
6° 50'N./ 5° 2'W

couple stéréoscopique n° 3 :
photos au 1/50.000 n° 38 et 39 de la mission
I. G. N. 1961-62,
NB 30 XIII.

Photo panoramique :

photo n° 13,

— en avant, ronneraie à *Elymandra androphila*,
— en arrière, traversée de la vue par une
forêt galerie,

— au fond, collines métamorphiques avec des
fragments de forêts en tête de thalweg.

Interprétation du couple stéréoscopique. — Six
formations végétales sont individualisées.

a) Forêt de plateau granitique (n° 1 du couple).

Critères photographiques :

— sommet de plateau à relief peu accusé,
— strate arborée assez dense avec des arbres
caractérisés par leur couronne blanchâtre de
forme amiboïde,

— strate arbustive très dense de teinte très
sombre.

Végétation et valeur pastorale :

— forêt dense sèche sans intérêt pastoral.
Les agriculteurs y cultivent du manioc après
défrichement.

b) Savane arbustive (n° 2 du couple).

Critères photographiques :

— strate arborée pratiquement absente,
— strate arbustive dense à diffuse, représentée
par des taches en relief sombre, plus ou moins
disséquées.

Végétation et valeur pastorale.

Savane arbustive due probablement à la dé-
gradation de la forêt sèche par répétition des
cultures de manioc.

La strate arbustive est dominée par *Bridelia
ferruginea* et *Piliostigma thonningii*. La strate her-
bacée à *Hyparrhenia subplumosa*, *Schizachyrium
platyphyllum*, *Diectomis fastigiata*, *Monocymbium
ceresiiforme* et *Euclasta condylotricha* constitue
un excellent pâturage à condition que les arbustes
soient assez dispersés.

c) Savane à roniers (n° 3 du couple).

Critères photographiques :

— pente de plateau à pendage faible,
— strate arbustive nulle,

— strate arborée clairsemée caractérisée par
de petits flocons flottant au-dessus du sol,

— strate herbacée caractérisée par un grisé
très clair.

Végétation et valeur pastorale.

Ronneraie à strate herbacée dominée par
Elymandra androphila et *Schizachyrium semiberbe*.
Cette formation sur granite plus ou moins cui-
rassé constitue un pâturage moyen où un bovin
N'Dama peut être entretenu sur 3 à 4 ha.

d) Savane de bas de pente (n° 4 du couple).

Critères photographiques :

— bas de pente présentant souvent de nom-
breuses microravines,

— flocons de roniers rares,

— strate arbustive nulle.

Végétation et valeur pastorale.

Cette savane herbeuse sur colluvions sableuses
à *Schizachyrium semiberbe* et *Andropogon schirensis*
constitue un bon pâturage à la condition d'être
exploitée toute l'année.

e) Forêt galerie (n° 5 du couple).

Critères photographiques.

Thalweg occupé par une forêt dense de teinte
sombre d'où émergent les couronnes blan-
châtres de quelques arbres de grande taille.

Végétation et valeur pastorale.

C'est une forêt ripicole sur alluvions argilo-
limoneuses qui est parfois défrichée pour des
plantations de café et cacao.

Elle est sans intérêt pastoral. Le marigot
temporaire qui la parcourt peut servir à l'abreu-
vement des troupeaux. Mais ceux-ci risquent d'y
être infestés par les tsé-tsé.

f) Forêt de têtes de thalwegs sur collines.

Critères photographiques :

— relief très accusé, pente forte,

— massif forestier accroché au creux d'une
tête de thalweg,

— strate arbustive dense exprimée par une
tache sombre homogène en léger relief,

— strate arborée lâche, moins élevée qu'en
galerie.

Végétation et valeur pastorale.

Forêt dense sèche sans intérêt pastoral.

L'élaboration de la carte définitive comprend :

A) L'interprétation systématique des photos du périmètre à étudier avec cartographie de toutes les trames photographiques et transformation de ces trames en ensemble agrostologiques d'après la clef des critères établie par l'agrostologue sur le terrain.

B) Une mise à l'échelle par procédés variables suivant les cas :

a) Ou il existe une carte régulière de la région (exemple : le 1/200.000^e IGN) et dans ce cas on recale la carte agrostologique sur le fond planimétrique.

b) Ou il n'existe pas de carte sur la zone à étudier et dans ce cas lors de l'établissement de la carte agrostologique, l'interpréteur assure en même temps les tracés planimétriques, topographiques et morphologiques. Ensuite on fait un assemblage de tous les calques de chacune des photos interprétées par le procédé de Triangulation par plaques à fentes radiales (T. P. F. R.).

Ce procédé assure toujours une échelle homogène au montage et de plus une échelle exacte si l'on dispose de points astronomiques suffisants pour caler la T. P. F. R.

c) *Le dessin et l'impression de la carte.*

L'échelle définitive tient compte des précisions exigées par l'importance de l'étude.

Avec des photos au 1/50.000 la carte est dressée au 1/50.000, au 1/100.000 ou au 1/200.000 et avec des missions spéciales au 1/20.000, la carte devient du 1/25.000 ou du 1/50.000.

Déjà en 1950, des cartes de végétation avec couleurs, symboles et trames furent réalisées en zone tropicale d'Afrique par G. ROBERTY (28).

Devant la nécessité de cartographier la végétation dans le but de préciser la valeur pastorale des différents groupements, nous avons dû adopter des principes cartographiques différents :

Sur un fond planimétrique, la végétation est précisée par une couleur indiquant le caractère écologique dominant, et la valeur du pâturage, par une trame.

Les nécessités techniques de la reproduction nous obligent à limiter à 5 le nombre des couleurs employées : noir, marron, rouge, jaune, bleu.

Fond planimétrique.

Le bleu est utilisé pour l'hydrographie. Un trait bleu indique une rivière ou un oued. Un aplat bleu par pointillé, indique une mare temporaire si l'aplat est clair, et une mare permanente si l'aplat est foncé. Un puits est signalé par un cercle plein de teinte bleue.

Le marron foncé, est utilisé pour signaler l'activité humaine. Une tache géométrique de teinte pleine, indique une ville et une tache hachurée, un village. Les pistes importantes sont signalées par deux traits parallèles et les pistes secondaires par un trait plein. Les nadirs de vues aériennes sont indiqués par un cercle suivi du numéro de la photo.

Le marron clair est réservé aux accidents de relief rocheux. Une crête est indiquée par un trait plein, une falaise par un trait pectiné, un piton par un cercle pectiné extérieurement et un sommet par un triangle équilatéral.

Les crêtes des dunes principales sont, par contre, signalées par un trait jaune.

Types de pâturages.

Chaque type de pâturage, est délimité par un trait noir et représenté par une couleur indiquant la nature du caractère écologique dominant. Ce caractère est généralement influencé par les conditions hydriques de la station, conditions dépendant elles-mêmes étroitement de la position topographique et de la nature du sol.

Nous avons adopté l'échelle des couleurs utilisée habituellement pour les cartes écologiques, allant du violet pour les stations chaudes et humides, au rouge pour les stations sèches et chaudes, et préconisée en 1958 par H. GAUSSEN (11) et P. REY (27). C'est ainsi que :

— Le violet-lilas, formé de hachures rouges et bleues entrecroisées mais dont les hachures rouges sont plus serrées, indique un pâturage sur sol argileux engorgé et inondé assez longtemps.

— Le violet-bleu, formé de hachures rouges et bleues équidistantes, indique un pâturage sur sol argilo-sableux inondé temporairement.

— Le vert, formé de hachures bleues et jaunes entrecroisées et équidistantes, indique un pâturage sur sol argilo-sableux inondé accidentellement.

— Le vert-jaune, formé de hachures bleues et

jaunes entrecroisées dont les hachures jaunes sont plus serrées, indique un pâturage sur sol sablo-argileux, fréquemment engorgé.

— Le jaune foncé, formé d'un pointillé jaune, indique un pâturage sur sable peu ondulé, à bonne rétention en eau.

— Le jaune clair, formé de hachures jaunes, indique un pâturage sur formations dunaires sableuses, très filtrantes.

— La teinte orange, formée de hachures jaunes et rouges entrecroisées, indique un pâturage sur socle schisteux peu décomposé.

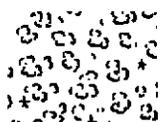
— Des cercles roses sur pointillé jaune ou fond blanc indiquent un pâturage sur manteau de cailloutis (rag) recouvrant un socle schisteux ou gréseux.

— Le rose clair, formé de hachures rouges, indique un pâturage sur formations plus ou moins cuirassées.

— Le rose foncé, formé d'un pointillé rouge, indique un pâturage sur massif gréseux recouvert d'un sol peu épais.

Lorsque les pâturages présentent un aspect densément arboré ou arbustif, cette particularité est spécifiée par des signes noirs en surimpression sur la teinte de fond.

— faciès arbustif :



— faciès arboré :



Valeur des pâturages.

La valeur des pâturages est spécifiée par une trame noire en surimpression sur la teinte de fond (cf. tableau des trames).

Une trame horizontale signale un bon pâturage.

Lorsque la trame est serrée, le pâturage est bon toute l'année. Si la trame est lâche, il est particulièrement bon au cours de la saison sèche.

Un pâturage moyen est indiqué par une trame oblique. La trame inclinée vers la gauche précède que le pâturage est de valeur moyenne toute l'année, alors que la trame inclinée vers la droite indique un pâturage moyen à condition d'être exploité pendant la saison des pluies.

Enfin un pâturage médiocre est signalé par une trame verticale.

Les types de pâturages définis par le climat et les conditions écologiques de leur station sont parfois modifiés sous l'action de l'homme, tant dans leur composition floristique que dans leur valeur fourragère. Mais lorsque l'action humaine cesse de se faire sentir, le pâturage récupère sa composition floristique et sa valeur fourragère d'origine. C'est pourquoi ces états temporaires ne sont signalés que par une modification de la trame :

Les traits continus sont remplacés par des tirets si l'évolution du pâturage est due à des mises en cultures, ou par des pointillés si le pâturage est dégradé par les troupeaux.

La carte à elle seule ne peut pas contenir tous les renseignements issus du travail sur le terrain. Elle ne constitue qu'un résumé du rapport et son intérêt est, avant tout, de localiser les différents types de pâturages étudiés par ailleurs.

CONCLUSION

La méthode de travail que nous venons de présenter comprend :

1^o un inventaire détaillé de la végétation qui s'effectue par relevés phytosociologiques d'aires minimales réparties dans différents individus de groupements végétaux. La comparaison des relevés aboutit à une série de types de pâturages caractérisés par leur composition floristique et les conditions écologiques de leurs stations spécifiques.

2^o La composition floristique de chaque type est précisée par des relevés de bandes d'interception sur quelques individus de groupements caractéristiques. L'étude statistique de ces relevés permet d'apprécier avec plus d'exactitude la fréquence des espèces, ainsi que le couvert de base si les espèces vivaces sont abondantes.

3^o La valeur fourragère de chaque type de pâturage est précisée par des fauchages systématiques répartis au hasard, et des prélèvements aliquotes sont effectués en vue d'apprécier la valeur bromatologique des pâturages et leur composition en oligo-éléments :

a) 5 placeaux de 4 m² répartis au hasard sur un quart d'ha non pâturé permettent d'évaluer

le potentiel pâturable, pour chaque saison caractéristique.

b) La fauche périodique de 25 m² mis en défens, permet d'évaluer le rendement du pâturage avec respect des temps de repos optimaux.

c) La productivité des pâturages est contrôlée par des pacages périodiques de 2.500 m², précédés de l'évaluation du rendement et suivis de l'appréciation des refus sur 5 placeaux de 4 m².

L'évolution du couvert herbacé des parcelles traitées, est contrôlée par des relevés de bandes d'interception. Les résultats obtenus peuvent être soumis au test de χ^2 , ce qui permet de juger si l'évolution est significative au seuil de probabilité de 5 p. 100.

4^a La cartographie des pâturages réalisée grâce au concours de la photo-interprétation de vues aériennes termine les travaux. Chaque type de pâturage est représenté par une couleur significative de son écologie et par une trame précisant sa valeur fourragère. La légende précise autant que possible, la plante appréciée dominant dans le type de pâturage considéré.

L'utilité de telles études varie selon les régions. En zone sahélienne, la cartographie des pâturages steppiques permet :

- d'évaluer le cheptel optimal d'une région,
- d'établir un programme hydraulique conforme au potentiel local en pâturages.
- de planifier la rotation des pâturages en

prévoyant la fermeture périodique de puits, en relation avec les saisons favorables au pacage des types de pâturages dominant localement, — de connaître l'évolution probable des pâturages sous l'action d'un pacage intense et d'en stopper l'exploitation par fermeture de puits lorsque la végétation atteint un stade critique déterminé par expérimentation.

En région de savanes soudanienne et subguinéenne, l'étude et la cartographie des pâturages naturels précisent les possibilités d'une région en matière d'élevage. En vue d'une association harmonieuse entre les activités de l'agriculture et de l'élevage il est donc très utile d'intégrer ces études dans le cadre de projets d'aménagement rationnel de terroirs et d'aménagements hydroagricoles. Dans ces régions, le développement des prairies temporaires pose des problèmes de charge en bétail qui sont résolus de façon acceptable par la technique d'évaluation de la productivité et du contrôle de l'évolution du pâturage par pacage périodique de parcelles de 2.500 m², avec relevés annuels de bandes d'interception.

*Institut d'Élevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
Service d'Agrostologie*

*Géotechnip
Rueil-Malmaison.*

SUMMARY

A method of study and mapping tropical pastures

The technique which we have put forward consists of :

1) A detailed classification of the vegetation. This is done by phytosociological surveys of minimal areas situated in different vegetation groups. The comparison of these surveys shows a series of various types of pastures characterized by their floral components and ecological conditions specific to them.

2) The floral components of each type of pasture are obtained from a grid survey of a few examples of each characteristic group. A statistical survey of these results enables us to assess with greater exactitude the species frequency and the basic cover if the perennial species are abundant.

3) The forage value of each type of pasture is determined by random sampling ; aliquot samples are made for the determination of the nutritional value of the pastures and their trace-element content :

a) Five plots of 4 m², taken at random in a quarter of an hectare of ungrazed land, to assess the grazing potential for each specific season.

b) Periodical cutting of 25 m² of ungrazed land to evaluate the exact yield of the pasture allowing for optimum fallow intervals.

c) The productivity of the pastures is determined by periodical grazing on 2,500 m² areas, preceded by the estimation of the yield, and followed by the assessment on five plots of 4 m² of the unpalatable material.

The estimation of the herbaceous cover is obtained from a grid survey. The χ^2 Test can be applied to the results, thus indicating whether development is significant to the 5 % level of probability.

4) The survey is completed by constructing a map based upon aerial photographs. Each type of pasture is represented by a specific colour according to its ecology and a symbol indicating its forage value. The symbols should give as much detail as possible for the dominant edible plant in the type of pasture considered.

The value of such surveys varies according to regions. In the Sahelian zone the mapping of the steppe pasture land permits :

- the assessment of the optimal number of head of cattle for a region ;
- the establishment of a hydrological programme in harmony with the local pasture potential ;
- the establishment of a rotary system of grazing by the regular closing of wells in relation to optimal time of year for grazing the dominant local vegetation ;
- to assess the probable development of the pastures under intensive grazing which is controlled by closing the wells at critical times determined by experimentation.

In the Sudanese and sub-Guinean savannah region the map survey of natural pastures shows the stock-breeding potentialities of a given area. It is therefore extremely important to take these studies into consideration when establishing projects for rational utilization of land and when planning hydro-agricultural programmes. In these areas the development of temporary pastures gives rise to serious problems regarding the quantity of stock carried. This problem is satisfactorily solved by the assessment of productivity and the control of pasture development by periodical grazing of 2,500 m² areas, and by carrying out annual grid surveys.

RESUMEN

Metodo de estudio y de cartografía de los pastos tropicales

Los autores presentan un método de trabajo que comprende, en primer lugar, un inventario detallado de la vegetación, que se efectúa por levantamientos fitosociológicos de zona mínimas repartidas en distintos individuos de agrupaciones vegetales. La comparación de los levantamientos da lugar a una serie de tipos de pastos caracterizados por su composición florística y las condiciones ecológicas de sus estaciones específicas.

El valor forrajero de cada tipo de pastos queda precisado por siegas metódicas efectuadas sin preferencia. Estas siegas son efectuadas periódicamente, respetándose los tiempos de reposo óptimos y las partes de plantas inapetibles quedando eliminadas de las pesadas por medio de la evaluación del rendimiento.

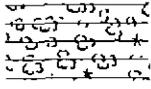
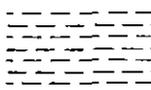
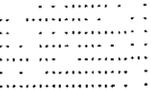
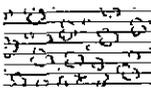
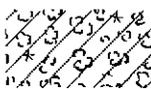
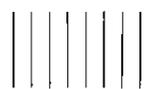
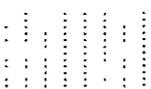
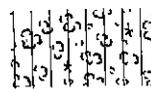
Se efectúan muestreos alicuotos con objeto de apreciar el valor bromatológico de los pastos y su composición en oligoelementos.

La productividad de los pastos queda controlada por apacentamiento periódico de parcelas de 2.500 m² establecidos en los tipos de pastos característicos. La evolución de la cobertura herbácea de las parcelas tratadas queda controlada por medio de levantamientos de líneas de intercepción. Los resultados obtenidos pueden quedar sometidos a la prueba de χ^2 , lo cual permite juzgar si la evolución es significativa en el umbral de probabilidad de 5 por 100.

La cartografía de los pastos, realizada por medio de la fotointerpretación de las vistas aéreas, finaliza los trabajos. Cada tipo de pasto queda representado por un color significativo de su ecología y por una retícula que precisa su valor forrajero.

BIBLIOGRAPHIE

1. BAEYENS (F.), BOUDET (G.), KOECHLIN (J.). — **Contribution de la photo-interprétation à l'étude et à la cartographie des pâturages tropicaux.** Communication au Symposium sur la photo-interprétation. Delft (Hollande). Archives internationales de photogrammétrie Delft 1963, **14** : 223-5.
2. BOUDET (G.), DUVERGER (E.). — **Etude des pâturages naturels sahéliens. Le Hodh (Mauritanie).** Vigot édit. Paris, 1961.
3. BRAUN-BLANQUET (J.). — **Plant sociology.** Macgraw Hill édit. New-york and London 1932.
4. BROWN (D.). — **Methods of surveying and measuring vegetation.** Commonwealth agricultural Bureaux 1954 (Bull. 42).
5. Commonwealth Bureaux of Pastures and field Crops, Hurley : — **Research techniques in use at the grassland research institute Hurley.** Commonwealth agr. Bureaux 1961 (Bull. 45).
6. COMPÈRE (R.). — **Productivité et caractéristiques bromatologiques de l'herbe de quelques types de pâturages étudiés à la station de Mulungu (Kivu).** : Bull. Agr. Congo : 1961, **10** (1) : 61-93.
7. DUVIGNEAUD (P.). — **Les savanes du Bas-Congo. Essai de phytosociologie topographique.** Rev. Lejeunia 1950 (10).
8. EMBERGER (L.), MANGENOT (G.), MIÈGE (J.). — **Existence d'associations végétales typiques dans la forêt dense équatoriale.** C. R. Acad. Sci. 1950, **231** : 640-2 ; 812-4.
9. EMBERGER (L.), GOUNOT (M.), IONESCO (I.), LONG (G.), ROUSSINE (N.). — **Description et mode d'emploi d'une fiche de relevé pour l'inventaire de la végétation, en vue de l'établissement des cartes de groupements végétaux.** Bull. Serv. Carte phytogéographique, série B, C. N. R. S. 1957, **2** (2) : 7-24.
10. **Etude des pâturages de la zone soudanienne.**
 - I. — CHARREAU (C.) et DOMMERGUES (Y.). — Pédologie.
 - II. — ADAM (J.). — Botanique systématique.
 - III. — DERBAL (Z.), PAGOT (J.), LAHORE (J.). — Etudes expérimentales sur l'utilisation l'exploitation, l'amélioration des pâturages naturels et la création des pâturages artificiels. Vigot édit. Paris, 1959.
11. GAUSSEN (H.). — **L'emploi des couleurs en cartographie.** Bull. serv. carte phytogéographique, série A, C. N. R. S., 1958, **3** (1) : 5-10.
12. GILLET (H.). — **Etudes des pâturages du ranch de l'Ouadi-Rimé.** J. Agr. trop. Bot. appl. 1960, **7** (11) : 158.
13. GILLET (H.). — **Pâturages sahéliens, le ranch de l'Ouadi-Rimé.** J. Agr. trop. Bot. appl., 1961, **8** (10-11) : 210.
14. GOUNOT (M.). — **Les méthodes d'inventaire de la végétation.** Bull. serv. carte phytogéographique série B, C. N. R. S., 1961, **6** (1) : 7-73.
15. GUINOCHET (M.). — **Logique et dynamique du peuplement végétal.** Masson édit. Paris, 1955.
16. HAVARD-DUCLOS (B.). — **Pâturages et fourrages tropicaux. 1-pâturages tropicaux.** Maisson rustique, édit. Paris 1952.
17. JACQUES-FÉLIX (H.). — **Ecologie des herbages en Afrique intertropicale.** Agro. trop., 1956, **9** (2) : 217-33.
18. KOECHLIN (J.). — **La végétation des savanes dans le Sud de la République du Congo-Brazzaville.** Charité, édit. Montpellier, 1961.
19. LAMOTTE (M.). — **Introduction à la Biologie quantitative.** Masson, édit. Paris, 1948.
20. LEBRUN (J.). **Exploration du Parc National Albert, la végétation de la plaine alluviale au sud du lac Édouard.** Inst. Parcs Nationaux. Bruxelles, 1947 : 2 vol.

	Naturel	de Jachères	Dégradé	A forte strate arbustive
Pâturage bon en saison sèche				
Pâturage bon en toutes saisons				
Pâturage moyen toute l'année				
Pâturage médiocre à nul				



Nous présentons à titre d'exemple, un fragment de la carte des pâturages au 1/200.000 de la région de Kaedi-M'bout (Rép. de Mauritanie).

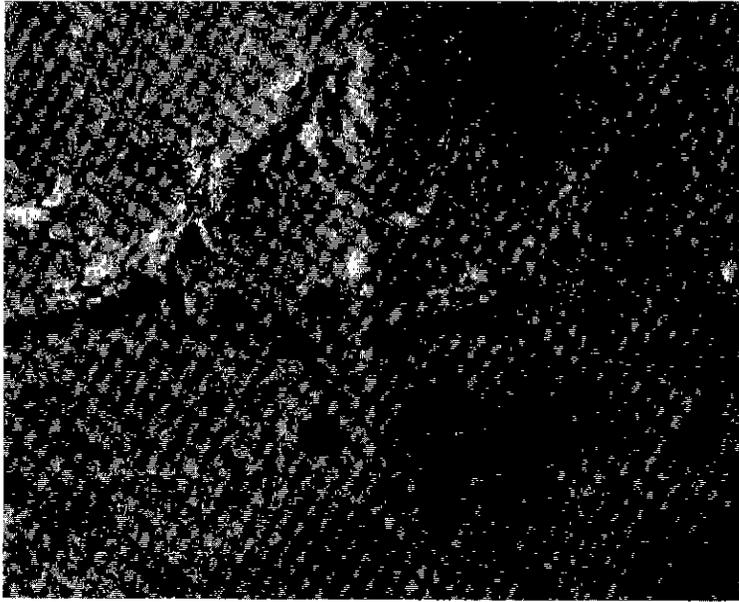
Cette esquisse de cartographie de pâturages sur deux degrés carrés, a pu être réalisée par photo-interprétation grâce aux études effectuées sur place pendant deux ans par M. MOSNIER. Le résultat des travaux a fait l'objet d'un rapport détaillé (24) et une carte au 1/50.000 d'un quart de degré carré a été réalisée et vérifiée sur le terrain par l'auteur.



Photo 1. — Relevé d'une bande d'interception



Photo 2. — Fauchage d'un carré de 4 m² pour l'évaluation de la valeur bromatologique



Couple stéréoscopique n° 1



Photo 3. — Pâturage 12



Photo 4 — Pâturage 14



Photo 5. — Pâturage 16

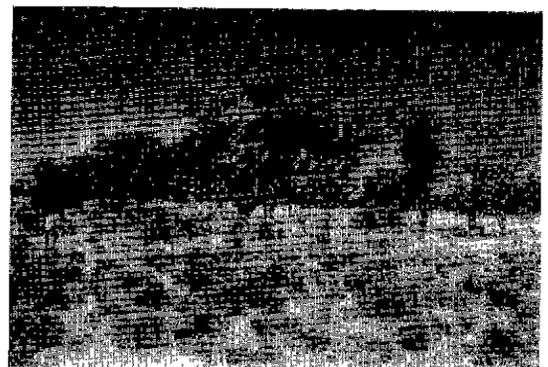


Photo 6. — Pâturage 31



Photo 7. — Pâturage 35 a



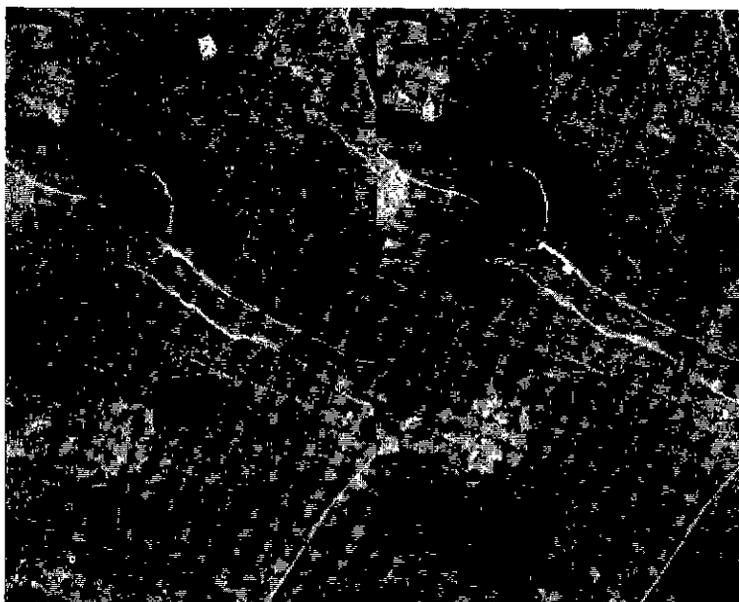
Photo 8. — Pâturage 35 b



Couple stéréoscopique n° 3



Photo 13. — Savanes sub-guinéennes



Couple stéréoscopique n° 2.

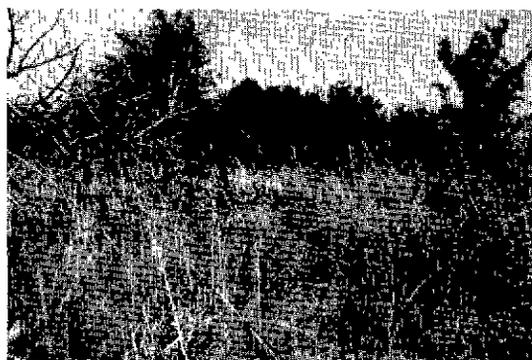


Photo 9. — Pâturage A1.



Photo 10. —
Pâturage A2.



Photo 11. — Pâturages A3 et A4.



Photo 12. — Pâturages B et E.

21. LONG (G.). — Description d'une méthode linéaire pour l'étude de l'évolution de la végétation. *Bull. serv. carte phytogéographique*, série B, C. N. R. S., 1958, 3 (2) : 107-28.
22. MAINGUY (P.). — Les herbages tropicaux. Revue synoptique des principes des méthodes d'étude. Application à l'échantillonnage de la végétation. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1958, 11 (3) : 305-38.
23. MONNIER (F.). — La station fourragère de Wakwa dans l'Adamaoua camerounais. Programme d'étude et premières réalisations. *Rap. dact.*, 1959 : 284 et *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1961, 14 (4) : 500-4.
24. MOSNIER (M.). — Pâturages naturels sahéliens : région de Kaédi (Mauritanie). *Rap. dact.*, 1961 : 157.
25. PAGOT (J.) DERBAL (Z.) LAHORE (J.). — Méthode pratique d'analyse floristique des pâturages tropicaux. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1954, 7 (3) : 173-75.
26. PORTÈRES (R.). — Les prairies sur complexe coenotique des savanes du Néogène sublittoral de la côte d'Ivoire. *J. Agr. trop. Bot. appl.*, 1956 (3) : 587-90.
27. REY (P.). — La cartographie botanique en couleurs. *Bull. serv. carte phytog. série A*, C. N. R. S., 1958, 3 (1) : 11-19.
28. ROBERTY (G.). — Carte de la végétation de l'A. O. F., feuilles de Thiès et Bouaké. Paris, 1950.
29. SCHNELL (R.). — Sur l'origine des savanes de la région des monts Nimba. *Bull. Soc. Bot. France*, 1954 (92) : 249-51.
30. Service de l'Elevage et des Industries animales de la Mauritanie. Circulaire n° 1052 du 10. 8. 56 (4 p. 2 pl.).
31. TROCHAIN (J.). — Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal. I. F. A. N., Mémoires n° 2 Dakar, 1940.
32. TROCHAIN (J.). — Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. *Bull. I. E. C. Brazzaville*, 1957, 13-14 : 55-93.
33. VESSEREAU (A.). — Méthodes statistiques en Biologie et en Agronomie. Baillière, édit. Paris, 1960.
34. VOISIN (A.). — Productivité de l'herbe. Flammarion édit. Paris, 1957.

Etude de la teneur en tocophérols de certains tourteaux utilisés à Madagascar et de sa variation au cours du stockage

par M. DUBOIS

Cette étude a été faite dans le but d'étudier la composition des tourteaux qui entrent dans l'alimentation du bétail, du porc en particulier.

Nous avons analysé surtout les tourteaux d'arachides les plus employés. Certains tourteaux conservés assez longtemps par les utilisateurs rancissent. Les tocophérols étant les principaux antioxydants naturels, nous avons pensé qu'il serait intéressant d'examiner leur comportement au cours du stockage de ces tourteaux.

Nous avons dosé d'abord les tocophérols totaux selon la méthode préconisée par H. L. QUAIFE et P. HARRIS et transformée par R. W. SWOCK et C. A. BAUMANG (7). Ces derniers remplacent la distillation moléculaire et l'hydrogénation de QUAIFE par une chromatographie sur colonne de floridine qui enlève la vitamine A et le carotène des extraits. Le dosage des tocophérols reste le même et est basé sur la même réaction colorée d'Emmerie-Engel. Cette réaction consiste en une réduction du chlorure ferrique en chlorure ferreux par les tocophérols et l'évaluation colorimétrique de Fe II par combinaison avec l' α -adipyridyle. Cette méthode a l'inconvénient de doser non seulement les tocophérols mais tous les corps réducteurs qui peuvent se trouver dans la solution. Nous avons, en effet, trouvé des résultats trop élevés par cette méthode. De plus, elle ne permet pas de doser séparément les différents tocophérols. Ces derniers ayant des propriétés antioxydantes différentes suivant le tocophérol examiné, nous avons cherché une méthode susceptible de les différencier.

Nous avons finalement adopté à peu de choses

près la méthode préconisée par le « Vitamine E Panel Society » (8). Cette technique utilise, après passage sur floridine, une chromatographie sur papier à deux dimensions qui sépare les tocophérols des dernières impuretés réductrices et permet de les doser séparément.

L'étude de l'état d'altération du tourteau a été complétée par la détermination des indices classiques des huiles : Indice d'iode et de peroxyde, acidité, pourcentage d'acide linoléique, afin de suivre leurs variations simultanées avec les taux des tocophérols au cours du stockage.

Nous avons aussi déterminé le pourcentage des différents tocophérols dans des graines et tourteaux de coton, kapok et baobab, qui sont utilisés sur la côte ouest.

DOSAGE

I. — Extraction de l'huile.

L'huile qui servira au dosage des tocophérols est extraite des graines ou des tourteaux par l'éther éthylique exempt de peroxydes (8), au Kumagawa.

II. — Saponification.

Une prise d'essai de 1 à 4 g d'huile suivant les échantillons est saponifiée par la potasse en présence de pyrogallol ou de para-acétylamino-phénol, au bain-marie bouillant dans un ballon placé sous réfrigérant à reflux.

III. — Extraction.

Du mélange refroidi, on extrait l'insaponifiable par l'éther éthylique exempt de peroxydes.

Les extraits éthérés sont lavés à l'eau distillée jusqu'à neutralité à la phtaléine. Ces extraits sont évaporés à sec, sous vide, à l'extracteur rotatif.

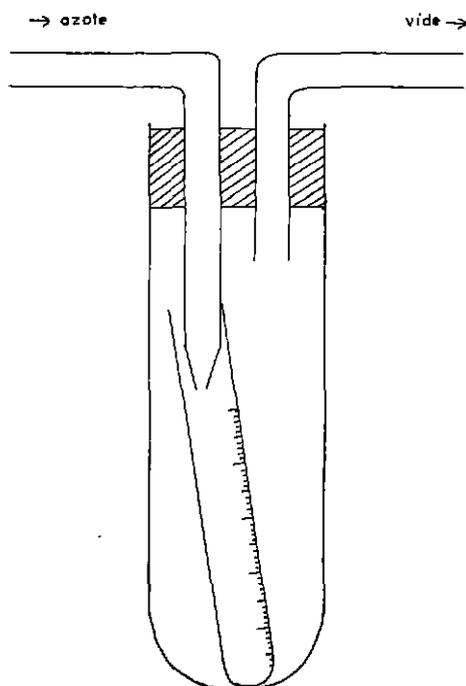
IV. — Elimination des stérols.

Le résidu est repris trois fois par le méthanol bouillant, et refroidi vers moins 10° C pour éliminer les stérols. Les extraits méthanoliques sont évaporés sous pression réduite. Le résidu est repris par 5 ml. d'éther de pétrole pur et sec, et passé sur colonne de floridine.

V. — Purification par passage sur colonne de floridine.

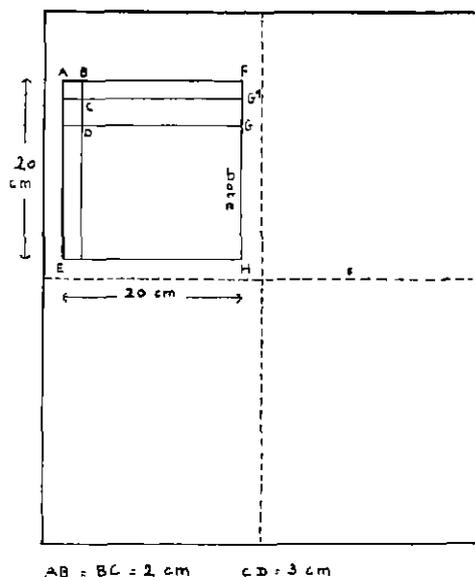
La floridine additionnée de chlorure stanneux et d'acide chlorhydrique est portée à ébullition puis versée dans la colonne, deshydratée par passage d'alcool absolu exempt de peroxydes et préparée pour l'usage en passant benzène pur et sec et éther de pétrole. Le résidu précédent dissous dans l'éther de pétrole est passé lentement sur la colonne. On développe ensuite à l'éther de pétrole qui est rejeté, puis on élue la colonne au benzène, lentement.

Le benzène évaporé sous pression réduite est repris par 5 ml de benzène, transféré dans un petit tube gradué et ramené à 0,5 ml par évaporation à la trompe à vide avec courant d'azote pur. On chauffe légèrement le tube dans un bain d'eau chaude pour faciliter l'opération.



VI. — Chromatographie sur papier à deux dimensions.

Le papier employé est le Whatman n° 1 ou n° 4. Les feuilles de papier doivent toujours être découpées et préparées de façon à ce qu'elles soient toujours employées dans le même sens lors des deux chromatographies.



Le papier est d'abord purifié par extraction continue à l'alcool méthylique puis imprégné de la solution de zinc-ammonium.

Chaque dosage nécessite trois papiers. Deux papiers reçoivent 10 à 50 μ l, avec une pipette spéciale, régulièrement répartis le long de la ligne CD, et un autre ne reçoit rien et servira à calculer les blancs.

Ces trois papiers sont traités simultanément de la même manière. Ce travail est effectué en prenant toutes les précautions nécessaires dans une pièce à l'abri de la lumière vive.

Les trois papiers sont suspendus dans la première cuve contenant du cyclohexane pur (3), le bord AE plongeant dans le liquide. La *Vitamine E Panel Society* préconise un mélange de 30 p. 100 de benzène dans le cyclohexane mais cela nous a donné une séparation moins bonne. Lorsque le solvant a parcouru 15 à 18 cm les feuilles sont retirées et mises à sécher dans une petite armoire fermée dans laquelle passe un courant d'azote. Le front du solvant doit être

à la même hauteur sur les trois feuilles utilisées pour le même dosage.

Les feuilles sont ensuite immergées dans une solution à 3 p. 100 d'huile de paraffine dans de l'éther de pétrole (ébullition de 60 à 80° C). On trempe le bord EH et le liquide doit monter jusqu'à 1/2 cm de la ligne DC. Les feuilles sont séchées sous courant d'azote puis mises dans la deuxième cuve contenant de l'éthanol dilué (75 parties d'éthanol + 25 parties d'eau). Le bord AF trempe dans le liquide. Lorsque l'éthanol est à 4 cm du sommet du papier, les feuilles sont retirées et séchées dans l'armoire sous courant d'azote.

VI. — Localisation des spots et dosage.

La *Vitamine E Panel Society* préconise d'ajouter à la solution de zinc ammonium de la fluorescéine sodique. Lorsqu'on examine le chromatogramme avec une lampe U. V., les tocophérols apparaissent comme une tache sombre sur un fond fluo-

rescent ; nous avons abandonné ce procédé car il ne nous a pas donné de résultats satisfaisants.

On pulvérise sur l'une des trois feuilles du dosage un mélange extemporané, en parties égales, des solutions de chlorure ferrique et dipyridyle, puis on la sèche sous courant d'azote. Les tocophérols apparaissent comme des taches rouges. Ces spots sont encerclés au crayon et découpés. Cette feuille découpée sert de calque, pour localiser, sur la feuille non imprégnée et sur la feuille destinée aux blancs, la position des tocophérols. Les spots marqués sont découpés et placés dans des tubes à essai. Ces manipulations sont faites en lumière atténuée.

Les tubes à essai sont additionnés de solution à 0,07 p. 100 d' α -adipyridyle dans l'éthanol absolu exempt de peroxyde et agités quelques secondes. On ajoute ensuite 0,5 ml de solution de chlorure ferrique, on agite et verse le liquide dans les cuves du spectrophotomètre. La lecture se fait à 520 $m\mu$, deux minutes après addition du chlorure ferrique contre une cuve contenant de l'éthanol.

Tableau n° I
Teneur en Tocopherol des graines et des tourteaux de
COTON, KAPOK et BAOBAB

	T O C O P H E R O L S				Matière grasse % g de produit	Indice d'iode	Indice de peroxyde	Acidité en acide oléique	Acide linoléi- que % g d'huile.
	/g huile	/g huile	/g huile	/g huile					
Huile extraite de graines de COTON	236,46	294			26,14				
Huile extraite de tourteau de COTON	124,13	243			9,23				
Huile extraite de graines de KAPOK		85,5		27,18	22,61				
Huile extraite de tourteau de KAPOK		45		3,4	7,66				
Huile extraite de graines de BAOBAB fraîches		141		5	35,33				
Huile extraite de tourteau de BAOBAB		95,24		3,1	7,32				
Huile extraite de tourteau de BAOBAB séchées 1 an		55,5		12,5					
Huile extraite de grains de MAIS	215,6	729			3,98	111	384	9,87	43,41
Huile extraite de SON DE RIZ	490		518		16,51	102,61	96	53,01	26,55

Tableau n° II

Variations du taux des Tocophérols et des indices classiques au cours du stockage des tourteaux d'arachide

	T O C O P H E R O L S				Matière grasse % gr. de produit	Indice d'iode	Indice de peroxyde	Acidité en acide oléique	Acide linoléi- que % gr d'huile
	α Y/gr. huile	γ Y/gr. huile	ϵ Y/gr. huile	δ Y/gr. huile					
Huile extraite d'arachides fraîches 3 mois	192,32	65,24			45,5	99,4	145,6		32,7
Huile extraite d'arachides conservées à TANANARIVE depuis plus de 6 mois	79,62	48,36							
Huile extraite de tourteau d'arachide frais fait à TANANARIVE.	92,22	45			8,68	84,66	320	4%	20,69
Huile extraite de tourteau d'arachide fait à TULEAR 1 an	22,86	9			7,70	88	352	41,5	21,88
Huile extraite de tourteau d'arachide Desforges ANTSIRABE 2 ans	14,94	2,47			11,8	63,5	192	66,27	9,45
Huile extraite de tourteau d'arachide vieux ANTSIRABE 2 ans	28,58				12,8	50,80	70	87,4	14,12
Huile extraite de tourteau d'arachide TANANARIVE passé une fois à la presse 1 an (a)	13,06				17,35	67,73	768	33,84	16,33
Huile extraite de tourteau d'arachide TANANARIVE passé deux fois à la presse 2 ans (b)	10,88				7,09	84,66	544	54,7	20,81

Tableau n° III

Baisse de la teneur des tourteaux d'arachide en Tocopherol au cours de leur stockage.

	T O C O P H E R O L		T O C O P H E R O L	
	Perte par rapport à l'huile extraite du tourteau d'ara- chide frais.(p.100)	Perte par rapport à l'huile extraite des arachides frai- ches (p.100)	Perte par rapport à l'huile extraite du tourteau d'ara- chide frais (p.100)	Perte par rapport à l'huile extraite des arachides frai- ches (p.100)
Huile extraite d'arachides con- servées à TANANARIVE depuis plus de 6 mois		53		26
Huile extraite de tourteau d'a- rachide frais fait à TANANARIVE		52		31
Huile extraite de tourteau d'a- rachide fait à TULEAR 1 an	76	88	80	86
Huile extraite de tourteau d'a- rachide Desforges ANTSIRABE 2 ans	84	92	95	96,2
Huile extraite de tourteau d'a- rachide ANTSIRABE 2 ans	70	85	100	100
Huile extraite de tourteau d'a- rachide TANANARIVE passé une fois à la presse 1 an (a)	86	93	100	100
Huile extraite de tourteau d'a- rachide TANANARIVE passé 2 fois à la presse 2 ans (b)	90	94	100	100

Les valeurs des blancs sont retranchées de celles trouvées pour les différents tocophérols.

Les différents tocophérols ont été identifiés grâce à la position de leurs spots et aux différentes couleurs qu'ils ont données avec l'O. dianisidine diazotée (4).

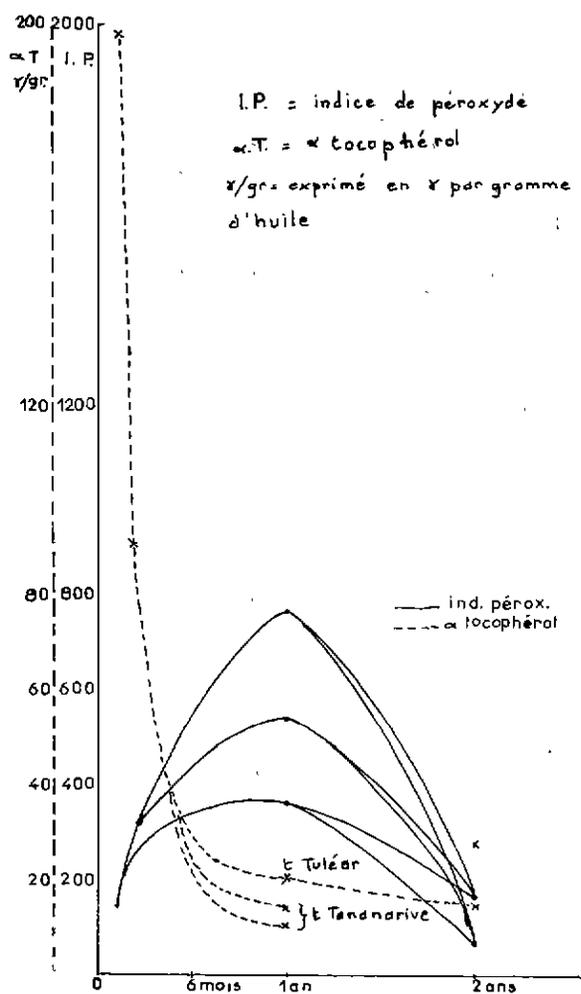
Dans l'huile extraite des tourteaux qui ont été portés, à peu près, à 100° lors de l'extraction de l'huile, on voit que les taux de γ et surtout d' α tocophérols ont diminué sensiblement par rapport à l'huile extraite des graines fraîches. Une baisse de même valeur se produit dans les graines conservées sans précautions depuis plus de six mois.

C'est le début de l'oxydation, les tocophérols tout en se détruisant empêchent la formation des peroxydes, leur taux est, en effet, bas et l'indice d'iode a légèrement baissé. A ce moment, l'acidité est pratiquement nulle.

Pour un tourteau conservé un an à Tuléar sous un climat chaud et sec, on constate une baisse à peu près semblable sur l' α et le γ tocophérol. L'oxydation s'est poursuivie. Les tocophérols ne peuvent plus empêcher la formation de peroxydes, et ceux-ci en se formant détruisent les tocophérols. D'autre part, les ferments et les oxydations ont commencé à libérer des acides gras. L'acidité a augmenté, en effet, sensiblement et a provoqué la destruction des peroxydes qui n'ont pas pu atteindre un taux très élevé. De ce fait, les tocophérols ne sont pas tous détruits et l'indice d'iode n'a que très légèrement baissé.

Pour des tourteaux conservés un an à Tananarive où le climat est moins chaud qu'à Tuléar, mais plus humide, l'oxydation a été plus importante. Les peroxydes ont augmenté, et en augmentant ont détruit les tocophérols, surtout le γ qui a disparu. L'hydrolyse enzymatique et l'auto-oxydation des acides gras n'ont pas été aussi rapides qu'à Tuléar, pour former des acides gras libres. Le tourteau (a) notamment a une acidité moindre que celle de Tuléar, aussi les peroxydes ont-ils beaucoup augmenté, l'indice d'iode a, en effet, sensiblement baissé, et ils ont détruit une grosse partie des tocophérols.

Pour le tourteau (b), les ferments et les oxydations ont été plus actifs, l'acidité est plus forte que celle de Tuléar, et elle a, en détruisant les peroxydes, ralenti leur formation. Ceux-ci sont en quantité plus faible que dans le tourteau (a) et l'indice d'iode est plus élevé.



Variation simultanée de l' α tocophérol et de l'indice de peroxyde au cours du stockage des tourteaux d'arachides.

Chez les tourteaux conservés à Antsirabé où le climat est moins chaud qu'à Tananarive et un peu plus humide, l'oxydation a été plus lente. Au bout de deux ans les tocophérols ont été moins touchés que ceux de Tananarive. L'acidité a beaucoup augmenté et les acides ont détruit les peroxydes dont le taux est redescendu très bas. L'indice d'iode a sensiblement diminué.

Il semble que l'acidité du milieu en détruisant les peroxydes à mesure de leur formation ait protégé les tocophérols de la destruction.

L'huile extraite des graines de coton contient davantage d' α tocophérol et beaucoup plus de γ que celle extraite des arachides.

Ici aussi on constate une diminution du taux des tocophérols dans l'huile extraite des tour-

Tableau n° IV

Teneur en Tocopherol de différents tourteaux par rapport à celle de l'huile extraite des graines (p.100)

	Tocopherol	Tocopherol	Tocopherol
COTON	47,5	17,5	
KAPOK		47,5	87,5
BAOBAB		32,5	38

teaux frais par rapport à l'huile extraite des graines. Cette perte est plus importante pour l'α que pour le γ tocophérol.

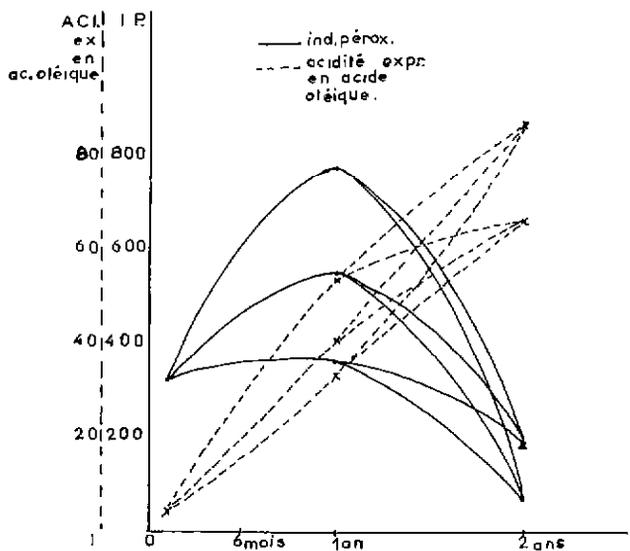
Pour le baobab et le kapok, on constate également un taux de tocophérol plus faible dans les tourteaux que dans les graines. L'huile des graines et tourteaux de baobab et de kapok ne contient pas d'α tocophérol mais une bonne quantité de γ et un peu de δ. L'huile extraite des tourteaux de kapok et baobab subit par rapport à l'huile extraite de la graine, une perte plus importante pour le δ que pour le γ.

CONCLUSION

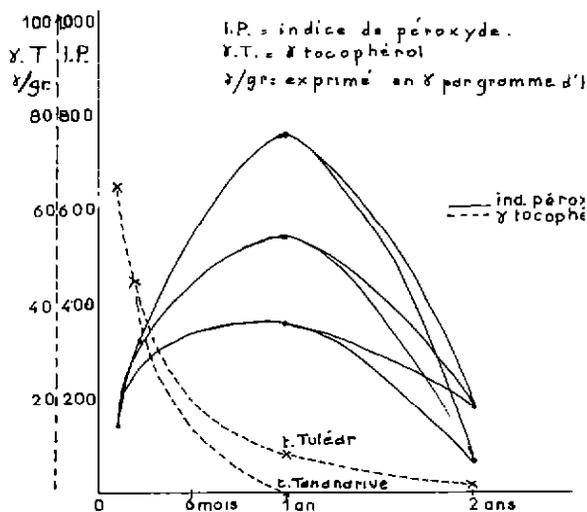
Lors du stockage des tourteaux le taux des tocophérols diminue. Cette baisse est plus ou moins rapide suivant les conditions climatiques.

Au début du stockage, l'α tocophérol diminue de façon plus importante que le γ, puis après une baisse à peu près parallèle, le γ décroît plus rapidement que l'α avant de disparaître.

Laboratoire Central de l'Elevage
« Joseph Carougeau » Tananarive
(Service de Biochimie).



Variation simultanée de l'indice de peroxyde et de l'acidité au cours du stockage des tourteaux d'arachides



Variation simultanée du γ tocophérol et de l'indice de peroxyde au cours du stockage des tourteaux d'arachide

SUMMARY

The study of tocopherols contents in certain foodstuffs used in Madagascar and its variation during storage

During the storage of food-stuffs the percentage of tocopherols decreases. The rapidity of their decrease varies according to climatic conditions.

At the beginning of the storage the α tocopherol content decreases more rapidly than the γ ; then, after a drop which is more or less parallel, the γ content decreases faster than α and finally disappears.

RESUMEN

Estudio del porcentaje en tocoferoles de ciertas tortas residuales utilizadas en Madagascar y su variación durante el transcurso de su almacenamiento

Al proceder al almacenamiento de los tortas residuales, el porcentaje de los tocoferoles disminuye. Esta reducción es más o menos rápida, según las condiciones climáticas.

Al principio del almacenamiento, el α tocoferol disminuye de formas más importante que el γ , acto seguido, y después de una reducción poco más o menos paralela, el γ disminuye más rápidamente que el α antes de desaparecer.

BIBLIOGRAPHIE

1. EGGIT (P. W. R.) et WARD (L. D.). — *J. Sci. Food Agric.* 1953, **4** : 569.
2. EGGIT (P. W. R.) et WARD (L. D.). — *J. Sci. Food Agric.* 1953, **4** : 176.
3. GREEN (J.), MARCINKIEWICZ (S.) and WATT (P. R.). — *J. Sci. food Agric.* 1955, **6** : 274.
4. GREEN (J.). — *J. Sci. Food Agric.* 1958, **9** : 801.
5. HOVE (E. L.) and HOVE (Z.). — *J. Biol. Chem.* 1944, **156** : 601.
6. QUAIFFE (M. L.) and HARRIS (P. L.). — *Anal. Chem.* 1948, **20** : 1221.
7. SWOCK (R. W.) and BAUMANG (C. A.). — *Anal. Chem.*, 1951, **10** : 758.
8. VITAMINE E PANEL SOCIETY. — *Analytical Method Committee Analyst* 1959, **6** : 356 (Vol. 84).

Le caneton, réactif biologique pour le dépistage de la toxicité des tourteaux d'arachide

par G. THEODOSSIADES

En 1961, RAYNAUD (16) signalait l'existence d'une dystrophie hépatique toxique chez les porcs à Madagascar. En 1962, le même auteur en attribuait l'étiologie aux tourteaux d'arachide. A la suite d'une mortalité importante dans certains élevages à Madagascar vers la fin 1962, nos recherches pour l'identification d'un facteur toxique dans les produits entrant dans la ration des porcs nous ont orienté vers certains lots de tourteaux d'arachide après l'expérimentation sur rat et cobaye, mais finalement la rapidité de la réponse du caneton nous a apporté la confirmation de leur rôle toxique.

En 1961, ASPLIN et CARNAGHAN (3) observent la sensibilité du caneton à un principe toxique provenant de certains *Aspergillus flavus* Link ex-Fries, et présent dans quelques tourteaux d'arachide.

SARGEANT, O'KELLY, CARNAGHAN et ALLCROFT (20) utilisent le caneton comme réactif biologique en lui faisant ingérer la substance toxique isolée à partir des tourteaux à éprouver.

Nous avons voulu mettre à profit cette sensibilité du caneton et trouver un test simple, susceptible de rendre service, comme il l'a été dans notre cas à Madagascar, afin de pouvoir non seulement dépister les tourteaux toxiques mais aussi juger du degré de leur toxicité. En effet, écarter de l'alimentation animale tout tourteau possédant une certaine toxicité vis-à-vis du caneton serait un luxe que l'éleveur malgache ne peut s'offrir. Pratiquement un seul tourteau, celui d'arachide, est disponible en quantité commerciale sur le marché de la Grande Ile.

Il s'avère donc intéressant de tester d'une part, le degré de toxicité des tourteaux sur le caneton, et d'autre part, d'étudier la corrélation

entre la sensibilité du caneton et celle des autres espèces.

ESSAI DES TOURTEAUX D'ARACHIDE SUR LE CANETON PAR INGESTION DU PRODUIT BRUT AU MOYEN D'UN SONDAGE ŒSOPHAGIEN.

Matériel

1^o Une seringue de 50 ml de capacité. Son diamètre interne doit être assez large pour faciliter d'une part, le mélange à l'intérieur avec un agitateur en verre ou une sonde canelée, d'autre part, l'expulsion de l'air afin que la seringue ne soit remplie que de la pâte constituée. Le diamètre de la seringue que nous utilisons est de 35 mm. L'orifice de l'embout doit être élargi pour faciliter l'injection du produit. Un diamètre de 3 mm nous a donné satisfaction.

2^o Une sonde en caoutchouc :

longueur : 160 mm
diam. externe : 4 mm
diam. interne : 2,5 mm.

l'une des extrémités sera fixée sur l'embout de la seringue, et l'autre sera terminée en biseau mousse.

3^o Un broyeur (un moulin à café électrique convient).

4^o Une balance.

5^o Des canetons âgés de 2-3 jours.

6^o Une petite éleveuse.

Technique opératoire

1^o Marquer les canetons (par une encoche dans la membrane palmaire interdigitée) et les diviser en autant de lots qu'il y a d'échantillons de tourteaux à tester plus un lot témoin (nous utilisons cinq à dix canetons par lot).

2^o Peser le tourteau finement broyé : 2 g par animal et par ingestion.

Tableau n° I

Résultats obtenus chez le caneton par ingestion forcée de tourteaux d'arachide

	Témoïn		Tourteau n° 1			Tourteau n° 2			Tourteau n° 2 délipidé			Tourteau n° 3			Tourteau n° 3 délipidé			Tourteau n° 4			Tourteau n° 5			Viande 70 % Maïs 30 %				
	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Essai n° 1																												
1er jour	5					5	5	6																				
2ème jour	5					0																						
Essai n° 2																												
1er jour	5		5	1	5	5	4	5																				
2ème jour	5		4		5	1	1	5																				
3ème jour	5		4		5	0																						
Essai n° 3			*																									
1er jour	5		4		4	5	5	4																				
2ème jour	5		4		4	0																						
Essai n° 4			**																									
1er jour	5		7		4	5	1	4			5		4	5		4	5		4	5	1	4	5		4	5	1	4
2ème jour	5		7		4	4	4	4			5		4	5		4	5		4	4		4	5		4	5	1	4
3ème jour	5		7		4	0					5		4	5		4	5		4	4		4	4		4	4		4
Essai n° 5																												
1er jour	19		10		4	10	9	4	10	8	4	10		4														
2ème jour	19	1	10		4	1	1	4	2		4	10		4														
3ème jour	18		10		4	0			2		4	10		4														

* il s'agit de 4 canetons de l'essai précédent.

** les 4 canetons de l'essai précédent plus 3 nouveaux

Colonne A : nombre d'animaux en expérimentation

Colonne B : nombre d'animaux morts en cours d'expérimentation

Colonne C : quantité en grammes de tourteau ingérée par jour et par animal
(en 2 ingestions)

Tableau n° I (Suite)

	Témoin		Tourteau n° 1			Tourteau n° 2			Tourteau n° 2 délipidé			Tourteau n° 3			Tourteau n° 3 délipidé			Tourteau n° 4			Tourteau n° 5			Viande Maïs 70% 30%				
	A	B	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Essai n° 6																												
1er jour	18				4	6	4	4																				
2ème jour	10	*	10		4	4	8	5	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10
3ème jour	18		10	1	4	2	4	3	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10	4	10
4ème jour	17		10		4	0																						
5ème jour	17		10		4																							
6ème jour	17		10		4																							
7ème jour	17		10		4																							
8ème jour	17		10		4																							
9ème jour	17		10		4																							
10ème jour	17		10		4																							
11ème jour	17		10		4																							
12ème jour	17		10		4																							
13ème jour	17		10		4																							
14ème jour	17		10		4																							
Essai n° 7																												
1er jour	8	1	10		4	10	3	4																				
2ème jour	7		10		4	7	4	4																				
3ème jour	7		10		5	3	3	5																				
4ème jour	7		10		6																							
5ème jour	7		10		6																							
6ème jour	7		10		6																							
7ème jour	7		10		6																							
8ème jour	7		10		6,6																							
9ème jour	7		9		7,4																							
10ème jour	7		9		8,0																							

* il s'agit des canetons de l'essai précédent
 ** 6 nouveaux canetons plus les 2 de l'essai précédent.

3° Mélanger à l'intérieur de la seringue le tourteau avec environ trois fois son poids d'eau pour obtenir une pâte de consistance assez fluide. Exprimer l'air. Répartir le contenu de la seringue aux canetons en le faisant ingérer par sondage œsophagien.

Le sondage ne présente pas de difficulté mais il convient, à l'entrée de la poitrine, que la main de l'opérateur oriente l'extrémité de la sonde avec doigté pour éviter blessures ou déchirures. Enfoncer ainsi la sonde au maximum (10 à 15 cm selon l'âge et la taille du caneton) et injecter lentement tout en retirant la sonde.

4° Mettre tous les canetons sous la même éleveuse et distribuer un aliment témoin sans tourteau.

5° Procéder à deux gavages par jour, trois heures après avoir supprimé l'aliment témoin.

Résultats obtenus

Les essais ont porté sur cinq tourteaux différents. Le tableau 1 donne les résultats de sept essais réalisés. Il s'en dégage que :

1° Le tourteau n° 1 ne possède aucune toxicité.

2° Le tourteau n° 2 possède une toxicité aiguë tuant le caneton en 24 heures à la dose de 4 g par jour. Remarquons que la toxicité persiste même après délipidation à l'éther.

3° Les tourteaux n°s 3, 4 et 5 possèdent une toxicité sub-aiguë. La toxicité du n° 3 a persisté après délipidation à l'alcool éthylique à 96°.

L'essai n° 7 nous a montré que nous pouvons raccourcir la durée du test en augmentant progressivement les doses ingérées.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Origine de la toxicité

Le facteur toxique en cause doit être le produit du métabolisme d'*Aspergillus flavus*, Link, isolé par SARGEANT et collaborateurs. En effet, en faisant ingérer aux canetons un extrait de tourteau obtenu par la technique décrite par ces auteurs, nous arrivons aux mêmes résultats pour le tourteau n° 2 : mortalité des canetons en moins de 24 heures. Pour les tourteaux possédant une toxicité sub-aiguë, il nous a fallu deux ingestions, deux jours de suite, pour obtenir 75 p. 100 de mortalité. D'autre part, le service

des diagnostics du laboratoire de l'élevage, a isolé un *Aspergillus flavus* des tourteaux incriminés et des arachides non traités. Tout porte donc à croire que nous sommes en présence du même facteur toxique.

D'après notre enquête, la contamination par *Aspergillus flavus*, et surtout le degré de contamination (donc le degré de toxicité des tourteaux) proviendraient de trois causes principales :

a) Les intempéries entraînant une dessiccation lente et imparfaite des arachides mises en tas lors de la récolte, la prolifération des champignons se trouve favorisée en climat chaud.

b) La plupart des arachides cultivées étant de variété dite « de bouche » les gousses sont ensuite triées chez les collecteurs. Les « écarts » du triage sont destinés à l'huilerie, les gousses de qualité étant destinées à l'exportation. Le résultat en est la concentration vers l'huilerie, des « écarts » renfermant une quantité importante de gousses moisies.

c) Certains collecteurs procèdent au lavage de toutes les arachides avant leur triage, les « écarts » non desséchés sont ensuite stockés en tas, ce qui favorise à nouveau la prolifération plus importante des champignons.

Les opérations ci-dessus expliqueraient la diversité des qualités de tourteaux produits :

a) Les arachides bien desséchées sur le champ et non triées, envoyées à l'huilerie, donneraient le tourteau non toxique : le tourteau n° 1 de nos essais a été obtenu de cette façon.

b) Les tourteaux n°s 3, 4 et 5 ont été obtenus à partir d'« écarts » de triage.

c) Le tourteau n° 2 provient d'« écarts » mal desséchés issus d'arachides lavées avant triage, présentant une forte contamination par *Aspergillus flavus*.

Pour nous, le problème de la toxicité des tourteaux d'arachides se confond avec celui d'une dessiccation imparfaite des arachides après récolte et des « écarts » après lavage et stockage incorrects.

Corrélation entre le résultat des essais, qualité des tourteaux ainsi classés et leurs effets dans les rations de différentes espèces.

Le fait de déterminer la toxicité ou même le degré de toxicité d'un produit par une épreuve

Tableau n° II

Résultats obtenus par incorporation de tourteaux d'arachide dans la ration de canetons

N° d'identification du tourteau	1er ESSAI *									2ème ESSAI *									
	témoin	1	2	2	2	3	4	5	témoin	1	1	1	2	2	2	2	3	4	5
Nombre d'animaux par lot	10	10	10	10	10	10	10	10	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Mortalités observées																			
- 1er jour -	1		1	1	1				1				2						
- 2ème " -			1	1									2		2	3			
- 3ème " -			3	1	1								1	3	2	4			
- 4ème " -			-	3	2								1		2				
- 5ème " -			2	-	2									1	3				
- 6ème " -			1	-	2								1	3	1	1			
- 7ème " -			1	1	-								2	1	1	1			
- 8ème " -	1		-	1	2			1					2	1		1			
- 9ème " -			1	1											1	1	3		
-10ème " -				1									1	3		1			
-11ème " -						1	1												
-12ème " -						1													
-13ème " -						2		1									4	2	1
-14ème " -							2		1								1		
-15ème " -						3	1	1									1	1	
-16ème " -																	1	3	1
-17ème " -						1	3	1									1	3	2
-18ème " -							1	2											1
-19ème " -						1						1						1	1
-20ème " -						1		2									1		2
-21ème " -																			1
-22ème " -								1											1
-23ème " -							2												2
-24ème " -												1							1
-25ème " -											1								
-26ème " -												1							
-27ème " -																			
-28ème " -								1											
-29ème " -																			
-30ème " -																			1
Total des animaux morts :	2	0	10	10	10	10	10	10	2	1	2	1	12	12	12	12	12	12	12

* Le taux d'incorporation des tourteaux dans la ration est uniformément de 14 p.100

ne résoud pas les problèmes posés par son emploi en alimentation animale.

Le tableau 1 nous prouve la fidélité du test dans les conditions expérimentales données. En est-il de même dans les conditions d'alimentation pratique et surtout, peut-on généraliser ces résultats aux autres espèces animales dans leurs conditions habituelles de production ? Possèdent-elles la même sensibilité que le caneton vis-à-vis du facteur toxique ?

Il se dégage des différents travaux publiés que presque toutes les espèces y sont sensibles, ainsi la toxicité des tourteaux d'arachide a été observée chez les porcs, poussins, dindons, veaux, cobayes et rats. Mais quel est le degré de cette sensibilité ? N'y a-t-il pas un taux optimum à utiliser dans les rations pour chaque qualité de tourteau ainsi classé, vis-à-vis de chaque espèce animale à des âges différents, pour une production zootechnique donnée ? Ce taux d'« utilisation économique » permettrait de contre-balancer les effets nocifs du facteur toxique par les effets bénéfiques des éléments apportés par le tourteau, l'opération restant de ce fait rentable, à condition de livrer au consommateur, après vérification, un produit sain. Des recherches approfondies doivent être entreprises dans ces différentes directions pour fixer les limites d'utilisation de tels tourteaux.

Nous poursuivons des recherches dans ce sens. Des tourteaux testés sont incorporés dans des rations pour porcs en cours d'expérimentation. Dès que les résultats seront connus, ils seront communiqués. Toutefois, d'après nos observations, dans les élevages visités, c'est le tourteau toxique n° 2 qui a provoqué un taux de mortalité élevé. Des tourteaux de qualité comparable aux tourteaux n°s 3, 4 et 5 sont couramment utilisés dans les rations pour porcs, volailles et bovins, sans qu'il s'en suive de symptômes cliniques aigus. Mais il nous est difficile de nous prononcer sur la rentabilité économique d'une telle opération

chez les animaux ainsi nourris qui présentent souvent, après abattage, des lésions hépatiques chroniques dont l'étiologie ne peut être à coup sûr attribuée à l'ingestion de tourteaux de cette qualité.

Chez le caneton, au contraire, la comparaison des tableaux I et II démontre d'une part, la fidélité du test et d'autre part, que l'incorporation au taux de 14 p. 100 dans les rations du tourteau toxique n° 2 et des sub-toxiques n°s 3, 4 et 5 est mortelle pour cette espèce, à cet âge. Cependant, l'examen analytique de ces tableaux met l'accent sur la nocivité à retardement des tourteaux sub-toxiques n°s 3, 4 et 5, qui se manifeste après un certain temps de latence.

CONCLUSION

L'administration par sondage œsophagien au caneton constitue une épreuve fidèle permettant le dépistage des tourteaux d'arachide toxiques et leur classification à cet égard. De ces essais préliminaires, nous pouvons conclure que, tout tourteau possédant une certaine toxicité, **pour le caneton**, aiguë ou sub-aiguë, doit être exclu de l'alimentation de cette espèce.

Par contre, **pour les porcs**, nos observations dans différents élevages montrent que seuls les tourteaux possédant, d'après ce test, une toxicité aiguë provoquent des signes pathologiques cliniques sub-aigus.

Des recherches sont encore nécessaires afin d'étudier la corrélation entre les résultats de l'expérimentation chez le caneton et les effets des produits ainsi testés sur les autres animaux.

Elles permettront de fixer la fourchette économique de l'utilisation de ces tourteaux en alimentation animale. La généralisation de cette épreuve simple et rapide pourrait être alors envisagée avant leur emploi commercial.

*Laboratoire Central de l'Elevage
(Service de nutrition). Tananarive.*

SUMMARY

The duckling as a biological indicator for the detection of toxicity in groundnut meal

Administration to a duckling by œsophageal probe is the best means of detecting and classifying the degree of toxicity in groundnut meal. These preliminary trials show that ducklings are highly sensitive to any degree of meal toxicity.

On the otherhand, our observations with pigs in several farms show that only highly toxic meals, according to the duckling test, provoke sub-acute clinical pathological symptoms.

Further trials are necessary to study the correlation between the results obtained with ducklings and the effect of the meal on other animals. This will make it possible to assess the economic value of groundnut meal in animal food-stuffs.

This simple and quick technique might be generally used for toxicity assay before commercial marketing.

RESUMEN

El anedon reactivo biologico para descubrir la toxicidad de las tortas residuales de cacahuete

La administración por sondeo esofágico al anedón constituye una prueba valedera que permite descubrir la toxicidad de las tortas residuales de cacahuete y su clasificación a este respecto. De estos ensayos preliminares puede concluirse que, para el anedón, cualquier torta residual que posea cierta toxicidad, aguda o subaguda, debe ser excluida de la alimentación.

Contrariamente, para los puercos, nuestras observaciones en distintas crianzas demuestran que únicamente las tortas que poseen, después de esta prueba, una toxicidad aguda provocan signos patológicos clínicos subagudos.

Aun será preciso proceder a investigaciones con objeto de estudiar la correlación entre los resultados de la experimentación en el anedón y los efectos de los productos así probados en los demás animales.

Dichas investigaciones permitirán fijar los límites económicos de la utilización de estas tortas para la alimentación animal. La generalización de esta prueba sencilla y rápida podría ser proyectada entonces antes de su empleo comercial.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALLCROFT (R.), CARNAGHAN (R. B. A.), SARGEANT (K.) and O'KELLY (J.). — **A toxic factor in Brazilian groundnut meal.** *Vet. Rec.*, 1961, **73** (17) : 428.
2. AMARAL (L. B. S.). — **Torta de amendoim e morte de suínos biológico,** 1961, **27** : 63.
3. ASPLIN (F. D.) and CARNAGHAN (R. B. A.). — **The toxicity of certain groundnut meals for poultry with special reference to their effect on ducklings and chickens.** *Vet. Rec.*, 1961, **73**, (46) : 1215-18.
4. BALEY (W. S.) and GROTH (A. H.). — **The relationship of hepatitis of dogs and moldy corn poisoning in swine.** *J. Amer. vet. Med. ass.*, 1959, **134** : 514.
5. BURNSIDE (J. E.), SIPPEL (W. L.), FORGACS (J.), CARLL (W. I.), ATWOOD (M. B.) and DOLL (E. R.). — **A disease of swine and cattle caused by eating moldy corn. 2. Experimental production with pure cultures of molds.** *Amer. J. vet. Res.* 1957, **18** (69) : 817-24.
6. CARNAGHAN (R. B. A.), SARGEANT (K.). — **The toxicity of certain groundnut meals to poultry.** *Vet. Rec.*, 1961, **73**, (29) : 726-27.
7. COMBS (G. E.) and WALLACE (H. D.). — **Peanut meal as a source of protein in pig starter and grower rations.** *J. Anim. sci.*, 1962, **21** (1) : 95-7.
8. GIBSON (W. W. C.). — **Toxicity of groundnut meal.** *Vet. Rec.*, 1962, **74** (3) : 99.
9. GRAY (W. V.). — **Groundnut toxicity.** *Vet. Rec.*, 1961, **73** (35) : 865.
10. HORNBY (R. B.), MILLER (J. C.) and DABEL (J. S.). — **Toxicity of groundnut meal.** *Vet. Rec.*, 1962, **74** (1) : 52.
11. KOHLER (H.) and SWOBODA (R.). — **Durch Erdnusschote ausgelöste leberzirrhosen bei Enten.** *Vien. Tierärztl. Monatsschr.* 1962, **49** : 205.
12. LANGASTER (M. C.), JENKINS (F. P.) and PHILIP (J. M.). — **Toxicity associated with certain samples of groundnuts.** *Nature.*, 1961, **192** : 1095-6.

13. LOOSMORE (R. M.) and MARKSON (L. M.). — **Poisoning of cattle by Brazilian Groundnut meal.** *Vet. Rec.*, 1961, **73** (33) : 813-4.
14. LOOSMORE (R. M.) and HARDING (J. D. J.). — **A toxic factor in Brazilian groundnut causing liver damage in pigs.** *Vet. Rec.*, 1961, **73**, (49) : 1362-4.
15. PATERSON (J. S.), CROOK (J. C.), SHAND (A.), LEWIS (G.) and ALLCROFT (R.). — **Groundnut toxicity as the cause of exudative hepatitis (Oedema disease) of guinea-pigs.** *Vet. Rec.*, 1962, **74** (22) : 639.
16. RAYNAUD (J. P.). — **Une épidémie d'hépatite-cirrhose du porc à Madagascar. I. Etude des tests hépatiques chez le porc et utilisation de la vitesse de sédimentation pour un diagnostic précoce.** *Rev. Elev. Med. vet. Pays. trop.*, 1961, **14** (4) : 429-37.
17. RAYNAUD (J. P.). — **Une dystrophie hépatique toxique du porc à Madagascar. II. Etude clinique, lésions, reproduction expérimentale par ingestion de tourteau d'arachide.** *Rev. Elev. Med. vet. Pays. trop.*, 1963, **16** (1).
18. RICHMOND (J. W.), SUTCHIFFE (N. H.), DANIELS (N. W. R.), EGGITT (P. W. R.) and COPPOCK (J. B.). — **Factors other than groundnut relating to « turkey X disease ».** *Vet. Rec.*, 1962, **74** (18) : 544.
19. SARGEANT (K.), ALLCROFT (R.) and CARNAGHAN (R. B. A.). — **Groundnut toxicity.**
20. SARGEANT (K.), O'KELLY (J.), CARNAGHAN (R. B. A.) and ALLCROFT (R.). — **The assay of a toxic principle in certain groundnut meals.** *Vet. Rec.*, 1961, **73** (46) : 1219-22.
21. SARGEANT (K.), SHERIDAN (A.), O'KELLY (J.) and CARNAGHAN (R. B. A.). — **Toxicity associated with certain samples of groundnuts.** *Nature*, 1961, **192** : 1096.
22. ZWART (D.). — **Liver cirrhosis in pigs in Ghana.** Thèse Utrecht 1962.

INFORMATIONS TECHNIQUES

Technologie et composition des tourteaux de Madagascar

par R. DAUMAS

Parmi les produits agricoles en constante progression, notamment dans les pays en voie de développement, figurent les graines oléagineuses.

La consommation mondiale de corps gras qui s'accroît régulièrement, suit l'évolution du niveau de vie des populations et il est à remarquer que de nombreux pays autrefois exportateurs de graines oléagineuses, consacrent actuellement la plus grosse partie de leur production à la satisfaction des besoins nationaux. Le développement de cette industrie agricole à l'aide de matériel moderne permet d'obtenir : corps gras et sous-produits de traitement des graines oléagineuses d'une qualité sans cesse améliorée.

Le plan de développement agricole de Madagascar comporte en bonne place, l'extension de la culture des arachides ainsi que l'augmentation de la production du coprah sur la côte ouest. La naissance de la culture du cotonnier dans le sud-ouest de Madagascar viendra encore accroître le volume de graines oléagineuses disponibles pour l'huilerie.

Cette augmentation de la production de matières grasses a pour conséquence directe de livrer sur le marché le sous-produit du traitement des graines que constitue : le *tourteau*.

Son utilisation dans l'alimentation animale n'est pas très ancienne et c'est surtout avec l'essor pris par les aliments équilibrés, que l'on s'est porté à la recherche des éléments de base de ces rations. La course s'est dirigée plus spécialement sur les « protéines », ce mot qui court dans toutes les bouches et que l'on considère presque comme une unité, alors qu'il est une

réunion complexe et variable. C'est donc comme source de protéine que le tourteau a pris une importance croissante dans l'alimentation animale et l'on peut dire que dans beaucoup de pays, dont Madagascar, c'est à peu près la seule source de protides végétaux. Elle allie à une teneur élevée en matières azotées un prix relativement bas comparé aux autres produits azotés.

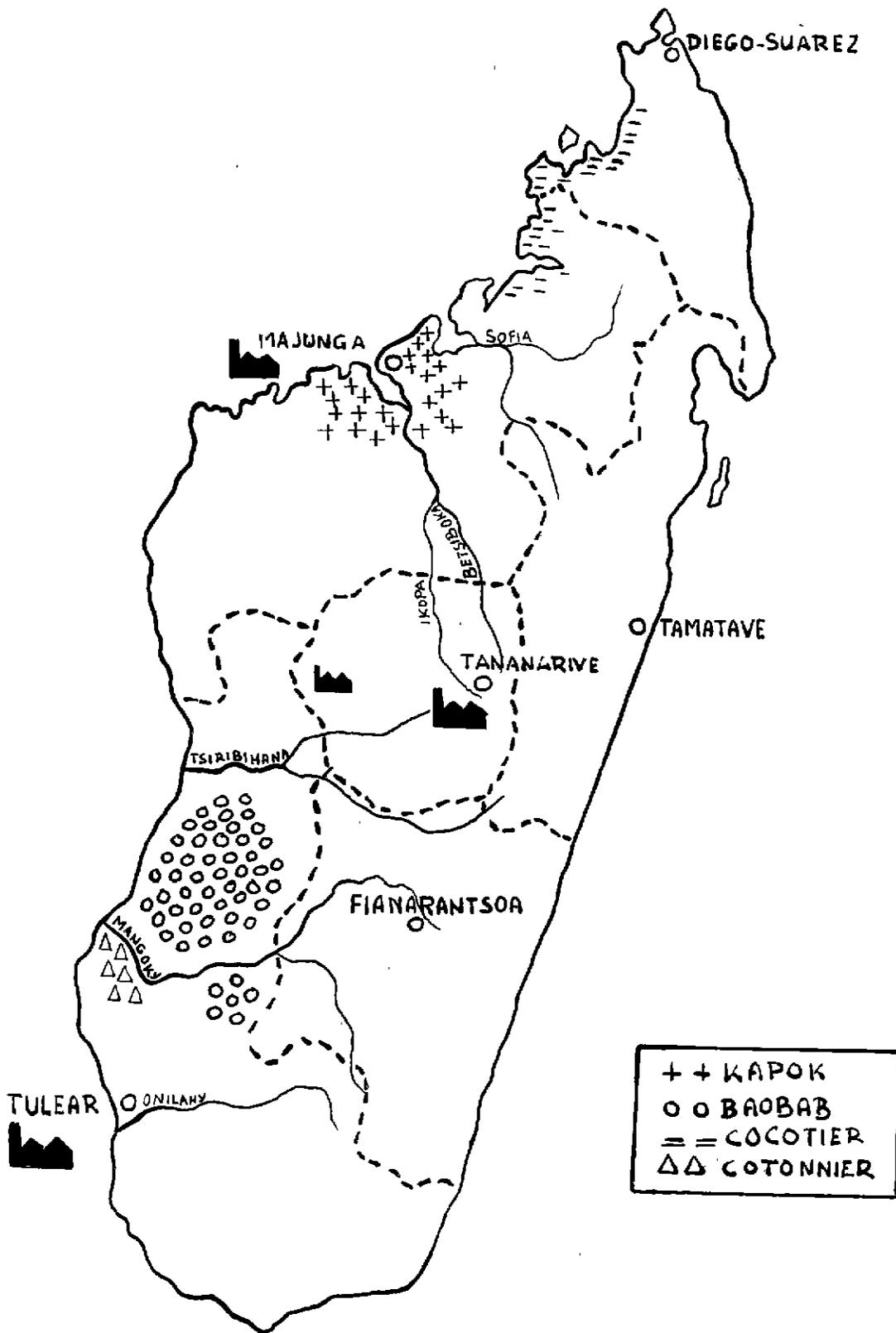
Il était nécessaire, à une époque où l'élevage malgache commence à se développer sur des bases rationnelles, de rassembler les données acquises sur la production de tourteau et de la compléter par des déterminations supplémentaires, propres à guider le nutritionniste dans l'établissement de l'équilibre biologique.

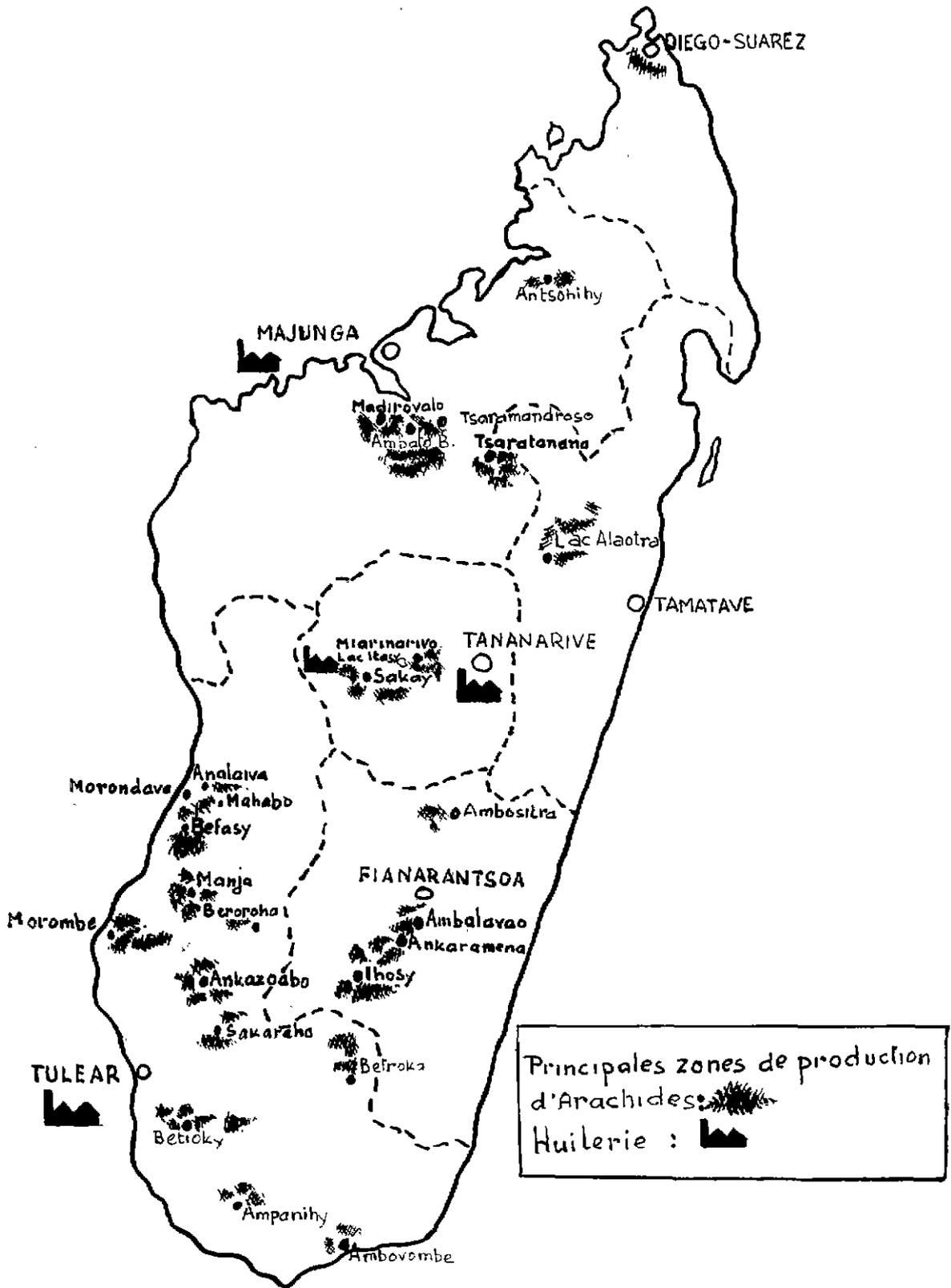
LES RÉGIONS DE PRODUCTION

La variété des climats et des terrains de Madagascar a entraîné une diversification des cultures qui l'oppose en cela à beaucoup d'autres pays africains. Dans le cas des graines oléagineuses, la répartition s'est faite d'abord en fonction de la nature du terrain, mais elle s'est ensuite concentrée autour des lieux de traitement des graines pour former quelques zones réparties inégalement dans la Grande Ile. Trois centres de traitement des graines oléagineuses fonctionnent actuellement.

Les hauts plateaux.

La région de Tananarive, avec plusieurs huileries, traite les arachides en provenance des environs immédiats (Itasy, Miarinarivo) ainsi que celles d'Antsirabe dont la production n'est pas très régulière. Selon le Bureau des Statistiques, la production d'arachides dans cette région pour l'année 1960 s'élevait à 3.180 tonnes.





En 1961, et pour la même région, cette production s'élève à 4.500 tonnes montrant un développement important de cette culture sur les Hauts-Plateaux.

La région du Lac Alaotra peut être rattachée à la région de Tananarive en ce qui concerne le traitement de l'arachide. Après triage de la qualité dite « de bouche » et décorticage des écarts de triage, ceux-ci sont acheminés par chemin de fer sur Tananarive pour y être traités en huilerie.

Les usines de Tananarive ont produit 850 tonnes de tourteau en 1958 (Rapport Pellegrin). La production pour l'année 1959 était moins importante du fait d'une mauvaise récolte d'arachide. A cette même période, les bespins réclamés pour la fabrication d'aliments animaux étaient évalués à 1.000 tonnes, et le développement de cette industrie laissait prévoir le chiffre de 1.600 tonnes pour 1961. Ces chiffres suffisent à montrer l'écart existant entre la production et les possibilités d'utilisation du tourteau d'arachide dans cette région.

La province de Majunga.

Le climat sec et chaud, ainsi que l'existence de nombreuses plaines alluvionnaires (Baiboa) ont permis le développement de la culture de l'arachide dans cette région. La production d'arachides en coques qui atteignait 5.100 tonnes en 1960 est principalement concentrée dans la région d'Ambato-Boeni, de Maevatanana et du Tsaratanana. Une forte partie de la production locale est exportée sous forme d'arachide dite « de bouche ». C'est ainsi qu'en 1958 sur une production de 5.900 tonnes, les sorties pour l'exportation ont atteint 3.736 tonnes.

Egalement, une part importante des tourteaux produits est dirigée vers la France ou la Réunion. Cela est dû en grande partie aux faibles possibilités d'utilisation locale de ce produit dont seulement 3 à 8 p. 100 peut être dirigé vers l'alimentation animale. Le prix élevé du transport vers les Hauts-Plateaux ne permet pas son écoulement dans cette direction qui, comme nous l'avons vu, pourrait aisément absorber cette production.

Les huileries de Majunga insuffisamment approvisionnées en arachide, traitent également le coprah récolté sur la côte ouest, et surtout

celui venant des Comores qui est amené par « botry » jusqu'aux usines. Il a même été signalé que ces usines sont obligées d'importer du coprah des Nouvelles-Hébrides pour satisfaire les besoins locaux de l'huilerie et surtout de la savonnerie.

La graine de bobab récoltée dans les régions de Morondava et de Morombe est également acheminée vers les huileries de Majunga. Elle donne une huile limpide appréciée par les populations autochtones. Dans les périodes de soudure, les graines de kapok récoltées dans les environs de Majunga sont également pressées pour en extraire l'huile.

La province de Tuléar.

Le sud-ouest de Madagascar constitue à l'heure actuelle la principale région productrice de graines oléagineuses. Le climat favorable à la culture de l'arachide a permis de produire en 1962 : 12.000 tonnes de graines en coques, mais le plan de développement agricole prévoit une forte extension de cette culture dans les années à venir. La concentration des usines de traitement s'est faite à Tuléar et a permis de produire, en 1958, 2.300 tonnes de tourteau.

Ces usines traitent également des quantités variables de coprah et de graines de baobab pour en extraire les produits de base utilisés en savonnerie.

La culture du cotonnier dans la vallée du Mangoky a dépassé actuellement le stade des essais et la production importante de coton-graines a permis à une huilerie de s'équiper en vue de leur traitement. C'est ainsi qu'en 1961, la production de tourteau de coton a atteint 523 tonnes. On peut espérer une croissance rapide de cette production du fait de l'extension des zones de culture du cotonnier dans d'autres vallées du sud-ouest.

La faible consommation locale et l'éloignement des centres utilisateurs font que la presque totalité du tourteau produit est exportée vers la Réunion, Maurice ou la France.

L'INDUSTRIE DES GRAINES OLÉAGINEUSES A MADAGASCAR

L'installation des usines de traitement des graines oléagineuses à Madagascar ne date

que de quelques années mais, du fait de l'exiguïté de la production locale, elles n'ont pu suivre les progrès techniques de cette industrie.

L'ancien procédé de la presse hydraulique n'est pas employé à Madagascar et les différentes usines que nous avons visitées utilisent toutes le procédé de pression continue des graines selon la technique de l'*expeller*. Les pays industrialisés ont généralement remplacé ou complété celle-ci par l'extraction de l'huile au moyen de solvants variés. Ces perfectionnements ont eu pour résultat d'extraire une plus grande proportion de l'huile contenue dans la graine et de travailler à basse température par l'emploi d'extracteurs rotatifs.

Si ces résultats, joints à l'utilisation d'un personnel restreint, constituaient pour les pays industrialisés des atouts majeurs, ils avaient également pour conséquence de livrer dans le commerce un tourteau fortement déshuilé, donc, peu apte à rancir et dont les protéines soumises à une température peu élevée n'avaient subi aucune dégradation.

Mais ces usines nécessitaient des investissements considérables et ne pouvaient fonctionner normalement que si un tonnage important de graines était journellement fourni. Or, nous l'avons vu, la dispersion des zones de production, l'exiguïté des tonnages produits jusqu'à ces dernières années, et le coût élevé du transport, ne permettaient pas l'installation de telles usines à Madagascar.

Du moins, la technique de l'*expeller* a-t-elle parallèlement à celle des solvants, subi de grandes améliorations qui n'ont que très rarement été suivies à Madagascar. A cela, on peut invoquer les fluctuations des productions qui ne pouvaient encourager l'installation de presses à grand débit et aussi l'impossibilité pour l'industriel de revendre sur place le matériel devenu inutilisable.

L'industrie de l'huilerie comprend actuellement une dizaine d'usines en fonctionnement et rassemble une trentaine de presses continues dont une faible proportion est constituée par des machines modernes.

Pour compléter le tableau, il nous suffira de dire que la plupart des usines ne travaillent qu'à la moitié ou au tiers de leur capacité.

Ceci va avoir comme conséquence de fournir un tourteau dont la teneur en huile est sujette

à de fortes variations en relation avec l'état d'ancienneté du matériel employé. Si les graines d'arachides correctement desséchées et traitées par une presse moderne fournissent un tourteau ne contenant que 4 à 5 p. 100 d'huile, il nous a été donné d'analyser des échantillons mal traités, ou traités dans un matériel usé, qui recélaient encore 12 à 15 p. 100 d'huile. Ces sont là évidemment des cas extrêmes et rares, mais l'on peut dire que les teneurs moyennes se situent entre 8 et 10 p. 100 du produit brut.

La diversité des moyens mécaniques mis en œuvre ainsi que les traitements variés subis par les graines au cours de leur extraction, nous ont engagé à étudier les répercussions de ces procédés sur la composition des tourteaux locaux et de juger de l'influence bonne ou mauvaise que peut avoir un procédé sur la qualité du produit obtenu.

TECHNIQUES ANALYTIQUES

Il nous a semblé utile de préciser, tout d'abord, les méthodes employées au cours de nos analyses car très souvent les résultats obtenus présentent d'importantes variations selon la technique utilisée.

Les déterminations courantes ont été faites selon les « techniques officielles d'analyse des produits destinés à l'alimentation animale ».

Nous précisons simplement que le calcul du taux de protides a donné lieu à l'utilisation du coefficient de 6,25, bien que LEROY et ses collaborateurs* conseillent l'utilisation du coefficient 5,7 pour le tourteau d'arachide et du coefficient 5,5 pour les autres tourteaux.

Il nous a paru utile de connaître également l'apport minéral qu'est susceptible de procurer le tourteau. Pour cela nous avons déterminé le phosphore par l'évaluation colorimétrique du composé jaune donné avec le réactif nitro vanadomolybdique.

Les chlorures ont été dosés par la méthode de CHARPENTIER VOHLARD après minéralisation et reprise par HCl. Le sodium et le potassium ont été évalués par photométrie de flamme

(*) « Contribution à l'étude de la composition chimique et de la valeur fourragère des aliments des animaux », LEROY A. FRANÇOIS, H. MAITREZAN, B. PERONNE. — Annales agronomiques, 1949, n° 5.

sur le produit de la minéralisation par voie humide à l'aide du mélange acide nitrique/acide perchlorique.

Le calcium et le magnésium sont également déterminés par photométrie de flamme sur le même liquide de destruction que le sodium et le potassium, mais après élimination des ions PO_4 et Fe^{+++} selon une technique que nous avons mise au point (A paraître).

Dans le domaine des oligo-éléments présentant une importance réelle en alimentation animale, nous avons déterminé les teneurs en fer sur les cendres de 1 g de substance reprises par l'acide chlorhydrique. Le dosage est effectué par l'évaluation de la coloration que donne le Fer avec l' α - α 'dipyridyle selon la technique de l'A. O. A. C. (8^e édition 1955).

Le manganèse a été déterminé sur les cendres obtenues à partir de 10 g de tourteau, la destruction a été complétée par une attaque sulfo-nitro-perchlorique. Sur le liquide exempt de matières organiques, on effectue la transformation du manganèse en permanganate sous l'action du periodate de potassium et l'on évalue colorimétriquement cette transformation.

Le cuivre et le zinc ont été dosés après minéralisation du tourteau par voie sèche suivie d'une mise en solution chlorhydrique et d'une extraction des métaux formant un complexe avec la dithizone. En présence d'HCl 0,02 N, le cuivre reste dans la phase organique et se sépare ainsi du zinc qui passe dans la solution acide.

Le zinc est dosé par la coloration qu'il donne avec la dithizone en milieu acide. Quant au cuivre qui est resté dans la phase organique, après évaporation de celle-ci en présence d'acide perchlorique, il est dosé par formation de diéthyl-dithiocarbamate et évaluation colorimétrique du composé.

Nous avons voulu compléter l'étude de la composition des tourteaux par le dosage de quelques vitamines du complexe B. Nous nous sommes bornés à la détermination de la thiamine, de la riboflavine et de la niacine que l'on trouve en quantité appréciable dans les tourteaux et qui jouent un rôle important dans l'alimentation des monogastriques.

L'évaluation de la thiamine a été effectuée par la méthode chimique qui utilise la transformation de la thiamine en un dérivé fluorescent :

le thiochrome, selon la technique de « l'association of Vitamin Chemists ».

La riboflavine a été évaluée par voie microbiologique selon la méthode de SNELL et WRIGHT modifiée par BARTON-WRIGHT et BOOTH qui utilisent *Lactobacillus Casei* comme germe.

La niacine a également été évaluée par microbiologie en utilisant la technique de SNELL et WRIGHT modifiée par KREHL et ses collaborateurs, puis par BARTON-WRIGHT.

IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFÉRENTS TOURTEAUX PRODUITS A MADAGASCAR

Afin de donner une idée d'ensemble de la production de tourteaux à Madagascar et de l'importance relative de chaque variété, nous avons groupé dans le tableau ci-dessous les quantités produites en 1961 par l'ensemble des usines.

Tourteau d'arachides	4.000 tonnes
Tourteau de baobab	615 —
Tourteau de coton	523 —
Tourteau de coprah	484 —
Tourteau de kapok	39 —

Il apparaît comme indubitable que l'arachide conservera dans les années à venir le chiffre de production le plus élevé. Le plan de développement de la culture de l'arachide prévoit une forte expansion des variétés dites d'huilerie et le rapport de l'I. R. A. M. à ce sujet donne les prévisions suivantes :

Années	Production de tourteau d'arachides
1963	6.600 tonnes
1965	10.200 —
1970	18.850 —
1977	29.000 —
1982	34.300 —

Dans l'ordre d'importance viennent ensuite les productions de baobab, de coton et de coprah dont les chiffres sont très voisins.

La production de coprah a subi de fortes variations dans les années précédentes et les importations pour les besoins locaux atteignaient chaque année des chiffres élevés. On peut cependant espérer dans les années à venir une aug-

mentation sensible de la production du fait du plan de développement des cocoteraies sur la côte nord-ouest.

La culture du cotonnier n'est, par contre, qu'à ses débuts mais ceux-ci sont prometteurs, et les prévisions à long terme qui ont pu être faites permettent d'espérer une production importante de tourteau dans les années à venir.

La graine de baobab, bien que concurrencée par les autres productions, présentera toujours l'avantage d'un bas prix de revient qui lui permettra de maintenir son utilisation.

Il n'en est pas de même pour le kapok dont l'utilisation de la graine en huilerie n'est pas susceptible d'un développement important et qui risque fort de disparaître dans les années à venir.

C'est en nous basant sur leur ordre d'importance que nous étudions ces différentes graines oléagineuses et les sous-produits qu'elles fournissent.

Arachide

On traite la graine de *Arachis hypogea*, légumineuse dont plusieurs variétés sont cultivées à Madagascar, la plus anciennement utilisée est la variété « Valencia » que l'on trouve dans toutes les régions de l'île. C'est une arachide dite « mixte » qui produit des arachides de bouche, mais dont les graines abîmées ou trop petites sont dirigées vers l'huilerie. D'autres variétés sont actuellement cultivées dans diverses régions de Madagascar et font l'objet d'un développement poussé.

- Hybride 33.
- Mwitunde.
- Virginia Bunch.
- Petite espagnole.

Voici, d'après l'Institut de la Recherche Agonomique, la répartition des variétés par régions de production.

	Variété	Utilisation
Région de Diego-Suarez	Valencia Hybride 33	Mixte Huilerie
Région de Majunga	Valencia	Bouche
Hauts-Plateaux	Valencia Mwitunde	Bouche Huilerie
Alaotra	Valencia Mwitunde Virginia Bunch	Bouche Huilerie Bouche
Région du Betsileo	Valencia	Mixte
Région du sud-ouest	Valencia Hybride 33 Petite espagnole	Mixte Huilerie Huilerie

I. — Traitement.

a) Triage :

La graine enveloppée dans un tégument brunâtre appelé « pellicule » est contenue dans une coque ligneuse indéhiscente qui forme la gousse.

La gousse peut contenir une, deux ou trois graines, ce qui provoque des étranglements permettant de classer les produits en arachides dites « de bouche » pour les plus grosses, et arachides d'huilerie.

Le prix élevé des arachides de bouche entraîne les producteurs à trier tous leurs lots pour en vendre la plus grosse partie sous cette forme. La fraction restante, classée sous le terme « écarts de triage », est dirigée vers l'huilerie. Le service du Conditionnement, qui a fixé les normes nécessaires pour le classement des arachides, contrôle rigoureusement la qualité des produits exportés afin de maintenir leur valeur.

La grosseur des gousses peut être améliorée par l'utilisation de variétés nouvelles ou de façons culturales, mais il arrive très souvent qu'elles soient tâchées extérieurement par des moisissures, ce qui les rend impropres à la consommation directe. Les régions atteintes par ces maladies doivent détourner une partie des arachides de bouche vers l'huilerie.

Il importe enfin de signaler que certaines régions s'orientent plus particulièrement vers l'arachide d'huilerie, et que le « Plan Arachide » prévoit notamment le développement de cette culture et de la production d'huile.

Cet ensemble de considérations oblige les huileries à procéder dans la plupart des cas à un triage des arachides en coques. Cette opération est faite à la main par des femmes ou des enfants.

b) Nettoyage :

La gousse d'arachide située à une profondeur de 8 à 10 cm dans le sol, va entraîner au cours de la récolte une quantité variable de terre qui restera adhérente aux anfractuosités de la coque.

Selon la nature du terrain, nous pourrions obtenir des arachides très propres (régions sableuse et alluvionnaire de Majunga), ou des coques n'entraînant qu'une faible quantité de terre peu adhérente qui, par séchage et secouage, va se détacher rapidement (régions calcaires du sud) ; mais parfois la coque sera souillée par une terre argileuse adhérant fortement à

celle-ci et qui nécessitera le lavage des coques dans un tambour rotatif. C'est notamment ce qui se produit sur les Hauts-Plateaux.

Il est bien évident que ce lavage, qui est indispensable pour les arachides de bouche, peut ne pas être effectué dans le cas des produits destinés à l'huilerie. Il est alors nécessaire de procéder à un décortiquage particulièrement soigneux car la présence de coques au sein du tourteau aurait pour effet d'augmenter à la fois la teneur en cellulose et celle de silice, et nous verrons plus loin les inconvénients que cela représente pour l'alimentation animale.

Le lavage a, malheureusement, pour conséquence de nécessiter ensuite un séchage des arachides qui ne peut être fait que par étalement au soleil. Les récoltes ayant lieu surtout d'octobre à février, ceci se produit pendant la saison pluvieuse, ce qui gêne considérablement le séchage et oblige souvent le stockage en tas d'arachides encore humides. Il va sans dire que cet amoncellement d'arachides en coques ne tarde pas à fermenter et l'on observe au bout de quelques jours un échauffement important au centre du tas allant même jusqu'à un dégagement de vapeur au-dessus de celui-ci. Si cette fermentation a pour conséquence de provoquer le séchage des arachides, il est permis de craindre une altération profonde au sein même de l'amande et un développement abondant des moisissures.

c) *Décortiquage* :

L'ensemble des huileries de l'Ile procède à un décortiquage mécanique de la graine suivi d'une séparation des coques et des graines généralement à l'aide d'un tamis rotatif. Les coques sont utilisées comme combustible dans les chaudières. Ce n'est donc que l'amande entourée par la « pellicule » qui va être dirigée vers les presses.

L'importance de ce décortiquage préalable et le soin dont il doit être l'objet apparaîtront comme non exagérés lorsque l'on sait que l'amande de la graine contient de 2 à 4 p. 100 de cellulose, alors que la coque en contient de 60 à 65 p. 100. Les désordres qu'est susceptible de provoquer cette fraction indigestible chez les monogastriques, joints à l'abaissement du taux des matières protéiques du tourteau, montrent bien qu'il s'agit là d'une opération particulièrement importante dans le traitement des arachides. Il est donc permis de condamner la pratique qui

consiste à ajouter aux graines décortiquées une certaine proportion de coque dans le but de favoriser le passage à l'expeller.

La mince pellicule, brunâtre ou rose, selon la variété d'arachide, qui entoure l'amande semble jouer un rôle important dans la teneur en cellulose du tourteau obtenu. Nous avons eu l'occasion d'analyser des arachides décortiquées mais non dépelliculées de la variété « Mwitunde ». Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

Humidité	7,08
Matières minérales	2,35
Lipides	43,06
Protides (N × 6,25)	27
Cellulose	8,53
E. N. A.	11,98

Si l'on considère que le passage à la presse a pour simple conséquence de provoquer une séparation de l'huile, nous voyons que les autres constituants de la graine se retrouveront intégralement dans le tourteau, ce qui laisse présager un taux de cellulose élevé.

Cet exemple suffit à montrer le rôle que peut jouer le spermodermes dans le taux de cellulose du tourteau. Les opérations de décortiquage et surtout de concassage provoquent souvent un dépelliculage partiel qui suffit à abaisser ce chiffre.

d) *Dégérmage* :

Certaines usines procèdent à un traitement supplémentaire des arachides décortiquées en vue d'en séparer le germe. Cette partie essentielle de la plante contient de nombreux enzymes susceptibles d'accélérer les processus de rancissement et d'oxydation au cours du stockage.

La séparation de cette fraction n'est pas très facile à réaliser. On procède après dépelliculage à un passage entre deux rouleaux dont l'écartement soigneusement calculé provoque l'arrachage du germe, mais également d'une fraction de l'amande.

e) *Concassage* :

Les amandes décortiquées et parfois dégermées s'acheminent progressivement vers l'opération ultime que constitue l'expression. Celle-ci ne peut se faire dans de bonnes conditions que sur des graines concassées.

La chaleur que l'on utilise pour provoquer l'éclatement des cellules et faciliter l'écoulement de l'huile sera d'autant plus efficace que les graines auront été fractionnées en deux ou trois morceaux. Cette opération est effectuée mécaniquement à l'aide d'un broyeur rapide.

C'est au cours de ce broyage, et sous l'action de la vitesse de rotation de la machine que se produit une séparation du spermodermes avec les conséquences que cela peut entraîner sur la teneur en cellulose du tourteau.

f) Expression :

Cette technique comprend deux opérations successives :

Le chauffage de la graine,
l'extraction de l'huile.

— Chauffage : les graines broyées passent dans un cylindre horizontal porté à haute température par de la vapeur circulant dans la double paroi. La température atteint habituellement 100 à 110° C dans le chauffoir, et le passage des graines dure une demi-heure au cours de laquelle elles sont continuellement brassées.

— Extraction : les graines ainsi préparées sont entraînées par une vis sans fin vers un diaphragme où elles sont fortement pressées. La température est de l'ordre de 90 à 100° C, et la durée de passage varie de 10 à 15 mn.

Le tourteau apparaît sous forme de plaques d'autant plus brunes que la graine a été plus cuite. La teinte est généralement uniforme, sauf s'il y a eu mauvais réglage du diaphragme ou emploi d'une presse usée. Dans ce cas des fragments de graine non traités subsistent au sein du tourteau et sont reconnaissables à leur teinte claire.

Certaines usines préfèrent utiliser le traitement par double pression : les graines broyées et chauffées sont passées à un débit plus rapide et avec une pression moins forte que précédemment dans une première presse. Le tourteau résiduel contient environ 15 p. 100. d'huile. Il est alors broyé, puis passé dans une deuxième presse identique à la première mais dont la pression plus forte permet d'extraire une partie de l'huile résiduelle. Si ce procédé donne un tourteau plus épuisé, il y a lieu toutefois de craindre que le chauffage et le broyage répétés une deuxième

fois ne produisent une dégradation des constituants de la graine.

2. — Composition.

Le tourteau se présente sous forme de plaques légèrement arrondies de 10 cm de côté et qui portent les traces de la presse.

Le chauffage élevé auquel est soumise la graine a pour conséquence de provoquer une réaction entre les protéines et les hydrates de carbone, connue sous le nom de réaction de MAILLARD. C'est cette réaction qui produit la coloration brune du tourteau, d'autant plus foncée que la réaction s'est plus développée. Certaines usines utilisent le chauffage des graines en chaleur sèche et portent ainsi la température de la graine à 100° C, le tourteau obtenu est en général très foncé, mais les travaux de MATET et ses collaborateurs montrent que si le passage ne dépasse pas 45 mn, la valeur biologique n'est pas altérée.

Par contre d'autres usines, après chauffage de la graine à la température de 100° C par passage de vapeur surchauffée dans la double paroi, complètent ce traitement par l'injection de vapeur d'eau dans les graines en vue de faciliter l'éclatement des cellules.

La coloration du tourteau n'est pas modifiée mais les résultats obtenus par MATET montrent le danger de la chaleur humide sur la valeur biologique de l'arachide.

Nous avons rassemblé dans le tableau I les caractéristiques des arachides et les conditions de traitement propres à chaque tourteau analysé.

Après broyage et homogénéisation, les échantillons ont été analysés suivant les techniques officielles et les résultats, rapportés à 100 g de produit brut, ont été rassemblés dans le tableau II.

Les tourteaux, et plus particulièrement celui d'arachide, ayant pour principal rôle d'apporter les protides nécessaires à l'équilibre de la ration, ce sont les variations que subit ce chiffre qui nous intéresseront en premier lieu. Les valeurs contenues dans le tableau ci-dessus montrent de très grandes variations dont il faut rechercher les causes :

a) La première raison, et la plus facile à invoquer, est la présence d'une fraction importante de substance pauvre en protides comme la pellicule ou la coque qui vient abaisser cette

Tableau n° I

Conditions de traitement des arachides

N°	Provenance	Variété d'Arachide traitée	Graines lavées	Décortiquées	Température du traitement	Durée du traitement (minutes)	Chaleur sèche ou humide	Traitements supplémentaires.
2	ANTSIRABE	Valencia	non	oui	100°	30	S	
3	TANANARIVE	Valencia	oui	oui	120°	35 - 45	H	
4	TANANARIVE	Valencia	oui	oui	120°	35 - 45	H	
5	TANANARIVE	Valencia	oui broyage	oui puis	120°	35 - 45	H	
					110°	45	S	
G ₁	ITASY	Buitenzorg	non	oui	80°	40	S	dégermage
G ₂	ITASY	Valencia	non	oui	80°	40	S	dégermage
P ₁	TANANARIVE	Valencia Mwitunde	non	oui	80°-90°	60	S	dégermage
K ₁	FLANARANTSOA	Valencia	non	partiel				
M ₁	MAJUNGA	Valencia	non	oui	110°	40	S	
M ₂	MAJUNGA	Valencia	non	oui	130°	30	S	
M ₃	MAJUNGA	Valencia	non	oui	80°-90°	60	S	
T ₁	TULEAR	H 33- Valencia	non	oui	110°	50	S	
T ₂	TULEAR	Valencia	non broyage	oui puis	110°	50	S	
					110°	50	S	
T ₃	TULEAR	Valencia petite espagnole	non	oui	110°	50	S	

valeur et augmenter celle de la cellulose, cela apparaît notamment pour les tourteaux 3, 4 et K₁.

b) une autre raison plus difficile à traduire est la variation de la teneur en protides en fonction de la variété et des régions. Un exemple nous est donné par les tourteaux G₁ et G₂ cultivés dans la même région et ayant subi le même traitement industriel. Les teneurs en cellulose et en lipides sont très voisines, par contre la valeur protidique est de 36,2 p. 100 pour le tourteau G₁ et 45,7 p. 100 pour le tourteau G₂. Le tourteau G₂ proviendrait d'arachide écarts de triage « Valencia », et le tourteau G₁ d'arachides « Buitenzorg ».

On voit toute l'importance que prend cette variation si l'on envisage d'établir la valeur du tour-

teau en fonction de sa teneur en protides comme cela se pratique pour les farines de viande.

Nous reviendrons plus longuement sur l'influence des lipides résiduels dans la conservation des tourteaux, mais il nous est possible dès maintenant de noter les chiffres élevés que nous avons observés dans les produits de Madagascar. Les valeurs moyennes signalées en Europe pour les tourteaux de pression oscillent autour de 6 p. 100 ; si nous établissons les valeurs moyennes par région à Madagascar, nous trouvons les chiffres ci-après :

- Région des Hauts-Plateaux 9,63
- Région de Majunga 9,70
- Région de Tuléar 8,03

Tableau n° II

Analyse des tourteaux

(Teneurs en grammes pour 100 grammes de produit brut)

N°	Humidité	Matière sèche	Protides	Lipides	Cellulose	E.N.A.	Matières minérales
2	6,96	93,04	40,62	11,05	8,18	25,97	7,22
3	6,61	93,39	38,42	11,97	16,83	22,58	3,59
4	8,30	91,70	33,75	8,27	14,64	30,05	4,99
G1	9,20	90,80	36,20	11,84	5,30	33,20	5,80
G2	6,77	93,23	45,70	9,29	3,50	30,88	4,49
5							
1 seule pression	7,43	92,57	40,47	17,35	3,98	23,67	7,10
double pression	8,48	91,52	48,92	7,09	4,20	24,58	6,73
P ₁	8,76	91,24	48,95	8,68	4,39	23,69	5,53
K ₁	7,97	92,03	36,09	11,45	15,68	23,60	5,21
M ₁	7,58	92,42	42,76	7,89	6,41	28,18	7,18
M ₂	7,80	92,20	45,40	8,87	4,46	28,27	5,20
M ₃	6,97	93,03	45,67	12,34	4,66	25,19	5,17
T ₁	7,81 9,22	92,19 90,78	47,94 44,06	6,75 8,63	6,90 12,66	25,18 20,21	5,42 5,22
T ₂	7,96	92,04	42,42	9,03	8,88	25,59	6,12
T ₂	8,27	91,73	43,75	10,70	9,66	21,80	5,82
T ₂	7,65	92,35	43,15	6,66	17,23	18,22	6,49
T ₃	8,02	91,98	49,59	6,45	4,70	25,60	5,57

Seule la région de Tuléar, paraît se rapprocher des chiffres étrangers. Ceci est probablement en relation avec l'existence, pendant la plus grande partie de l'année, d'un climat sec et chaud qui favorise la dessiccation des arachides. Plusieurs huileries de la région signalent que les sacs d'arachides en coques sont empilés dans des hangars de façon à ménager entre eux une circulation d'air. La température atteint dans la journée 35° C, ce qui favorise le séchage des arachides qui restent dans ces entrepôts pendant deux mois environ.

Or, la présence d'arachides très sèches permet

un meilleur décorticage, un dépelliculage plus complet, et le travail de la presse est grandement facilité. De plus, les usines de la région de Tuléar sont abondamment approvisionnées en graines et peuvent travailler dans des conditions de rentabilité suffisante pour permettre un bon entretien du matériel.

Nous examinerons enfin la teneur en cellulose des tourteaux. Parmi les différentes productions nous noterons une certaine inconstance, elle peut être due au dépelliculage mais aussi à la variété envisagée.

C'est ainsi que nous avons étudié deux tour-

Tableau n° III

Analyse minérale des tourteaux

(Teneurs en milligrammes pour 100 grammes de produit brut)

N°	PROVENANCE	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	P	Cl en ClNa	SiO ²	Mat. Minér.
2	ANTSIRABE	9,1	1330	495		47,90	2,79	3,28	9,9	623	46	2120	7220
3	TANANARIVE			100		2,39			8,4	449	32	420	3590
4	TANANARIVE	9,8	1333	137	376	3,55	5,05	7,68	10,3	642	24	1030	4990
5	Id à H ₄												
G ₁	ITASY	32	1250	85	341	3,04	2,05	5,4	50	721	42	240	4990
P ₁	TANANARIVE	14,4	1100	485						675	35	950	5530
K ₁	FIANARANTSOA			165						484		620	5210
M ₁	MAJUNGA	16	1373	95	427	75,16	4,67	2,8	5,3	607	67	1840	7180
M ₂	MAJUNGA	13,5	1350	123	395	54,78	1,55	2,08	7,5	583	24	980	5200
M ₃	MAJUNGA	16,4	1333	118	385	54,76	2,55	5,8	7,1	577	36	450	5170
T ₁	TULEAR	50	1533	118,7	313	1,93	8,3	5,6	5,7	696	53	1020	5420
T ₂	TULEAR	53	1333	131	272	3,59	1,25	4,4	8,7	520	28	1090	6120
T' ₂		61	1333	114	333	3,65	1,00	3,6	6,7	896	54	1230	5820
T ₃	TULEAR	9,4	1330	82	396					674		200	5570

teaux traités dans la même usine et avec les mêmes moyens mécaniques :

Cellulose

Tourteau obtenu à partir d'arachide
« Valencia » 5 p. 100

Tourteau obtenu à partir d'arachide
« Mwitunde » 7,8 p. 100

On peut considérer que la variété « Mwitunde » est parmi celles donnant les taux de cellulose les plus élevés et qu'un chiffre de 9 p. 100 est possible si le dépelliculage n'est pas opéré soigneusement. Au delà, l'apport de cellulose ne peut être dû qu'à la présence de coques. Il peut s'agir alors d'une mauvaise utilisation du matériel, mais il est un procédé également répandu qui consiste à ajouter des coques aux graines décortiquées pour favoriser l'extraction

de l'huile. Cette vieille pratique était surtout utilisée lorsque l'on procédait à plusieurs pressions successives, d'abord à froid, puis à chaud en vue d'obtenir des huiles de qualités différentes. Il nous est permis de douter de l'efficacité d'une telle pratique, car nous remarquons que les tourteaux les plus riches en cellulose sont généralement ceux qui contiennent les plus forts taux de lipides.

La constance des teneurs en matières minérales totales est de règle dans les graines végétales, seuls les engrais pourraient entraîner des variations sur certains éléments mais ils ne sont que rarement employés dans la culture de l'arachide. Ce chiffre ne peut donc subir des variations importantes que sous l'action d'un apport extérieur à la plante se produisant au cours des opérations que subissent les graines. Il a été

fréquemment signalé que des coques mal nettoyées et un décortiquage insuffisant peuvent avoir pour effet de produire une élévation du taux de silice, et corrélativement de la teneur en matières minérales.

A l'examen des valeurs figurant dans le tableau III, il apparaît que le taux de silice subit de profondes variations en relation avec cet apport exogène (échantillons n° 2 et T₃).

3. — *Matières minérales.*

L'étude de l'apport minéral que réalise le tourteau d'arachide s'est généralement limité aux teneurs en phosphore, calcium et fer. S'il s'agit là de minéraux dont l'influence se fait directement sentir sur l'animal, l'étude de plus en plus poussée du rôle des autres macro- et micro-éléments dans les phénomènes de la vie rend indispensable une étude plus poussée de la fraction minérale des tourteaux.

Nous avons rassemblé dans le tableau III les valeurs trouvées pour les différents échantillons.

Le groupe des macro-éléments est souvent interprété plus aisément à l'aide de rapports établis entre deux de ceux-ci dont l'équilibre dans l'organisme s'avère particulièrement favorable.

C'est ainsi que les ions K et Na contribuent grandement aux équilibres hydriques et acido-basique de l'organisme. Il est généralement admis chez les monogastriques un chiffre optimum de 4. Si les végétaux sont caractérisés par un excès de potassium qui donne au rapport $\frac{K}{Na}$ dans les foins la valeur de 18, ici les chiffres sont encore plus exagérés puisque la valeur de ce rapport atteint 130.

Les terrains très différents qui sont consacrés à la culture de l'arachide à Madagascar ne semblent pas influencer sur la richesse de la graine en calcium, bien que de nombreux auteurs aient insisté sur le rôle de cet élément dans l'augmentation de la production. Le rapport $\frac{Ca}{P}$ qui apparaît comme voisin de 0,21 devra être ramené à un chiffre voisin de 1,5 à l'aide d'un supplément de calcium. Ceci sera d'autant plus indispensable que les constituants de base des aliments concen-

trés : son de riz, tourteau et maïs, présentent tous trois une déficience en calcium.

Le magnésium figure à un taux relativement constant, indépendant de la nature du terrain de culture. Les valeurs qui oscillent entre 0,3 et 0,4 p. 100 permettent un apport suffisant à l'organisme animal qui n'utilise que de faibles quantités de cet élément.

Le fer qui se situe à la limite entre les macro- et les micro-éléments est contenu en quantité importante dans toutes les graines de légumineuses. Si de faibles doses journalières suffisent à l'animal, nous observons ici de très fortes variations selon la région de culture. Les taux élevés sont donnés par la région de Majunga avec une valeur moyenne de 0,075 p. 100 ce qui fournira largement le fer nécessaire à la ration. Par contre, les autres régions fournissent un tourteau qui ne contient que 0,002 p. 100 de fer, quantité nettement insuffisante aux besoins journaliers.

Le cuivre, dont le rôle est étroitement lié à celui du fer, ne présentera pas les mêmes variations et suffira amplement aux besoins de l'organisme, ceux-ci se limitant à cinq parties par million de nourriture.

Le manganèse ne présente une réelle importance que pour la volaille où une quantité de 5 mg par kg d'aliment est jugée suffisante. La contribution du tourteau d'arachide est considérable puisqu'elle suffira dans la majorité des cas à fournir le manganèse nécessaire à l'ensemble de la ration.

Les variations ne sont pas très significatives, tout au plus pouvons-nous signaler une élévation des chiffres pour les prélèvements provenant des environs de Tananarive.

Les teneurs en chlorures exprimées en ClNa montrent des taux voisins qui seront sans grande importance dans la ration animale étant donné la forte quantité qui sera ajoutée à la ration pour combler le déficit en sodium déjà signalé.

4. — *Apport vitaminique.*

Malgré la teneur élevée en lipides, l'évaluation de la vitamine A n'a donné que des valeurs très faibles sans intérêt pour le nutritionniste. Beaucoup plus importantes apparaissent les teneurs en vitamines du groupe B dont les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-après :

(Taux en mg/kg)

N ^o	Origine	Thiamine	Riboflavine	Niacine
2	Tananarive	6,08	1,53	234
4	Tananarive	6,17	1,49	208,7
M ₁	Majunga	4,87	1,61	208,5
M ₂	Majunga	4,73	1,92	210,8
M ₃	Majunga	6,44	1,67	224
T ₁	Tulear	7,51	1,91	236,8
T ₂	Tulear	5,95	1,39	202
T ₃	Tulear	5,91	1,59	212
G ₁	Itasy	8,66	1,33	233

Il faut noter la constance des chiffres obtenus sur les différents échantillons. Cela apparaît très nettement pour la riboflavine et la niacine, et à un degré moindre pour la thiamine. Il est rare que les variétés ou les façons culturales provoquent des changements importants dans le domaine des vitamines, mais ce sont surtout les traitements industriels, et notamment la chaleur, qui sont capables de provoquer des variations sensibles. En cela, nous devons porter notre attention sur la thiamine qui est un principe thermolabile. L'extraction des lipides par solvant réalise sur ce plan un procédé de choix et de référence car les traitements thermiques sont modérés, rapides et n'entraînent pas la destruction de la vitamine B₁. Les dosages effectués sur des tourteaux préparés par ces procédés ont donné une teneur en thiamine de 7,5 mg/kg comparable aux chiffres fournis par certains produits locaux.

Il en est de même en ce qui concerne la riboflavine et la niacine. Cet apport considérable de vitamines du complexe B indispensables à la volaille et à l'élevage porcin présente un intérêt supplémentaire pour l'emploi des tourteaux dans les rations.

Il faut également signaler, dans le domaine des vitamines indispensables, l'apport que réalisent les tourteaux dans le chapitre des tocophérols, les travaux de M. Dubois* ont montré que

le tourteau d'arachide fraîchement sorti des usines contient :

α-tocophérol 0,73 mg/100 g
 γ-tocophérol 0,36 mg/100 g

mais ces substances antioxydantes se détruisent rapidement au cours du stockage. Dans les conditions de température et d'humidité propres aux Hauts-Plateaux, ces substances disparaissent en un an. Ceci est en étroite relation avec la quantité importante de lipides présents dans les tourteaux de Madagascar.

5. — Conclusion.

Le tourteau d'arachide apparaît dans le présent et dans l'avenir comme le chef de file des sous-produits oléagineux destinés à l'alimentation animale. Répandu dans les différentes régions de l'île, il permet l'établissement d'aliments équilibrés sans l'intervention de transports coûteux.

Une mécanisation réduite souvent réalisée à l'aide de matériel usagé, ne peut fournir un produit de composition constante et nous avons signalé les inconvénients que cela représente pour l'éleveur. Pourtant les qualités du produit dans le domaine des protéines, des oligo-éléments et des vitamines, sont indubitables et méritent que l'on prenne conscience de leurs valeurs.

Tourteau de Coprah

Le cocotier, *Cocos nucifera* L., est un arbre très répandu dans les régions tropicales. Les conditions climatiques ont favorisé son développement sur la côte nord-ouest de l'île mais surtout dans les îles de Nossi-Bé et des Comores.

Le fruit mûr se présente sous forme d'une drupe qui comprend une bourre ligneuse représentant 35 p. 100 du poids du fruit.

Au-dessous de cette bourre se trouve la noix proprement dite formée d'une coque dure représentant 10 à 12 p. 100 du poids total. Elle contient, au début, un liquide laiteux et sucré : le lait de coco. Au cours de la maturation, un dépôt blanc se forme sur la paroi interne de la noix qui est gorgé de matières grasses. Un liquide très fluide

(*) DUBOIS (M^{me} M.) : Etude sur la teneur en tocophérols de certains tourteaux utilisés à Madagascar et de leurs variations au cours du stockage. — Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1963, 16, n^o 2.

et clair rempli la cavité du fruit. C'est ce dépôt blanc qui, après dessiccation donnera le *coprah*.

Les noix sont fendues en deux et mises à sécher au soleil. Au bout de quelques jours et sous l'effet de la dessiccation, l'amande entourée de son spermoderme se détache de la coque. On termine manuellement cette opération et l'on achève sa dessiccation au soleil. La région des Comores beaucoup plus humide ne permet généralement pas d'obtenir un produit parfaitement sec. Ceci joint au transport par « botry » jusque vers les huileries de Majunga maintient très souvent le *coprah* dans des conditions favorables au rancissement.

1. — *Traitement.*

Les amandes se présentent sous forme de coques hémisphériques de 10 à 12 cm de long et de 1 à 2 cm d'épaisseur, d'aspect brunâtre et dont l'odeur caractéristique va de la noisette lorsque le produit a été bien conservé jusqu'à une odeur de savon lorsqu'un séchage insuffisant a provoqué le rancissement de la matière grasse.

Le *coprah* après avoir subi, si nécessaire, un séchage complémentaire est broyé mécaniquement pour être ensuite soumis à l'action des presses. Celles-ci sont généralement les mêmes que celles utilisées pour le traitement des arachides. Toutefois, il faut signaler que la matière grasse s'extrait plus facilement du *coprah* que de l'arachide.

Après broyage, les morceaux d'amandes passent dans un chauffoir dont la température n'excède pas 75° C. La durée de passage est identique au traitement de l'arachide c'est-à-dire de l'ordre de 30 à 40 mn, puis les fragments sont amenés à la presse où un seul passage permet d'obtenir un rendement de 50 à 60 p. 100 d'huile. Celle-ci n'est liquide qu'aux alentours de 20° C. Elle ne peut être utilisée pour l'alimentation que dans les régions côtières où elle reste à l'état liquide. Elle est plus généralement employée en savonnerie. Le passage à l'expeller fournit une proportion de 40 p. 100 environ d'un tourteau brun clair généralement moins coloré que celui d'arachide du fait d'une température moins importante durant le passage à la presse. L'odeur est très agréable et de nombreux auteurs s'accordent pour signaler qu'elle est très appréciée par le bétail.

La production pour l'année 1961 s'établit à 500 tonnes se répartissant ainsi :

Majunga 260 tonnes
Tuléar 240 —

Il s'agit d'une production secondaire lorsqu'on la compare à celle du tourteau d'arachide. La majeure partie de ce sous-produit est d'ailleurs expédiée vers l'île Maurice ou La Réunion, car les régions de production ne sont pas susceptibles d'utiliser sur place cet aliment.

2. — *Composition.*

La simplicité du traitement industriel ainsi que sa facilité va avoir pour première conséquence de fournir un tourteau dont la composition sera beaucoup plus constante. C'est ce que nous remarquons en examinant les résultats des échantillons provenant d'usines différentes dont les valeurs sont rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Teneurs en grammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	1	7	8	9	17	PA
Humidité	8,78	8,40	8,69	8,36	8,53	15,97
Matière sèche	91,22	91,60	91,31	91,64	91,47	84,03
Protides	21,77	17,92	19,66	21,62	18,93	18,58
Lipides ..	14,75	10,97	10,03	8,58	14,78	12,62
Cellulose	6,09	10,96	10,63	8,74	12,67	6,31
E. N. A.	44,46	47,15	45,07	41,15	39,60	40,85
Matières Minérales	4,15	5,60	5,92	11,55	5,49	5,67

Dans le chapitre des protides, le *coprah* montre des taux bien inférieurs à ce que l'on a observé pour l'arachide, la valeur oscille autour de 20 p. 100 et l'on ne peut parler que d'un tourteau médiocre ; toutefois la température de traitement inférieure à celle de l'arachide aura pour effet de ne pas entraîner de détérioration importante des protéines.

Sur le plan des lipides résiduels, il s'avère que là encore plus que dans le tourteau d'arachide, le taux est très élevé. A quoi peut-on attribuer ces valeurs ?

La facilité d'extraction des lipides sous l'action d'une température de 60 à 80° C et d'une pression modérée devrait permettre un rendement plus élevé en huile et l'obtention d'un tourteau contenant moins de 9 p. 100 d'huile.

Le matériel utilisé pour le traitement du *coprah*

est, en général, le même que celui employé pour traiter les arachides, seule la température de chauffage est moins élevée.

Ces questions techniques devant être écartées, il semble plus logique d'invoquer la texture même du coprah pour trouver une raison à cette teneur élevée en lipides.

L'analyse du tourteau montre, en effet, un taux élevé de cellulose apportée en partie par le spermoderme de l'amande qui fait corps avec elle, mais aussi par l'amande elle-même dont les loges sont délimitées par des cloisons cellulosiques épaisses.

Cette trame cellulosique retient une quantité importante de lipides au cours du passage à la presse et c'est là la cause principale de cette teneur élevée en matières grasses.

3. — *Matières minérales.*

Le trait dominant des exigences minérales du cocotier réside dans une forte teneur du sol en potassium, l'un des tests utilisés pour juger d'un apport suffisant en potassium dans les cocoteraies consiste à doser cet élément dans le lait de coco.

C'est ainsi que les terrains utilisés pour la culture du cocotier aux Comores présentent la composition suivante :

Ca 0 échangeable	3,66 p. 1000
Mg 0	2,35 p. 1000
K ² 0	0,391 p. 1000

Le retentissement sur la composition minérale du tourteau de coprah sera très visible en étudiant le tableau ci-dessous.

Teneurs en milligrammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	1	7	8	9	17
Na	46,5	29,5	80	62	82
K	2.330	2.666	2.500	2.500	1.817
Ca	104	77	120	263	183
Mg	405	477	477	520	480
Fe	3,45	1,96	0,52	2,13	3,65
Cu	3,77	6,11	3,89	2,92	1,4
Zn	2,8	2,86	3,82	4,6	2,51
Mn	0,094	0,055	0,083	0,047	0,094
P	550	493	626	560	589
Cl	1,05	0,93	0,97	0,45	0,45
SiO ₂	1.550	290	140	4.520	670
Matières minérales	4.150	5.600	5.920	11.550	5.490

Avec un taux de 2,5 p. 100 en K et une élévation très faible du chiffre du sodium, la valeur du rapport $\frac{K}{Na}$ s'écarte peu de 40 et l'adjonction de chlorure de sodium à la ration apparaît comme indispensable.

Bien que vivant en général sur des sols riches en calcium échangeable, la teneur du coprah apparaît comme faible en cet élément ne fournissant qu'un chiffre très bas pour le rapport $\frac{Ca}{P}$.

La silice est normalement présente à un faible taux dans le tourteau de coprah, mais un apport exogène peut être provoqué par les opérations de séchage de l'amande qui se font sur des zones côtières ou des terrains siliceux. On observe alors une forte élévation de ce chiffre et de la

teneur en matières minérales qui peut doubler comme cela s'observe dans l'échantillon n° 9.

4. — *Apport vitaminique.*

Peu de travaux ont été consacrés à la richesse en vitamine du coprah. Nous avons complété l'étude du tourteau par la détermination des taux de thiamine, riboflavine et niacine.

Taux en mg/kg

Echantillons	1	7	9	17
Thiamine.....	0,927	0,474	0,859	0,435
Riboflavine	0,73	0,70	1,54	1,38
Niacine	28,4	28,4	29,4	24,8

A la différence des valeurs trouvées pour les échantillons de tourteau d'arachide, nous voyons ici des variations importantes entre les chiffres. Les renseignements pris ne nous permettent pas de dégager les causes de ces variations. C'est donc aux valeurs moyennes que nous nous reporterons pour juger de l'apport vitaminique dû au tourteau de coprah.

A l'exception de la riboflavine dont la valeur est du même ordre que l'arachide, les teneurs en thiamine et en niacine sont bien inférieures et atteignent seulement le dixième des quantités contenues dans le tourteau d'arachide.

Leur apport sera donc insuffisant pour assurer l'équilibre de la ration comme cela se produisait avec le tourteau d'arachide.

5. — Conclusion.

A la lumière de ces analyses il nous est possible de dégager les qualités et les défauts du tourteau de coprah.

Il réalise pour l'industriel un produit de choix permettant un rendement important en huile avec un travail rapide et facile. Pour l'utilisateur du tourteau, il présentera l'avantage d'une composition régulière et nous avons déjà signalé l'importance de ce facteur, mais il ne sera qu'un tourteau médiocre qui figurera au bas de la classification de ceux-ci. Son faible apport protéique, l'altérabilité des protéines à la chaleur, les déficits en sodium, en calcium et les taux moyens de vitamines ne pourront justifier son utilisation qu'à un prix relativement bas en comparaison du tourteau d'arachide. Il a de plus l'inconvénient de rancir facilement ce qui ne permettra son utilisation que dans les régions proches des zones de production.

Tourteau de baobab

Le baobab, répandu dans toute l'Afrique tropicale, pousse également à l'état spontané sur la côte ouest de Madagascar.

Le ramassage des graines est surtout concentré dans les régions de Morombe et de Morondava qui alimentent les huileries de la côte ouest : Tuléar et Majunga.

Les graines utilisées en huilerie sont celles de *Adansonia grandidieri*, bombacée qui est une variété voisine de l'espèce africaine *Adansonia digitata*. Il s'en différencie en particulier par la

concentration en huile plus importante dans l'espèce malgache.

	Teneur en huile de la graine
<i>Adansonia digitata</i>	11 à 14 p. 100
<i>Adansonia Grandidieri</i>	35 à 39 —

Le fruit apparaît sous forme d'une masse volumineuse de forme ronde ou ovoïde qui contient un grand nombre de graines dures noyées dans une pulpe farineuse. Ces graines d'aspect reniforme comprennent une enveloppe ligneuse fortement adhérente à l'amande. Les traitements mécaniques ne peuvent provoquer cette séparation qui est résolue dans le nord du Togo par un traitement à l'eau bouillante suivi d'un décorticage manuel*.

Les graines entourées d'une mince couche de pulpe sèche sont acheminées des régions productrices vers les huileries pour y être traitées. Pour l'année 1959, ces usines ont produit 300 tonnes de tourteau de baobab. Pour l'année 1961, la production dépasse 600 tonnes, avec une proportion de 90 p. 100 pour les huileries de Tuléar. Alors qu'autrefois le traitement ne se faisait que dans des périodes de soudure, il semble qu'actuellement une production plus constante tende à s'établir.

I. — Traitement.

La présence d'une coque ligneuse fortement adhérente aux cotylédons et représentant près de la moitié du poids de la graine va constituer l'obstacle majeur au traitement industriel de cette graine oléagineuse.

Un concassage puissant avant le passage à la presse est ici indispensable et se fait dans des broyeurs à rouleaux qui fournissent un mélange contenant 45 p. 100 de coques et 55 p. 100 d'amandes. La forte proportion de matières ligneuses contenues dans cet ensemble oblige la plupart des usines à réserver certaines presses pour le traitement des graines de baobab et de kapok. Le chauffoir est porté à haute température (105 à 110° C) et la presse est réglée avec un diaphragme de sortie très réduit dans le but d'en augmenter l'efficacité.

(*) BUSSON et PÉRISSÉ. — *Médecine tropicale*, 1957, 17, n° 3.

La richesse particulière des graines de la région de Morombe, Morondava, permet d'extraire jusqu'à 30 p. 100 d'huile sur les 37 p. 100 présents. Cette huile, d'une belle couleur jaune est appréciée par les populations de la côte ouest. Du fait de sa faible odeur, elle peut être utilisée en savonnerie et présente l'avantage de ne subir que très lentement le phénomène du rancissement. Elle s'acidifie peu au cours du stockage.

Le tourteau obtenu se présente en plaques brunes où l'on distingue des parties très foncées correspondant à la coque. L'odeur est agréable et ne varie pas sous l'influence du stockage comme cela se produit avec les tourteaux de coprah et d'arachide.

2. — Composition.

Nous basant sur la teneur en protides, il est juste de classer le tourteau de baobab dans la catégorie des tourteaux pauvres.

On pourra ainsi le comparer avec le tourteau de coprah qui entre dans la même catégorie mais est beaucoup plus connu des nutritionnistes et des éleveurs.

Sa teneur en protides apparaît pourtant comme essentiellement variable sans que l'on puisse vraiment en connaître la cause.

Les études effectuées sur la graine d'*Adansonia digitata* donnent une teneur normale de 35 à 38 p. 100 de protides, alors que les graines d'*Adansonia Grandidieri* en provenance de la région de Morombe nous ont fourni un taux de 11,36 p. 100 de protides ; les taux élevés en protides des productions de Majunga pourraient être expliqués par un mélange de graines des deux variétés de baobab (échantillon 12 et 13).

Teneurs en grammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	12	13	18	19'	19"	SI
Humidité	8,56	7,21	7,50	8,09	7,97	8,96
Matière sèche	91,44	92,79	92,50	91,91	92,03	91,04
Protides	27,6	23,79	17,14	18,64	18,06	17,18
Lipides	8,29	7,30	10,03	7,65	5,68	5,43
Cellulose	18,76	12,77	15,60	12,91	16,61	29,85
E. N. A.	29,70	41,97	42,75	45,90	44,25	29,22
Matières minérales	7,17	6,96	6,98	6,81	7,43	9,36

D'après une étude récente des graines de baobab due à BUSSON et PÉRISSE, les protides sont caractérisées par les teneurs ci-dessous en acides aminés.

Composition en acides aminés

	Poudre humide	N = 16 p. 100		Poudre humide	N = 16 p. 100
Acide aspartique	3,41	8,81	Méthionine	0,50	1,29
Thréonine	1,25	3,23	Isoleucine	1,47	3,80
Serine	2,00	5,16	Leucine	2,62	6,77
Acide glutamique	8,20	21,18	Tyrosine	1,12	2,89
Proline	1,35	3,48	Phénylalanine	1,96	5,06
Glycine	2,28	5,90	Histidine	0,93	2,40
Alanine	1,30	3,36	Lysine	1,45	3,74
Valine	2,09	5,40	Arginine	3,59	9,27

Il y a lieu de remarquer notamment la richesse en lysine, de cette graine (déficit : 48 p. 100) par comparaison avec l'arachide dont le déficit par rapport à la protéine de l'œuf atteint 58 p. 100.

Le taux de lipides résiduels de ce tourteau est assez semblable aux autres sous-produits provenant de presses continues, mais il faut rappeler que l'huile de baobab, par sa composition, présente la particularité d'être faiblement acide et de ne subir que très lentement les phénomènes de rancissement.

Comme l'on pouvait s'y attendre du fait du mode de traitement de la graine, la teneur en cellulose est particulièrement élevée dans le tourteau. Cet élément, apporté par la coque, est une cellulose fortement lignifiée et donc particulièrement indigestible. L'utilisation du tourteau de baobab ne pourra se faire qu'en mélange avec d'autres constituants très peu celluloses.

Afin de donner un ordre de grandeur dans l'échelle des valeurs fourragères des aliments, nous avons déterminé celle-ci en utilisant la

technique de CHARLET-LERY, FRANCOIS et LEROY : un tourteau de baobab titrant 18,7 p.100 de cellulose Weende a donné suivant la méthode ci-dessus un taux de lignine de 7,08 p. 100 et un coefficient de digestibilité de 64,8 p. 100. La valeur fourragère d'un tel tourteau est de 0,68 U. F./kg.

3. — Matières minérales.

Teneurs en milligrammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	12	13	18	19	SI
Na.....	13,7	16,4	30	66	
K.....	1.454	1.550	1.456	1.616	
Ca.....	320	283	233	235	506
Mg.....	468	583	423	416	
Fe.....	2,13	2,18	2,95	1,69	
Cu.....	4,45	2,65	4,1	5	
Zn.....	5	2,8	4,6	3,8	
Mn.....	0,042	0,036	0,05	0,042	
P.....	855	708	707	729	593
Cl.....	0,05	0,24	0,05	0,05	
Si O ² ...	350	770	240		3.920
Matières minérales	7.170	6.960	6.980	6.810	9.360

Le domaine des métaux alcalins donne des valeurs en tous points comparables avec ce qui a été vu pour le tourteau d'arachide et le rapport $\frac{K}{Na}$ ne s'écarte que très peu du chiffre de 45 qui apparaît comme assez constant dans les différents tourteaux.

C'est principalement le taux de calcium qui présente ici des valeurs nettement plus fortes permettant de considérer ce tourteau comme très peu déficitaire. Le chiffre du rapport $\frac{Ca}{P}$ s'en trouve relevé et atteint ainsi la valeur de 0,4. Il nous faut mentionner également la richesse en calcium de la pulpe farineuse qui entoure les graines. Celle-ci a donné à l'analyse les chiffres suivants :

Calcium 320 mg/100 g
Phosphore 108 mg/100 g

On voit tout l'intérêt qu'il y aurait à conserver cette pulpe lors de la séparation des graines et à la mélanger au tourteau après passage à la presse.

Sans attacher une importance particulière à la teneur en magnésium, il nous faut toutefois signaler que le rapport fait apparaître un chiffre déficitaire en magnésium, mais celui-ci peut être comblé par les autres constituants de la ration ou plus aisément par l'addition de tourteau d'arachide.

Dans le domaine des oligo-éléments, il nous faut mentionner un taux très faible en fer contrastant avec un apport satisfaisant de cuivre. Les teneurs en manganèse et en zinc ne subissent que peu de variations.

4. — Apport vitaminique.

Taux en mg/kg

Echantillons	12	13	18	19
Thiamine.....	0,084	0,423	0,237	0,389
Riboflavine ...	1,42	1,07	1,17	1,08
Niacine	19,3	13,4	11,6	11,06

Les travaux de TOURY * et ses collaborateurs sur la graine de *Adansonia digitata* montraient un taux élevé des vitamines C et B₁. Ce dernier atteignait la valeur de 1,8 mg p. 100 dans la graine entière. Des dosages effectués sur la graine d'*Adansonia Grandidieri*, fraîchement récoltée, ont donné des chiffres bien inférieurs et la valeur moyenne s'établit à 0,450 mg/100 g. Nous avons là encore un aspect de la différence existant entre ces deux espèces. Les tourteaux issus de ces graines vont montrer des taux relativement faibles en thiamine et présentant entre eux des différences considérables.

Nous avons déjà signalé le caractère thermolabile de la thiamine et par-là même la destruction qu'elle subit au cours des traitements thermiques que nécessite l'extraction de l'huile. Sans tenir compte de l'échantillon n° 12 dont nous supposons une destruction au cours du stockage des graines, le tourteau de baobab ne réalisera qu'un apport moyen de thiamine bien inférieur aux autres productions.

La riboflavine et la niacine évaluée par les techniques microbiologiques montrent des valeurs

(*) J. TOURRY, P. LUNVEN, R. GIORGI et M. JACQUESSON. *Annales nutrition*, 1957, (5) : 99 XI

également inférieures à celles observées pour les tourteaux de coprah et d'arachide. Dans l'ensemble le tourteau de baobab suffira à peine à combler les besoins vitaminiques du bétail.

5. — Conclusion.

Nous nous sommes étendus un peu plus longuement sur la graine de baobab et sur le tourteau qu'elle est susceptible de fournir car ces produits sont mal connus des utilisateurs. Si quelques études ont été consacrées au baobab d'Afrique Occidentale, rares sont les travaux sur le baobab malgache.

Nous avons vu au cours de cette étude que les graines d'*Adansonia Grandidieri* présentent des différences sensibles avec celles d'*Adansonia digitata*. Si la graine du baobab de Madagascar est riche en huile, elle montre par contre une faible teneur en protides.

Du point de vue alimentation animale, il est certain que cela aura un grand retentissement sur son utilisation, l'apport réalisé par le produit local ne sera que très médiocre et son utilisation n'est possible qu'en complément d'une ration.

Mais il faut bien concevoir que le tourteau ne réalise que le sous-produit du traitement des graines oléagineuses dont l'huile doit apporter le principal bénéfice à l'usinier. Le traitement des graines de baobab, du fait de son rendement élevé, peut être envisagé à Madagascar. Il procurerait ainsi à l'élevage un tourteau à bas prix de revient qui, s'il ne peut à lui seul réaliser l'apport de protides nécessaires est capable cependant en divers points de venir compléter d'autres produits végétaux.

Sa richesse en calcium, en lysine et son stockage facile, représentent déjà des données non négligeables qui motivent son utilisation dans l'alimentation animale.

Tourteau de kapok

Les environs de Majunga présentent de nombreux kapokiers : *Eriodendron anfractuosum*, bombacées dont la graine constitue le sous-produit de la récolte des fibres. Alors que la production de fibres de kapok s'accroît lentement, les quantités de graines traitées en huilerie subissent des fluctuations importantes.

C'est ainsi que les usines de Majunga qui avaient traité 120 tonnes de graines en 1958

n'en ont pressé que 40 en 1961. La cause principale de ces variations vient du faible rendement en huile de la graine qui ne justifie son traitement que dans les périodes difficiles où les autres graines oléagineuses sont insuffisantes à assurer la production d'huile nécessaire à la population locale.

1. — Traitement.

Les capsules brisées laissent échapper de petites graines noires, sphériques, glabres, qui ont de 4 à 6 mm de diamètre. La coque dure est difficile à séparer de l'amande qui contient une huile comestible renfermant 30 p. 100 d'acide palmitique et qui présente un point de fusion de 21 à 23° C. Son utilisation en alimentation n'est possible que sur la côte où elle conserve son aspect liquide.

Le traitement consiste en un broyage de la graine entière, suivi d'un chauffage destiné à rendre l'huile plus fluide, et à faire éclater les cellules. La température réalisée dans le chauffeoir atteint 100 à 110° C pendant 15 à 20 minutes, les graines sont ensuite soumises à la presse qui extrait 70 p. 100 de l'huile contenue dans la graine.

L'usure rapide de la presse provoquée par la dureté des graines, jointe au faible rendement en huile (16 à 17 p. 100) n'encourage pas les industriels à développer cette production locale qui, malgré un bas prix d'achat de la matière première, ne laisse qu'un faible bénéfice.

2. — Composition.

Le rendement en tourteau atteint le chiffre élevé de 60 p. 100 dont nous donnons la composition dans le tableau ci-dessous :

Teneurs en grammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	6	10	11
Humidité	7,18	9,78	8,74
Matière sèche	92,82	90,22	91,26
Protides	15,97	25,83	32,07
Lipides	7,22	8,41	9,46
Cellulose	13,86	19,60	16,43
E. N. A.	46,79	29,40	26,74
Matières minérales ...	8,98	6,98	6,56

Les échantillons de tourteau de kapok que nous avons analysés provenaient des huileries de Majunga. Le tourteau est de couleur très foncée et dégage une odeur de savon, il se brise facilement en menus fragments.

Il nous est difficile de classer ce tourteau dans une catégorie bien définie en fonction de sa richesse en protides, car nous constatons que sur les trois échantillons analysés, cette valeur passe de 15 à 32 p. 100. La cause de cette variation ne peut être trouvée dans un décortiquage plus ou moins complet de la graine ou dans une extraction plus ou moins poussée de l'huile car les teneurs en cellulose et en lipides sont là pour éliminer ces hypothèses. Il semble qu'il faille plutôt attribuer ces variations à des espèces différentes ou à des stades de végétation plus ou moins avancés. Ce fait a d'ailleurs été déjà signalé et CURASSON dans son ouvrage « les Pâturages et les aliments du bétail en régions tropicales et subtropicales » donne les chiffres obtenus avec deux échantillons différents :

	Afrique Occidentale	Kenya
Protéine	15,02	27,0
Extrait éthéré.....	3,5	7,1
Cellulose	10,5	25,8
E. N. A.	51,79	10,3

Si dans ce cas on peut évoquer l'origine, il ne peut en être de même dans les échantillons que nous mentionnons et qui viennent tous trois des environs de Majunga. Il y a là une cause inconnue mais qui engendre une difficulté d'utilisation pour l'incorporation dans un aliment équilibré. Il faut ajouter à cela que des essais effectués sur différents animaux de ferme ont montré des valeurs nutritives très faibles ou nulles et même des phénomènes d'intoxication chez le porc.

À côté de ce taux variable de protides vient s'ajouter une proportion élevée de cellulose dont le chiffre moyen évalué à 17 p. 100 viendra s'opposer à l'utilisation dans de fortes proportions chez les monogastriques ou la volaille.

3. — Matières minérales.

Dans le domaine des matières minérales, le taux apparaît comme relativement constant

s'il n'est pas perturbé par un apport exogène de silice comme cela se présente pour l'échantillon n° 6.

Le déficit du rapport $\frac{K}{Na}$ est ici également très accentué, mais par contre, nous sommes frappés par la valeur élevée en calcium qui permet d'avoir des rapports $\frac{Ca}{P}$ allant de 0,46 à 0,70.

De même le rapport $\frac{Mg}{Ca}$ se situera autour de 1,4 pouvant ainsi corriger de nombreux constituants de la ration et amener ce rapport vers une valeur proche du chiffre optimum.

Les oligo-éléments présentent des chiffres comparables aux autres tourteaux et qui suffiront dans l'ensemble à satisfaire les besoins vitaux.

Teneurs en milligrammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillons	6	10	11
Na	34,5	14,5	13,4
K	1.833	1.650	1.550
Ca	482	478	493
Mg	676	650	680
Fe.....	21,85	1,32	1,92
Cu	3,67	4,07	4,17
Zn	3,04	4,2	5,3
Mn	4,6	4,2	4,3
P	689	949	1.056
Cl.....	0,21	0,07	0,10
Si O ²	3.330	560	350
Matières minérales .	8.980	6.980	6.560

4. — Apport vitaminique.

Taux en mg/kg

Echantillons	6	10	11
Thiamine	0,145	0,050	0,045
Riboflavine	1,80	1,83	1,72
Niacine	11,7	19,97	18,6

Prenant toujours le tourteau d'arachide comme point de repère, on observe un énorme déficit de la teneur en thiamine.

La teneur en riboflavine est très voisine des autres tourteaux et le taux de niacine s'avère comparable aux autres tourteaux (coprah et baobab).

5. — Conclusion.

En nous basant sur les chiffres de l'analyse, nous voyons que cette production est difficilement utilisable dans la fabrication des aliments composés du fait de sa variabilité et de son taux élevé en cellulose. Il présente par contre l'avantage de réaliser un apport de calcium non négligeable et de constituer une source de protéines à bon marché. Mais nous ne pensons pas que cela suffise à encourager l'utilisation d'un tourteau dont la faible valeur nutritive et les difficultés que représente le traitement des graines, constituent deux raisons majeures s'opposant à son développement.

l'espèce *Gossypium hirsutum* dont on utilise les variétés *Acala 4-42*, *Acala 15.17 C* et *Stoneville 3 B*.

Les graines débarrassées de leurs fibres se présentent sous forme de boules blanches dont l'aspect duveteux vient de la présence de nombreux poils courts qui forment le « linter ». Lorsqu'on l'enlève, la graine apparaît comme une petite masse ovoïde de 7 à 10 mm de long, brun noirâtre. Un spermodermé épais et dur recouvre l'amande de couleur jaune.

1. — Traitement.

De la constitution de la graine, nous déduisons la suite des opérations à entreprendre pour séparer l'huile du reste de l'amande.

Le premier point va consister en un traitement mécanique de la graine qui va la débarrasser du linter. Elle est ensuite brisée grossièrement en vue de séparer l'amande du spermodermé,

Quantités exprimées en milliers de tonnes

Années	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Production de coton-graine	2,6	3,6	4,8	6,1	8,2	11,2	15,5	20	24	26	26
Production de tourteau	0,7	1	1,3	1,6	2,2	3	4,2	5,4	6,5	7,2	7,2

Tourteau de coton

La vallée du Bas-Mangoky, dans le sud-ouest de Madagascar, a été choisie pour le développement de la culture du cotonnier et les graines obtenues après récolte des fibres sont acheminées sur Tuléar où elles sont traitées en huilerie.

L'utilisation du tourteau de coton en nutrition animale est largement développée et constitue un produit de choix pour l'établissement des aliments concentrés. La production n'a été vraiment importante qu'à partir de l'année 1961 où elle a atteint 523 tonnes. Elle ira sans cesse croissant au cours des années à venir et les prévisions communiquées par la Compagnie française pour le développement des fibres textiles permettent de classer cette production, immédiatement après l'arachide.

Le coton cultivé à Madagascar appartient à

l'action d'une soufflerie ou le passage sur des tamis, parfait cette séparation qui donne des amandes brisées et débarrassées de leur enveloppe. Un broyage plus complet va permettre à celles-ci d'être amenées dans le chauffoir, où le passage se fait à une température de 95 à 100° C pendant 15 mn, le transfert dans la presse élève légèrement cette température mais le séjour ne dure que quelques minutes si bien que l'on peut admettre que le tourteau n'a jamais dépassé la température de 110° C.

Malgré ce traitement efficace, le rendement en huile est faible et ne dépasse jamais 17 p. 100 alors que les dosages effectués sur la graine entière délintée indiquent une teneur de 26 p. 100.

2. — Composition.

A la sortie de l'expeller, on obtient un tourteau jaune, d'odeur agréable, et qui a donné à l'analyse les chiffres suivants :

Teneurs en grammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillon	23
Humidité	6,01
Matière sèche	93,99
Protides	46,36
Lipides	9,23
Cellulose	4,95
E. N. A.	26,07
Matières minérales.....	7,38

De par sa teneur en protides, nous devons rapprocher ce tourteau de celui d'arachide et le classer dans les tourteaux riches.

Nous pouvons également constater le faible taux de cellulose, signe d'un décortiquage efficace.

Sans nous étendre sur la valeur protéique du tourteau de coton, il nous suffira de rappeler les travaux d'OLCOTT et FONTAINE * qui ont montré la baisse de cette valeur provoquée par un autoclavage plus ou moins poussé de la graine.

3. — Matières minérales.

Sur le plan des éléments minéraux, le tourteau de coton se rapproche beaucoup du tourteau d'arachide.

Teneurs en milligrammes pour 100 grammes de produit brut

Echantillon	23
Na.....	22,5
K	1.750
Ca	89
Mg.....	308
Fe	2,77
Cu	2,95
Zn	5,8
Mn.....	2,5
P	1.343
Cl	0,034
Si O ²	0,28
Matières minérales.....	7.380

(*) Cités par R. JACQUOT et R. FERRANDO : « Les Tourteaux ».

Les éléments alcalins sont particulièrement perturbés et le rapport $\frac{K}{Na}$ sera déséquilibré avec une valeur de 77.

De même le rapport phosphocalcique présentera un chiffre très bas : $\frac{Ca}{P} = 0,06$. Il est donc évident que la supplémentation en Na et surtout en Ca devra être importante pour rétablir des valeurs favorables à l'utilisation animale.

4. — Apport vitaminique.

L'apport vitaminique réalisé par le tourteau de coton est rassemblé dans le tableau ci-dessous :

Taux en mg/kg

Echantillons	23.
Thiamine	5,10
Riboflavine	2,37
Miacine	26,8

La valeur obtenue pour la thiamine est du même ordre que les chiffres trouvés avec le tourteau d'arachide. La richesse en riboflavine apparaît, par contre, plus élevée, mais le taux de niacine inférieur à l'arachide se rapproche de celui du coprah.

5. — Conclusion.

Nous pouvons résumer le tableau du coton en disant qu'il se caractérise comme un tourteau riche en protides et en vitamines, qu'il se rapproche ainsi de l'arachide, en faisant toutefois une réserve sur la qualité des protéines.

Nous ne pouvons terminer ce paragraphe sur le coton sans mentionner l'existence d'un principe toxique contenu dans le tégument de la graine : le *gossypol*. Le dosage effectué sur l'échantillon analysé a montré un taux très faible de ce principe (0,025 p. 100). Bien qu'il soit impossible de se baser sur ce chiffre pour en tirer une conclusion du fait des variations que subit ce taux de gossypol selon les variétés, les terrains et les conditions culturales, il est cependant permis d'invoquer le décortiquage efficace auquel est soumise la graine pour justifier ce chiffre ; l'action de la chaleur est susceptible de contribuer également à cette détoxication.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'extension de la culture des graines oléagineuses est prévue dans les objectifs immédiats du plan de développement de la République Malgache.

Les prévisions permettent d'espérer une production de 80.000 tonnes d'arachides en 1972 et 120.000 tonnes en 1982. Pour le coton, les services responsables pensent produire 24.000 tonnes de graines en 1970. Quant aux autres graines dont l'importance est moindre, elles contribueront à la satisfaction des besoins de Madagascar en matières grasses.

Le traitement industriel des oléagineux intéresse tout particulièrement le service de l'élevage en lui fournissant les tourteaux dont l'utilisation alimentaire s'avère chaque jour plus importante. Leur emploi est indispensable dans la constitution de rations équilibrées telles que les conçoivent les nutritionnistes. Pour réaliser cela, la qualité des produits doit être constante et le prix de revient le plus bas possible. Réaliser ces deux impératifs est particulièrement délicat. Il nécessite l'utilisation d'un matériel entretenu avec soin afin que la chaîne des opérations qui transforme la graine en tourteau ne comporte aucun maillon défaillant. Quant à l'abaissement du prix de revient, il pourra se faire d'abord par un taux d'extraction plus élevé, et en cela nous rejoignons les conditions ci-dessus exposées, mais il sera facilité par l'utilisation des sous-productions à bas prix de revient comme le tourteau de baobab. En le mélangeant avec le tourteau d'arachide, il sera possible d'obtenir un composé riche en protéides, dont la teneur en cellulose sera acceptable, et qui, pour les autres constituants, sera plus équilibré que chacun des deux pris séparément.

A côté des avantages que présente la production locale de graines oléagineuses et ses utilisations possibles, nous nous devons de signaler les défauts que l'on rencontre et dont le principal est la proportion élevée d'huile résiduelle.

Le passage dans les presses de type ancien usées a pour conséquence de laisser un résidu huileux qui atteint le chiffre moyen de 10 p. 100 avec des écarts parfois énormes. Cette huile qui a été fortement chauffée est particulièrement apte à rancir du fait de la destruction d'une

grande partie des antioxydants naturels de la graine.

Les phénomènes complexes du rancissement vont se développer à un rythme rapide qui sera fonction des conditions de stockage : on assistera à un développement abondant des peroxydes et à une acidification sans cesse croissante qui, en quelques mois, atteindra 50 p. 100 des acides gras. L'influence du climat ne semble pas jouer un rôle de premier plan puisque ce rancissement est d'une importance voisine dans les différentes régions de Madagascar.

A cela, un seul remède peut être proposé : procéder à une extraction par les solvants qui va réduire le taux des lipides résiduels à 1 p. 100.

Sans provoquer un bouleversement complet de l'industrie des graines oléagineuses, il peut être envisagé un premier traitement des graines correctement décortiquées puis pressées dans les usines actuelles, ce qui livrerait un tourteau contenant de 8 à 10 p. 100 d'huile.

L'ensemble de la production d'une région serait alors repris par une usine d'extraction par solvant qui procéderait à la récupération de l'huile résiduelle et livrerait un tourteau ne contenant que très peu de lipides. Le coût d'une telle installation et les tonnages importants qui sont nécessaires à son bon fonctionnement, une vingtaine de tonnes par jour, obligent à une concentration des usines pour assurer un fonctionnement rationnel.

Si nous nous plaçons du point de vue élevage, ce procédé aurait l'avantage de livrer sur le marché un produit plus facile à stocker, mais il aurait également pour résultat de permettre un meilleur rendement en huile et une valorisation plus complète des graines oléagineuses.

Nous ne ferons que signaler en passant tout l'intérêt que présente une telle usine pour le traitement des sons de riz dont la teneur en huile, habituellement de 12 p. 100, peut atteindre 16 à 20 p. 100 et présentent comme dans le cas des tourteaux les mêmes problèmes de stockage et de conservation.

Si les lipides résiduels constituent le premier obstacle à vaincre, nous nous devons de signaler également les accidents causés par l'ingestion de tourteau d'arachide infesté par un champignon : *Aspergillus flavus*.

La présence de nombreuses hépatites toxiques chez le porc nourri avec des rations riches en

tourteau d'arachide a orienté nos travaux vers la recherche d'un principe toxique secrété par une moisissure. Les chercheurs du « Tropical Products Institute » de Londres, et du « Central Veterinary Laboratory » de Cambridge, qui avaient les premiers signalé l'existence de cette substance, ont mis au point une technique d'extraction et de concentration qui rendait possible un test de toxicité sur des canetons*.

Les travaux effectués par les différents services du Laboratoire central de l'élevage de Tananarive viennent d'apporter la preuve de la présence de ce facteur toxique dans un échantillon de tourteau d'arachide qui a causé de nombreux accidents chez le porc.

En attendant que le problème de la lutte contre ce champignon soit résolu, un test rapide sur canetons a été mis au point qui permet d'éliminer les tourteaux toxiques. Les travaux se poursuivent pour l'identification du principe toxique et pour la recherche des anti-fongiques capables d'éviter cette pollution.

Comment peut-on envisager dans l'avenir la production de tourteaux à Madagascar ?

(*) SARGEANT (K.), O'KELLY (J.) CARNAGHAN (R. B.A.) et ALLCROFT (R.). *Vet. Record*, Vol. 1961, 73 (46) : 1219.

Il nous sera facile de résumer la situation : une production de graines oléagineuses sans cesse croissante ainsi que le développement de nouvelles cultures permettront d'alimenter les presses existantes.

La question de la production de l'élément de base peut donc être considérée comme résolue.

C'est principalement vers le matériel de traitement de ces graines que quelques améliorations sont indispensables : en premier lieu, l'existence d'une unité d'extraction des tourteaux par les solvants, ceci s'appliquant au produit sortant des presses actuelles. Ensuite, il serait nécessaire que les opérations de triage et de décortilage soient effectuées avec le plus grand soin afin d'éviter des variations continuelles dans la composition du produit obtenu. Cela ne nécessite pas la modification des installations existantes mais simplement le réglage précis des machines employées à cet effet et le contrôle continu de leur fonctionnement.

Si ces conditions étaient réalisées, la fabrication des aliments équilibrés du bétail serait grandement facilitée et le développement simultané des graines oléagineuses et de l'élevage pourrait être envisagé avec confiance.

Laboratoire Central de l'Elevage
« J. Carougeau »
TANANARIVE.

BIBLIOGRAPHIE

1. GOLSE (J.). — **Précis de matière médicale.**
2. HENRY (Y.). — **Plantes à huile** (Armand Colin, Editeur).
3. JACQUOT (R.), LE BARS (H.), SIMONNET (H.). — **Données générales sur la nutrition et l'alimentation** (J. B. Baillière, Editeurs).
4. JACQUOT (R.) et FERRANDO (R.). — **Les « Tourteaux »**. — (Vigot Frères, Editeurs).
5. ULRICH (R.). — **La vie des fruits** (Manon et Cie, Editeurs).
6. **Institut de recherches agronomiques à Madagascar.** — L'arachide à Madagascar. Etude agronomique.
7. **Commissariat général au plan économique Malgache.** — (République Malgache). Evolution 1950-60. Tananarive, juin 1962.

EXTRAITS — ANALYSES

Maladies à virus

46. SIMS (R. A.), ALLEN (R.) et SULKIN (S. E.). — **Etudes sur la pathogénie de la rage chez la chauve-souris insectivore. III. Influence de la gravidité** (Studies on the pathogenesis of rabies in insectivorous bats). III. Influence of the gravid state. *J. Infect. Dis.*, 1963, **112**, 17-27.

La gravidité détermine un état de *stress* qui peut, directement ou indirectement, et à divers degrés, modifier la réaction de l'hôte. De nombreuses publications font état de ce que les fluctuations physiologiques au cours de la gravidité peuvent influencer l'évolution de certaines infections virales. Le mécanisme de cette action semble résider dans la fonction surrénalienne qui, en état de *stress*, libère une quantité accrue de corticostéroïdes et nombre d'auteurs ont, à ce sujet, montré l'influence aggravante de la cortisone dans les maladies virales expérimentales.

En ce qui concerne la pathogénie de la rage chez la chauve-souris insectivore, il est connu que la « graisse brune » de certains *Chiroptera* peut héberger le virus rabique pendant de longues périodes, puis lui servir de support pour une multiplication active lorsque les conditions de température du milieu s'y prêtent. Comme la première chauve-souris reconnue rabique aux U. S. A. était une femelle allaitante, les auteurs ont entrepris des recherches expérimentales afin de déterminer le rôle de cet état physiologique sur la chauve-souris mexicaine (*Tadarida*).

Après avoir mis au point une méthode leur permettant de constituer des groupes de chauves-souris homogènes du point de vue de l'état de gestation, les auteurs ont recherché la sensibilité de ces groupes à l'injection intra-musculaire de virus rabique. Celle-ci ne s'est pas montrée affectée par l'état de gravidité. Par contre, ils ont pu prouver la transmission transplacentaire du virus rabique de la mère au fœtus. Les chauves-

souris nées de ces mères et, par conséquent, porteuses de virus, peuvent, dans ces conditions, assurer une transmission du virus à travers les générations.

47. GRAVES (J. H.). — **Vaccin contre la fièvre aphteuse. Production d'un antigène en culture cellulaire en l'absence de sérum** (Foot-and-mouth disease vaccine. The production of antigen in cultured cells in the absence of serum). *Am. J. Vet. Res.*, 1963, **24** (98), 183-86.

L'auteur a préparé un vaccin contre la F. A. en prenant comme antigène du virus aphteux cultivé sur cellules rénales bovines. 3 types de milieux ont servi à la préparation du virus.

C'est le virus préparé sur des cellules qui, après inoculation virale, ont reçu du liquide de Hanks pur sans addition de sérum ou d'hydrolysat de lactalbumine, qui s'est révélé être le meilleur antigène.

En effet, le vaccin préparé avec le milieu contenant 2 p. 100 de sérum a provoqué chez les cobayes la formation de la moitié des anticorps neutralisants produits dans les mêmes conditions par le vaccin préparé à l'aide de l'antigène sans sérum en liquide de Hanks pur.

L'auteur pense d'ailleurs que l'estimation du pouvoir infectieux de l'antigène virulent ne permet pas de préjuger de la qualité immunisante du vaccin qui en sera tiré car, au cours de ses expériences, les virus ayant présenté les titres les plus élevés n'ont pas forcément donné les meilleurs vaccins.

48. BEASLEY (J. N.) WATKINS (J. R.) et BRIDGES (C. H.). — **Ornithose expérimentale du veau** (Experimental ornithosis in calves). *Am. J. Vet. Res.*, 1962, **23**, (97) : 1192-99.

Ces dernières années des organismes appartenant au groupe psittacose lymphogranulomatose ont été isolés d'un nombre croissant de mammifères (souris, chat, opossum, mouton,

chèvre, bœuf). Bien que ces organismes possèdent en commun des caractères sérologiques ou autres, leurs relations taxonomiques n'ont pas été établies avec certitude. Cela a amené les auteurs à étudier les effets cliniques et pathologiques de 3 souches d'ornithose dont une peu virulente provenant d'un dindon sur des veaux âgés de 1 jour à 6 semaines, artificiellement infectés par voie péritonéale ou trachéale.

La souche atténuée ne donna pas de réaction, alors que les deux souches virulentes déclenchèrent dès le 3^e ou 5^e jour de la fièvre, de la toux et de la diarrhée. Les veaux de 1 jour présentèrent de la léthargie, et d'autres des spasmes toniques et de l'opisthotonos. A l'autopsie après euthanasie, il fut trouvé une nette splénomégalie et de la pneumonie lobaire plus particulièrement aux lobes apicaux et cardiaques. Les altérations primaires causées par le virus sont localisées au système vasculaire (artérite, thrombose...). Le système nerveux a également souffert (vasculite, prolifération gliale focale, infiltration lymphocytaire). L'agent de l'ornithose a pu être isolé à nouveau du sang, du foie, de la rate et du liquide cébrospinal.

49. IZAWA (H.) BANKÓWSKI (R. A.) et HOWART (J. A.). — **Les entérovirus du porc. I. — Caractères de trois souches provenant des porcs diarrhéiques et d'une venant d'un sujet apparemment sain** (Porcine enterovirus. I. — Properties of three isolates from

swine with diarrhea and one form apparently normal swine). *Am. J. Vet. Res.*, 1962, **23** (97) : 1131-41.

Après MOSCOVICI en Italie, BERAN, SWITZER, BOHL et HANCOCK aux U. S. A., WELSTER en Nouvelle-Zélande, MORIMOTO au Japon, BETTS en Grande-Bretagne, les auteurs ont isolé, à partir du contenu gastro-intestinal de porcs, 4 agents viraux présentant un effet cytopathogène pour les cultures de rein de porc.

Chacun de ces agents était résistant à l'éther, à la trypsine et conservait son pouvoir cytopathogène pendant au moins 300 jours. Ils étaient dépourvus de pouvoir hémagglutinant ou hémadsorbant. Leur pouvoir pathogène était nul pour le cobaye, le souriceau nouveau-né, le lapin et les œufs embryonnés. Leur diamètre était compris entre 52 et 72 μ .

Trois de ces virus ont été isolés à plusieurs reprises dans un troupeau affecté de diarrhée et d'entérite, et les épreuves sérologiques ont montré qu'ils formaient un groupe homogène. Le quatrième virus a été isolé à partir d'un porc en bonne santé dans un troupeau apparemment sain. Ce dernier virus n'avait pas de parenté sérologique avec les 3 premiers, il était un peu plus sensible à la chaleur et en culture cellulaire donnait des plages un peu plus petites apparaissant plus lentement.

Leurs caractéristiques autorisent à classer ces 4 virus parmi les entéro-virus.

Peste bovine

50. JOHNSON (R. H.), THORNE (A. L. C.) et CHIFNEY (S. T. E.). — **La production de vaccin bovipestique caprinisé au Nigeria.** (The production of caprinised rinderpest vaccine in Nigeria). *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1961, **9** (3) : 233-40.

Description détaillée de la technique utilisée par les auteurs au laboratoire de Vom (Nigeria) pour la production du vaccin bovipestique caprinisé.

Cet exposé complète les précédentes publications faites, dans le bulletin, sur le même sujet,

par MACLEOD et ses collaborateurs en 1957, en ce qui concerne le laboratoire de Muguga, de l'EAVRO, pour l'Afrique orientale, et par PROVOST et ses collaborateurs pour le laboratoire de Farcha, au Tchad qui fournit le vaccin capripestique aux états francophones de l'Afrique centrale et équatoriale.

Le développement suit le plan déjà utilisé par les auteurs précédents de façon à permettre une facile comparaison avec les techniques déjà décrites.

A Vom, la méthode de production est dans ses

grandes lignes comparable avec celle décrite par MACLEOD, ce qui permet aux auteurs de s'étendre sur certains procédés particuliers à ce laboratoire en justifiant leur choix.

A Vom, la récolte des rates a bien lieu par traction (N. D. L. T. Il faut certainement comprendre : « Par arrachage »), ce procédé étant plus rapide et présentant moins de chances de souillures que celui par dissection utilisé à l'EAVRO.

Alors qu'à l'EAVRO une attention particulière est apportée à l'examen du poumon des chèvres à l'occasion de la récolte de la rate, avec élimination de cet organe dès que des lésions pulmonaires sont découvertes, à Vom les poumons ne font l'objet d'aucun examen particulier, l'expérience ayant montré aux auteurs que la rate provenant de chèvres atteintes de pneumonie, pleurésie, etc... donne un vaccin offrant les mêmes garanties que celui obtenu avec la rate d'animaux porteurs de lésions pulmonaires ou pleurales.

Le broyage est effectué à Vom à l'aide d'un broyeur colloïdal, l'EAVRO utilisant un broyeur Latapie ; les auteurs estiment obtenir ainsi un broyat plus fin, plus homogène qui une fois lyophilisé se remet beaucoup plus facilement en suspension que la poudre obtenue avec le Latapie. En outre le procédé de Vom est bien plus pratique et rapide.

Le contrôle du vaccin est effectué à Vom sur des animaux normalement vaccinés par du capripastique, avec de fortes doses de ce vaccin alors qu'à l'EAVRO le bétail de contrôle vacciné avec le capripastique à contrôler est éprouvé avec du virus pesteux sauvage.

C'est par mesure de sécurité que les auteurs utilisent leur propre vaccin pour l'épreuve de contrôle car il ne leur semble pas qu'il soit prudent de manipuler du virus sauvage en un lieu de production de vaccin.

Il est enfin reconnu que la dose unitaire vaccinnante est située, en valeur absolue, à l'EAVRO à un niveau supérieur à celui fixé à Vom.

51. HUYGELEN (C.). — **Expériences d'immunisation avec du vaccin bovipestique lapinisé-avianisé** (Immunisation experiments with lapinised-avianised rinderpest vaccine). *Bull. epiz. Afr. (I. B. A. H.)*, 1961, 9 (3), 227-31 (Résumé de l'auteur).

Le pouvoir immunisant du virus bovipestique lapinisé-avianisé (Nakamura) a été essayé chez le lapin et le bétail indigène du Ruanda-Urundi. Les lapins traités avec ce vaccin même très dilué, ont montré une très solide immunité lorsqu'ils ont été éprouvés avec du virus lapinisé. L'auteur pense que ces animaux peuvent être efficacement utilisés pour titrer et estimer la valeur du vaccin.

Il pense qu'aucune conclusion définitive ne peut être tirée des expériences effectuées sur le bétail. Si le vaccin non dilué donne une bonne immunité lors de l'épreuve par du virus pathogène, ainsi qu'un titre très élevé en anticorps, il n'en est pas de même du vaccin dilué qui donne des réponses irrégulières.

52. OTTE (E.). — **Note sur une « maladie ressemblant à la peste bovine » au Soudan et en Ethiopie** (A note on a « Rinderpest-like disease » in the Sudan and in Ethiopia). *Bull. epiz. Afr. (I. B. A. H.)*, 1961, 9 (3) : 215-26 (Résumé repris *ibid.*).

L'auteur étudie une maladie qui existe dans la république du Soudan et en Ethiopie et qui offre quelque ressemblance avec la peste bovine.

Cette maladie se caractérise par des lésions buccales et vaginales, de la diarrhée et une évolution apyrétique au cours de laquelle on observe même parfois des températures subnormales. On note également des symptômes nerveux et il semble même que, dans certains cas, la maladie ait été contractée *in utero* étant donné que plusieurs veaux nouveau-nés présentaient déjà des symptômes.

A l'autopsie, le tableau anatomo-pathologique est peu caractéristique et manque d'uniformité : lésions ulcéreuses ou hémorragiques du tractus digestif et congestion, inflammation ou hémorragies du cerveau. L'examen bactériologique des diverses lésions ne parvient généralement pas à mettre en évidence un germe pathogène significatif.

Divers traitements symptomatiques, bien qu'ils réussissent dans certains cas à produire l'atténuation de certains symptômes, ne donnent à la longue aucun résultats.

La réaction de diffusion sur milieu gélatiné à l'agar, utilisée pour le diagnostic de la peste bovine et effectuée dans les laboratoires vétérinaires

naires du Kenya donne des résultats négatifs. De même, la réaction de neutralisation de sérum antipesteux effectuée sur deux animaux guéris de l'affection, prouve que ces animaux étaient toujours réceptifs à la peste bovine. Ces faits prouvent qu'il s'agit d'une infection entièrement distincte de la maladie précitée et il semble qu'elle se rattache plutôt au complexe des maladies muqueuses des bovins.

L'article se termine par une vue rétrospective de la littérature concernant la peste bovine, reprenant certaines descriptions de symptômes qui semblent indiquer que, par le passé, l'affection décrite ci-dessus a souvent été confondue avec la peste bovine proprement dite.

53. BATELLI (C.) et SOBRERO (R.). — **Rapports immunologiques entre le virus de la peste bovine et celui de la maladie de Carré. Résultats de quelques essais de séro-infection contre la peste bovine effectués en Somalie avec le virus bovipestique virulent et le sérum hyperimmun contre la maladie de Carré** (Rapporti immunologici tra il virus della peste bovina e quello del cimurro. Risultati di alcune prove di siero-infezione contro la peste bovina effettuate in Somalia utilizzando virus pestoso virulento e siero iperimmune anticimurro). *Vet. Italiana.*, 1961, 12, (1) : 835-43.

Les auteurs, après avoir rappelé les études sur l'immunité croisée entre la maladie de Carré et la peste bovine, rapportent les résultats obtenus en Somalie au cours d'expérimentations de séro-infection effectuées sur le bovin à l'aide du virus bovipestique virulent et du sérum contre la maladie de Carré obtenu du chien hyper-immunisé.

L'action du sérum contre la maladie de Carré vis-à-vis du virus bovipestique s'est révélée du même degré que l'action provoquée par un sérum anti-peste bovine pour hyper-immunisation préparé sur bovins à partir de virus virulent; les animaux de cette expérience ont survécu (tandis que les témoins qui avaient reçu seulement le virus bovipestique, sont morts) et soumis un mois plus tard à une inoculation d'épreuve avec virus bovipestique virulent. n'ont montré aucune réaction.

54. PLOWRIGHT (W.), CRUICKSHANK (J. G.) et WATERSON (A. P.). — **Morphologie du virus de la peste bovine** (The morphology of Rinderpest virus). *Virology*, 1962, 17 (1), 118-22.

Bien que le virus de la peste bovine ait fait l'objet depuis longtemps de très nombreuses études, il a fallu attendre les possibilités offertes par son entretien sur cultures de tissus pour connaître sa morphologie.

Cette méthode a, en effet, permis aux auteurs d'obtenir des préparations suffisamment riches et pures permettant l'étude du virus pestique au microscope électronique, en utilisant la technique de coloration négative de BRENNER et HORNE.

C'est la souche Kabete « O » (PLOWRIGHT et FERRIS, 1957) ; qui a été utilisée à son 91^e passage sur couche monocellulaire de rein de veau. L'étude a été faite au laboratoire des virus de l'université de Cambridge, après inactivation du virus au formol préalablement à son introduction en Grande-Bretagne.

A l'examen, la majorité des particules virales sont circulaires ou ovales, leur diamètre allant de 1200 Å à un maximum de 3000 Å. Occasionnellement des particules de formes irrégulières de 7500 Å ont été rencontrées. Enfin quelques formes filamenteuses ont pu être observées, leur largeur variant de 300 à 500 Å, leur longueur pouvant par contre atteindre jusqu'à 10.000 Å.

Les particules virales contiennent un élément hélicoïdal d'environ 175 Å de diamètre, et sont entourées d'une paroi membraneuse.

L'aspect général est granuleux et la structure du virus est, dans son ensemble, semblable à celle déjà décrite pour le virus de la rougeole et celui de la maladie de Newcastle.

A ce sujet les auteurs rappellent les analogies qui existent sur le plan immunologique, entre la peste bovine, la rougeole et la maladie de Carré en précisant que ces relations biologiques peuvent expliquer les ressemblances morphologiques observées entre ces divers virus.

Cependant le virus de la peste bovine est plus polymorphe que celui de la rougeole. En outre des structures filamenteuses semblables aux structures filamenteuses du virus de la grippe ont été vues.

De belles et démonstratives photographies

accompagnent un travail qui pour être le premier sur ce sujet en a, de toute évidence, traité l'essentiel.

55. MAC LEOD (A. K.) et SCOTT (G. R.). — **Durée et température de la fixation du complément dans le diagnostic de la peste bovine** (Time and temperature of complement-fixation in the diagnosis of rinderpest). *J. comp. Path. Thérap.*, 1963, **73** (1) : 88-91.

La méthode originale de déviation du complément mise au point par NAKAMURA en 1958 a été de nombreuses fois modifiée. Parmi les dernières modifications celle de STONE et MOULTON (1961) préconisant un broyage

à grande vitesse suivi d'une centrifugation différentielle nécessite un matériel onéreux et délicat que l'on n'a pas toujours à sa disposition dans les laboratoires ordinaires. La technique proposée par COWAN, SCOTT et BROWN (1961) permettant d'obtenir des réactions très satisfaisantes à partir d'un antigène brut préparé à partir d'un ganglion comme l'a fait WHITE (1958) pour la diffusion en gélose, est d'un accès beaucoup plus simple. Néanmoins, la période de fixation s'est avérée être le point délicat.

Des expériences qu'ils ont menées à différentes températures, les auteurs concluent qu'une meilleure sensibilité a été obtenue après fixation d'une nuit en glacière plutôt qu'après une heure à 37° et que la moyenne des différences des titres d'antigène pouvait être de 92,8 p. 100.

Maladies microbiennes

56. DAY (W. H.) JAMES (E.) et HEATHER (C. D.). — **Salmonellose du chien** (Salmonellosis in the dog). *Am. J. Vet. Res.*, 1963, **24**, (98) : 156-58.

Avant que GALTON en 1955 montre la présence de *Salmonella* dans la nourriture destinée aux chiens, MACKEL, CARAWAY et HEATHER, entre autres, avaient montré que les chiens pouvaient être porteurs de Salmonelles.

Les auteurs ont examiné la réponse du chien à de la nourriture naturellement contaminée et à des inoculations de *Salmonella*.

De 14 sérotypes présents dans la nourriture, 7 furent retrouvés chez le chien mais 2 autres sérotypes non présents dans la nourriture furent également isolés. Aucun signe clinique n'a été observé sur les chiens recevant une dose de 10 g de *Worthington* ou *infantis*. Dans la plupart des cas où les germes ont pu être trouvés chez le chien il s'en est suivi un état d'excrétion sporadique et prolongée.

Bien que les résultats présentés ne puissent se prêter à une généralisation, les auteurs considèrent que la nourriture contaminée constitue un danger pour l'homme du fait de l'absence de signes cliniques de la maladie chez le chien.

57. OMAR (A. R.) CHEAH KOK KHEONG et MAHENDRANATHAN (T.). — **Observations sur la mélioïdose du porc en Malaisie** (Observations on porcine melioidosis in Malaya). *Brit. vet. J.*, 1962, **118** (10) 421-29 (Résumé des auteurs).

Relation de la première épizootie de mélioïdose chez les porcs de Malaisie. La maladie a évolué sous forme aiguë et de façon souvent mortelle chez les jeunes porcs, sous forme chronique chez les animaux adultes.

Les symptômes principaux ont été la perte de l'appétit, la fièvre, une toux quinteuse, du jetage oculaire et nasal et de l'incoordination des mouvements.

A l'autopsie, présence d'abcès dans le poumon, le foie, la rate, les ganglions lymphatiques, le tissu sous-cutané et les reins, par ordre décroissant de fréquence. Chez quelques verrats les testicules sont atteints.

Les sources possibles de la contagion et quelques aspects de la pathogénèse sont discutés.

Des essais à l'aide de la mélioïdine et l'épreuve de séro-agglutination ont montré que cette dernière est plus efficace pour le diagnostic de cette affection chez le porc.

Péripleumonie

58. MARTINS-MENDES (A.) et TEIXEIRA COELHO (M. A.). — **Action de la terramycine sur *Mycoplasma mycoïdes*. I. Effets *in vitro*** (The action of terramycin against *Mycoplasma mycoïdes*. I. Effect *in vitro*). *Bull. epiz. Afr. (I. B. A. H., 1961, 9 (3) ; 209-13.*

Les auteurs ont étudié, *in vitro*, les effets de la

terramycine sur *Mycoplasma mycoïdes*. Ils ont soumis à l'action de cet antibiotique cinq souches de *M. mycoïdes* n'ayant subi que quelques passages en laboratoire. Ils ont observé que la terramycine à la concentration de 0,0005 g par ml du milieu de culture possède des effets bactéricides et bactériostatiques. Ils concluent qu'*in vitro* le produit a une action défavorable très marquée.

Leptospiroses

59. WHITE (F. H.). — **Agglutines leptospirosiques dans les sérums de serpents** (Leptospiral agglutinins in snake serums). *Am. J. Vet. Res., 1963, 24 (98), 179-82.*

BABUDIERI en 1958 regrettait l'absence d'information en ce qui concerne la leptospirose du serpent. Des recherches dans ce sens furent depuis entreprises en Roumanie ou 34 p. 100 des sujets capturés s'avérèrent positifs, en Malaisie 41 p. 100 et aux U. S. A. ou en Illinois où FERRIS isolait *L. ballum*.

L'auteur a examiné 155 sérums de serpents de diverses espèces capturés dans le comté de Alachua en Floride. 28 soit 24,5 p. 100 ont agglutiné macroscopiquement 1 ou plusieurs sérotypes, 18 soit 11,6 p. 100 agglutinaient macroscopiquement à 1/50, et 7 soit 4,5 p. 100 agglutinaient à 1/100 et au-dessus. Les plus fréquentes agglutinines étaient dirigées contre *L. ballum*, mais les plus hauts titres ont été trouvés à l'égard de *L. ictéro-haemorrhagiae* et de *L. pomona*. Il n'a pas été possible d'isoler des leptospines à partir des reins ou des foies.

60. TRAINER (D. O.) HANSON (R. P.) POPE (E. P.) CARBREY (E. A.). — **Rôle du daim dans l'épizootologie de la leptospirose au Wisconsin** (The role of deer in the epizoo-

tology of leptospirosis in Wisconsin). *Am. J. Vet. Res., 1963, 24 (98), 159-67.*

Le pouvoir agglutinant de 478 échantillons de sérums de daims provenant du Wisconsin a été, dans un premier temps, recherché à l'égard de 13 souches de leptospines. Il s'est avéré que les sérotypes en cause étaient exclusivement *L. pomona* et *L. autumnalis* à raison de 4 animaux infectés pour le 1^{er} et de 1 pour le second. Il fut alors examiné 1256 sérums à l'égard de *L. pomona* seulement, 26 p. 100 furent reconnus positifs. Des réagissants ont été rencontrés uniformément sur tout le territoire de l'état, mais leur taux a semblé être en relation avec l'importance de la population daim de la région considérée.

Les réagissants ont été plus nombreux sur les adultes que sur les jeunes. Sur les adultes, les animaux positifs étaient plus nombreux chez les mâles que chez les femelles, bien que les mâles soient significativement plus jeunes que les femelles. Les tissus de prédilection de la maladie chez les autres espèces, la prévalence de l'âge et du sexe chez le daim, le fait que la maladie peut se transmettre par voie vaginale ainsi que le comportement sexuel du daim font envisager l'hypothèse que la transmission de la leptospirose parmi les daims se produit surtout à l'époque du rut.

Trypanosomiasés

61. STEPHEN (L. E.). — Tentative pour produire une souche Homidium — résistante de *Trypanosoma vivax*, transmise par tsé-tsé (An attempt to produce resistance to homidium in a strain of *Trypanosoma vivax*, transmitted by Tsetse fly). *J. comp. Path. Therap.*, 1963, **73** (1) : 76-83.

Deux lots de moutons ont été infectés par une souche de *Trypanosoma vivax* ayant subi un certain nombre de passages. Chez les animaux non traités le trypanosome était passé de mouton à mouton par des lots différents pour chaque passage de *Glossina palpalis* élevées au laboratoire.

Les animaux traités recevaient une faible dose d'Homidium après 5 à 7 jours d'infection et, lorsque l'infection s'éclipsait, elle était transmise à un autre mouton de la série qui était traité de la même façon.

Dans la série traitée, les trypanosomes sont restés très sensibles à l'Homidium et ne purent devenir résistants à une dose supérieure à 0,05 mg par kg.

Le taux d'infection des tsé-tsé est resté identique au cours des différents passages, qu'elles aient été infectées sur moutons traités ou moutons non traités.

Les résultats de cette expérimentation suggèrent à l'auteur une modification à un test destiné à détecter les souches de trypanosomes résistantes dans la population de glossines sauvages lorsque *T. vivax* est recherché.

62. VICKERMAN (K.). — Le mécanisme du développement cyclique des trypanosomes du sous-groupe Brucei : hypothèse basée sur des observations à l'ultra-microscope (the mechanism of cyclical development in trypanosomes of the *Trypanosoma brucei* sub-group : an hypothesis based on ultrastructural observations). *Trans. R. Soc. trop. Méd. Hyg.* 1962, **56** (6) : 487-94 (Résumé de l'auteur.

1) Une comparaison de la structure fine des formes sanguines et de culture (formes intestinales chez l'insecte) des trypanosomes du sous-groupe de *T. brucei* a montré que les deux diffèrent par l'extension du chondriome (mitochondries) qui semble naître du kinétoplaste.

2) Les formes sanguines ont une unique mitochondrie antérieure et pas de mitochondrie postérieure. Les formes de culture ont des mitochondries antérieures étendues et compliquées et une mitochondrie postérieure sinueuse s'étendant du kinétoplaste à l'extrémité postérieure du flagellé. Ce qui suggère que le changement morphologique évident qui survient chez le trypanosome quand il passe du courant sanguin à l'intestin de l'insecte est provoqué par la croissance de la mitochondrie postérieure qui augmente la distance entre le kinétoplaste et l'extrémité postérieure du flagellé.

3) La prolifération des mitochondries par le kinétoplaste est marquée, du point de vue biochimique, par un changement du type de respiration. C'est probablement une adaptation à une vie à une tension d'oxygène plus basse.

4) L'on estime possible que les changements physiologiques et morphologiques dans le développement cyclique des trypanosomes du sous-groupe de *T. brucei* puissent s'expliquer par la prolifération ou la régression des mitochondries que demande le milieu.

63. CUNNINGHAM (M. P.) et HARLEY (J. B. M.) Conservation à l'état vivant de formes métacycliques des trypanosomes du sous-groupe Brucei (Preservation of living metacyclic forms of the *Trypanosoma brucei* sub-group). *Nature.*, 1962, **194** (4834), 1186.

Des trypanosomes métacycliques sont obtenus en nourrissant 158 *G. pallipides* sauvages à l'aide de sang défibriné de vache sûrement saine, à travers une peau de cobaye. Une heure après la fin du repas 5 souris reçoivent chacune 0,5 ml de sang non utilisé par les glossines, en injection intrapéritonéale, qui 5 jours après ont des parasites dans leur sang.

5 ml de sang restant, additionnés de 0,67 ml de glycerol, sont répartis en 10 ampoules scellées placées dans un tube contenant de l'alcool absolu à 0°.

Ce tube, entouré d'une couche protectrice de coton d'un cm d'épaisseur, est alors plongé dans de la neige carbonique contenue dans un

récepteur isolant roulant sur lui-même de façon à uniformiser la congélation du sang infesté, aux environs de -79°C .

Trois semaines après le sang décongelé est injecté à des souris à raison de 0,1 ml par animal,

qui font une intense parasitémie 6 jours après.

Les trypanosomes ainsi obtenus, colorés au giemsa, ont une longueur qui va de 14μ à 30μ , la majorité ayant un long flagelle libre, le tout caractéristique du sous-groupe *Brucei*.

Parasitologie

64. DINNIK (J. A.) et DINNIK (N. N.). — **Observations sur la longévité des larves d'*Haemonchus contortus* sur les pâturages des hauts-plateaux du Kenya** (Observations on the longevity of *haemonchus contortus* larvae on pasture herbage in the Kenya Highlands). *Bull. épiz. Afr. (I. B. A. H.)*, 1961, **9** (3) 193-208 (Résumé repris *ibid*).

Ces observations ont été faites à une altitude de 2.000 m, soit sous des arbres fournissant une ombre légère, soit dans des endroits nullement protégés du soleil. Pour chaque expérience une zone couverte d'herbe est choisie et divisée en plusieurs carrés, chacun ayant 30 cm de côté. L'herbe de ces zones est coupée à une hauteur de 7,5 cm et, pendant la soirée, chaque carré de la zone est semencé régulièrement avec un nombre connu de larves infectantes de *H. contortus* dans des fèces de chèvres pulvérisées. Ensuite, en cas d'absence de pluie, toute la parcelle est arrosée à fond afin de favoriser l'ascension des larves sur l'herbe. Le premier examen est effectué le lendemain matin à 8 heures en coupant au ras du sol l'herbe d'un des carrés avec des ciseaux. L'herbe récoltée est placée avec de l'eau chaude dans un appareil Baerman pour récolter les larves. Au bout de 24 heures, l'eau est retirée de l'appareil et les larves infectantes de *H. contortus* trouvées dans le sédiment sont comptées. Par la suite, à des intervalles convenables, l'herbe des autres carrés est coupée, récoltée pour examen et numération des larves infectantes.

Plusieurs expériences de cette sorte ont été menées pendant les saisons des pluies de 1950 à 1951. De ces expériences, il ressort que, lorsque la température et l'humidité sont élevées, ces

conditions non seulement favorisent le développement de *H. contortus* en larves infectantes à partir des œufs mais encore elles permettent à la larve infectante de survivre pendant de longues périodes sur le pâturage. Dans les endroits ombragés, environ 10 p. 100 des larves infectantes semées sur la parcelle peuvent être retrouvées dans l'herbe, 30 à 65 jours plus tard. La survivance des larves est beaucoup plus réduite sur les endroits non ombragés, conditions qui se rencontrent généralement sur les pâturages, où le sol et l'herbe sont directement exposés aux rayons du soleil, par temps clair. Dix pour cent des larves initialement semées sur ces endroits peuvent être retrouvés après 10 jours lorsque l'herbe est fine, après 30 jours lorsque l'herbe est touffue au début et qu'elle devient encore plus dense par suite des pluies.

Pendant la saison sèche, au contraire, les probabilités de survie pour un nombre considérable de larves sont restreintes sur les pâturages découverts et ne dépassent pas 10 jours lorsque la température maximale de l'air s'élève à 27°C et que le soleil brille toute la journée. La plupart des larves meurent pendant les 5 premiers jours. A l'ombre, elles peuvent cependant survivre pendant dix jours et un peu plus lorsque l'herbe est touffue.

Pendant la saison froide, période pendant laquelle le ciel est couvert de nuages épais qui abaissent la température, la série des fluctuations diurnes ne favorise pas le développement de *H. contortus*. Pendant cette saison la température oscille entre 11°C et 23°C , il n'y a seulement que de légères chutes de pluie mais le ciel est le plus souvent nuageux. Il semble que cette saison, bien que non favorable au développement des larves, permet parfaitement leur survie pendant

des périodes encore plus longues que pendant la saison des pluies, lorsque de fortes pluies sont entrecoupées de périodes de brillant soleil.

En conclusion : les expériences antérieures des auteurs avaient montré que les conditions suivantes : 25 mm de pluie espacés sur 10 jours, une température oscillant entre 11° C et 23° C, sont nécessaires pour le développement des larves infectantes, 8 à 12 jours après que les œufs aient été déposés sur le pâturage dans les fèces. Les expériences relatées ici sur la longévité des larves infectantes montrent que, si les conditions persistent, les larves infectantes peuvent survivre en nombre considérable, pendant 10 jours environ sur les pâturages découverts et, jusqu'à 40 jours sur les pâturages légèrement couverts.

Dans la pratique cela signifie que si un troupeau de moutons légèrement infestés — chaque mouton répandant chaque jour 1 million d'œufs sur le pâturage — broute sur le même pâturage pendant toute la saison humide et chaude, les moutons s'infesteront avec de nouvelles larves au bout de 8 à 12 jours ; en 15 à 18 jours ces larves ingérées se transformeront en adultes capables de produire des œufs et le cycle recommencera. De cette façon, l'infestation du pâturage va devenir de plus en plus sévère, et, si des mesures préventives ne sont pas appliquées, la maladie va prendre un caractère fatal. En effet, 6.000 *H. contortus* sont capables de tuer un mouton adulte pesant 45 kg et 2.000 vers, un agneau (GORDON, 1950).

Pour éviter la contamination des pâturages par les œufs transportés par les moutons infectés, le traitement avec les anthelminthiques doit être donné bien avant le commencement de la saison chaude et humide. Il est dangereux d'attendre. Pendant la saison favorable au développement des larves *H. contortus*, le traitement doit être répété à des intervalles de trois semaines environ jusqu'à ce que le temps devienne froid et sec. Les traitements périodiques tueront la plupart des vers qui se développent et qui, ainsi, ne contamineront pas davantage le pâturage. En amenant, si cela est possible, les animaux toutes les trois semaines sur des pâturages nouveaux les chances de réinfestation se réduisent considérablement. Le dernier traitement devra être appliqué 3 semaines après la fin de la saison dangereuse. Si ce dernier n'est pas donné, les animaux peuvent

continuer à être sévèrement infestés et devenir une source d'ennuis futurs.

Pendant la saison froide nous avons vu que, dans certaines circonstances, les larves infectantes, malgré des conditions peu favorables à leur développement, peuvent survivre très longtemps et produire une forte infestation des animaux au pâturage. En conséquence, si la saison froide est précédée par une période de pluie pendant laquelle la température s'élève, les traitements doivent être poursuivis pendant toute la saison froide.

Pendant la saison chaude et sèche, les traitements ne seront nécessaires qu'environ trois semaines après une période de pluie au cas où des averses surviendraient pendant cette saison.

65. DURIE (P. H.). — **Gastro-entérite parasitaire du bétail : fluctuations saisonnières de la population de pâturage à veaux en larves de strongles et leur conséquence sur les animaux au pacage** (Parasitic gastro-enteritis of cattle seasonal fluctuations in populations of strongyle larvae on a calf pasture and their significance in infection of the grazing animal). *Austr. J. agric. Research*, 1962, 13 (4) ; 767-77 (Résumé de l'auteur).

Les fluctuations de la population de larves de strongles pathogènes pour le bétail dans un pâturage naturellement utilisé par des veaux ont été étudiées pendant deux années. Des veaux sensibles ont été mensuellement introduits sur le pâturage, pour déterminer dans quelle mesure l'infestation de l'hôte est influencée par le degré de sa contamination, estimée par le décompte des larves par livre de pâture.

Les larves les plus nombreuses trouvées en toute saison appartiennent au groupe des *Cooperia*. Les larves de *Trichostrongylus axei* ont été abondantes pendant tout l'hiver et jusqu'au début de l'été, mais rares durant le plein été et l'automne. Les larves d'*Haemonchus placei* ont été plus abondantes pendant la fin de l'été et l'hiver ; celles d'*Oesophagostomum radiatum* ont été vues en nombre relativement réduit en tout temps.

Les périodes de plus grande richesse en larves se situent en été et au milieu de l'hiver, époques de l'année où les pluies sont les plus abondantes.

Bien que le nombre de larves par livre d'herbe

soit en hiver plus grand qu'en été, le degré d'infestation des animaux a été plus grand durant l'été. Cette relation inverse entre le nombre de larves et le degré d'infestation de l'hôte semble résulter de la plus grande durée de pacage pendant l'été. L'estimation du degré de danger présenté par un pâturage doit être faite non seulement en fonction du nombre de larves présentes mais encore en tenant compte de l'état de ce pâturage.

L'estimation de l'absorption journalière de larves par des animaux sensibles, mis à pâturer pendant une période limitée et ensuite autopsiés, a montré qu'elle se situe entre 19 et 31.655 larves.

66. EDDS (G. T.) SWANSON (L. E.) ENGELBRECHT (H.). — **Immunisation expérimentale à l'aide de larves irradiées dans les maladies pulmonaires** (Immunization experiments with irradiated lungworm larvae). *Am. J. Vet. Res.*, 1963, **24** (98), 139-42.

La vaccination contre la bronchite parasitaire est devenue monnaie courante en Angleterre après les travaux de l'École de Glasgow en 1957, 1958 et 1959. Une firme privée américaine ayant obtenu les détails des méthodes de fabrication a, au cours des années 1959, 1960 et 1961, procédé à des essais cliniques qui sont rapportés dans cet article.

Cependant le délai de validité de ces vaccins, relativement faible, s'accorde mal aux grandes distances de l'Amérique du Nord et la firme a renoncé à le préparer. Les résultats obtenus au cours de ces expériences préliminaires sont les suivants :

Deux injections de larves irradiées au 3^e stade (*Dictyocaulus viviparus*) ont été administrées à des animaux au cours d'essais cliniques ou de labo-

ratoire. La première injection de 1.000 larves administrée à des veaux de 6 à 8 semaines, et la seconde pratiquée vers 10 à 12 semaines ont induit une immunité suffisante pour permettre aux veaux de résister à une épreuve de sévérité moyenne.

Si l'épreuve est sévère, les veaux vaccinés peuvent subir une légère infestation et contaminer des pâturages indemnes. De tels sujets doivent de préférence être placés sur des pâturages contaminés avant la saison de la maladie. Cette façon de faire doit stimuler l'immunité des vaccinés et réduire le taux de contamination des pâturages.

Les sujets neufs peuvent être considérés comme protégés de 2 à 4 semaines après la 2^e injection de vaccin.

67. ROSS (J. G.) ARMOUR (J.) et LEE (R. P.). — **Nouvelles observations sur l'helminthiase du zébu au Niger : résistance naturelle acquise** (Further observations on helminthiasis in Nigerian zebu cattle : naturel and acquired resistance). *Brit. Vet. J.*, 1961, **117** (11) : 485-90.

Les auteurs ont recherché et comparé les réactions sérologiques obtenues sur des veaux zébus infestés par différentes voies, la fixation du complément étant utilisée pour fixer le degré d'immunité et l'électrophorèse des protéines sériques pour suivre l'évolution sérologique.

Ils ont démontré l'existence d'une résistance naturelle, qui ne dépend pas de la production d'anticorps, et d'une résistance acquise qui se traduit par une production marquée d'anticorps.

Les différences observées entre les groupes d'animaux infestés et entre les veaux résistants ou sensibles sont discutées.

Pathologie générale

68. JOHNSON (L. A. Y.) Mc GAVIN (M. D.) et SIMMONS (G. C.). — **Maladies du système nerveux central des bovidés en Queensland sud-est** (Diseases of the bovine central nervous system in south-east Queensland). *Austr. Vet. J.*, 1962, **38** (11) : 521-27.

Les encéphales et les moelles épinières de 31 veaux ayant présenté des signes pouvant se rattacher à une atteinte nerveuse centrale ont pu être examinés au cours d'une période de 3 ans. Les diagnostics suivants ont été faits : encéphalomyélite non purulente (16 cas), ménin-

gite purulente (2 cas), hypoplasie cérébelleuse (1 cas), tumeur (1 cas) hématome cérébelleux (1 cas), abcès extradural de la moelle (1 cas), diagnostic non précisé (3 cas) ; 62 cas d'empoisonnement par le plomb ne sont pas comptés dans cette statistique.

La plupart des cas d'encéphalomyélite se sont produits en été. Ils ont été caractérisés par de l'hyperthermie et de la parésie s'acheminant vers une paralysie postérieure ; 4 cas ont montré une incoordination motrice, des trémulations musculaires, de la cécité et de l'hébétéude. Un sujet a présenté une paralysie de la langue. A l'autopsie, aucune lésion macroscopique n'a été trouvée dans 12 cas, 2 cas ont montré une kératite bilatérale, 2 autres cas chroniques ont montré une atrophie musculaire neurogène.

Les essais de transmission ont échoué et les études sérologiques ainsi que les inoculations aux œufs embryonnés n'ont pas pu mettre en cause un organisme du groupe psittacose-lymphogranulomatose.

69. TALBOT (R. B.) et SWENSON (M. J.). — **Anémie normochrome microcytaire des porcelets** (Normochromic microcytic anemia of baby pigs). *Am. J. Vét. Res.*, 1963, 24 (98) : 39-46.

L'anémie des jeunes porcelets de 3 semaines est caractérisée par une baisse du taux d'hémoglobine, du nombre des érythrocytes, du volume moyen des globules rouges et de la quantité moyenne d'hémoglobine par globule. L'injection d'un mélange de fer et de dextrane ralentit, comme on le sait, cette diminution.

Les résultats d'examen hématologiques pratiqués sur de jeunes porcelets de l'Etat d'Iowa ont montré par ailleurs que la concentration moyenne d'hémoglobine par globule sur les porcelets présentant de l'anémie n'était pas significativement inférieure à celle de porcelets non anémiques. Aussi les auteurs considèrent-ils l'anémie liée à cette maladie des porcelets comme ayant un caractère microcytaire mais non hypochrome permettant de la classer comme anémie normochrome microcytaire.

Chimiothérapie

70. BOURKE (J. M.). — **Un nouvel anthelminthique pour le bétail ; le « Montrel », composé organo-phosphoré** (A new anthelmintic for cattle : The organic phosphorus compound designated « Montrel »). *Austr. Vet. J.*, 1962, 38 (12) : 559-66.

Le « Montrel » qui est le 4-tert-butyl-2-chlorophényl méthyl phosphoramidate (Dow chemical Cie) a été éprouvé quant à son pouvoir anthelminthique au cours d'une série d'expériences à la dose de 38,5 mg/kg. Ce pouvoir s'est révélé très net à l'égard des *Cooperia* et des *Oesophagostomum* du bétail. Il s'est également montré important à l'égard des *Bunostomum* sur quelques sujets moyennement parasités. L'activité anthelminthique à l'encontre des *Nématodirus* et de *Trichostrongylus axei* a également été mise en évidence, mais elle s'est révélée plus faible et plus variable.

Bien que d'autres expérimentateurs aient pu

montrer une action contre les *Haemonchus* et les *Trichostrongylus* de l'intestin grêle, les auteurs n'ont pu aboutir à des conclusions identiques.

Le dosage qu'ils recommandent est de 6 ml d'une solution huileuse à 35 p. 100 de Montrel par 100 livres de poids, ce qui équivaut à 46,2 mg par kg. Utilisé de cette manière le produit s'avère inoffensif et il est possible de traiter le bétail laitier ou de boucherie entretenu dans les conditions prévalant habituellement en Australie. Néanmoins, les animaux en stabulation depuis longtemps doivent être traités avec précaution.

71. BAYER (N. F.) et DOUGLAS (J. R.). — **Essai critique de l'activité anthelminthique du thiabendazole sur le tractus digestif des moutons et du gros bétail** (Critical trials with thiabendazole as an anthelmintic in the gastrointestinal tract of cattle and sheep). *Am. J. Vet. Res.*, 1962, 23 (97) : 1219-23.

La découverte récente par BROWN d'une nouvelle classe de corps chimiques, dont l'action anthelminthique chez les ruminants commence à être connue, a amené les auteurs à expérimenter le thiabendazole sur des moutons et du bétail infestés. Le médicament sous la forme d'une poudre qui peut se disperser dans l'eau est administré par voie buccale à des bovins ou à des ovins naturellement et sévèrement infestés à des doses variant entre 75 et 100 mg/kg. L'efficacité du produit est jugée et par la diminution du nombre des œufs trouvés à l'examen coprologique et par l'examen nécropsique.

Le produit s'est révélé éliminer 82 à 98 p. 100 des *ostertagia* et des *trichostrongles* à la dose de 50 mg/kg et à cette même dose 36 p. 100 des *Cooperia*, alors qu'à 100 mg, 91 p. 100 de ceux-ci étaient éliminés ainsi que 96 p. 100 des *ostertagia* et 100 p. 100 des *trichostrongles*. Chez les agneaux à la dose de 29 mg/kg l'efficacité était respectivement à 85 et 89 p. 100.

L'analyse statistique des résultats montre que la différence est hautement significative ($P < 0,01$) pour les vers de la caillette, mais non significative (P entre 0,05 et 0,10) pour les parasites de l'intestin grêle.

72. JARRETT (F. H.) Mc INTYRE (I. M.) SHARP (C. C.). — **Un essai sur l'efficacité de la diéthylcarbamazine sur la bronchite parasitaire des veaux au stade déclaré et d'incubation** (A trial of the effect of Diethylcarbamazine on prepatent and patent parasitic bronchitis calves). *Am. J. Vet. Res.*, 1962, **23** (97) : 1183-91.

La Diéthylcarbamazine est un anthelminthique qui a été utilisé tout d'abord contre la filariose humaine au cours de la 2^e guerre, puis par PARKER dans le traitement de la bronchite parasitaire des veaux. Il existe, dans les résultats publiés, des différences qui semblent provenir de ce que le médicament a été utilisé à des stades différents de la maladie. Pour se faire une opinion à ce sujet les auteurs ont inoculé 4.000 larves de *Dictyocaulus viviparus* à 18 animaux constitués en 3 groupes de 6. Le premier étant traité pendant 3 jours à partir du 15^e jour, le second de façon identique, mais à partir du 31^e jour, le troisième, servant de témoin, n'étant pas traité. Dans le premier groupe traité à la période d'incu-

bation, la maladie a été presque complètement guérie à en juger par les critères cliniques, parasitologiques et pathologiques. Il n'en a pas été de même pour le 2^e groupe qui a évolué à peu près de la même façon que les témoins.

Les auteurs en concluent que si la D. E. C. est très efficace lors de la période d'incubation, l'affirmation selon laquelle elle a un heureux effet lors de maladie déclarée, n'a pu être corroborée.

73. KNAPP (S. E.) MOSHER (W. D.). — **Activité anthelminthique de deux composés organiques phosphorés et de la phénothiazine chez le mouton** (Anthelmintic activity of two organic phosphorus compounds and phenothiazine in sheep). *Am. J. Vet. Res.*, 1963, **24** (98) 69-72.

Deux composés organiques phosphorés purifiés et de la phénothiazine finement pulvérisée ont été comparés sur 80 agneaux à l'engraissement. Le L 13/59 Bayer à la dose de 75 mg par kg s'est révélé faiblement actif contre les nématodes gastro-intestinaux.

Un mélange de 10 p. de L 13/59 Bayer avec 1 p. de 21/199 à raison de 50 mg par kg s'est révélé très efficace contre diverses espèces de nématodes intestinaux et a éliminé un nombre appréciable de *Ostertagia* et de *Trichostrongylus* de la caillette.

La phénothiazine purifiée, finement pulvérisée s'est montrée très efficace à l'égard des *Ostertagia*, des *Trichostrongylus* de la caillette et des *Cooperia* de l'intestin grêle mais son efficacité n'a été que modérée sur d'autres espèces de nématodes intestinaux.

Le mélange Bayer s'est avéré 13 p. 100 plus efficace que la phénothiazine et 40 p. 100 plus actif que le L 13/59 seul.

Aucun cas d'intoxication par les composés organo-phosphorés n'a été relevé, mais, par contre, aucune différence de poids significative n'a été mise en évidence entre les témoins et les traités.

74. KUTTLER (K. L.) MATHEWS (N. J.) et MARBLE (D. W.). — **Efficacité comparée du tétrachlorure de carbone, de l'hexachloréthane et du M. E 3625 dans la distomatose du mouton** (Comparative therapeutic effi-

cacy of carbon tetrachloride hexachloroethane, and M. E. 3625 in *Fasciola hepatica* infections of sheep). *Am. J. Vet. Res.* ; 1963, **24** (98) : 52-58.

Les auteurs ont comparé l'efficacité de 3 médicaments, le Ccl^4 , l'hexachloréthane et ME 3625 Bayer dans l'élimination de la grande douve (*Fasciola hepatica*) du foie de brebis adultes. Le Ccl^4 mélangé à parties égales avec de l'huile minérale a été administré par voie intramusculaire. La dose injectée a été, soit de 4, soit de 8 ml du mélange. L'hexachloréthane a été administré par voie orale à des brebis à des doses, soit de 11,7 g, soit de 15,6 g. Le Bayer ME 3625 a été donné per os à la dose de 3 mg par kg de poids. L'influence de divers traitements sur la transaminase glutamique oxalacétique a été déterminée et des essais

limités de toxicité ont été réalisés sur les brebis recevant du Ccl^4 .

Les injections de Ccl^4 en huile minérale ont été très efficaces et les auteurs donnent la préférence à la dose de 8 ml. Le ME 3625 a été tout aussi actif et son action sur la transaminase a été plus faible. Si le traitement par l'hexachloréthane a montré une baisse du nombre des œufs à l'examen coprologique et une augmentation de l'hématocrite, il ne s'est pas pour autant révélé aussi efficace que le Ccl^4 ou le ME 3625.

Tous les modes de traitement apparaissent responsables d'une augmentation des taux de transaminase, la réponse la plus nette étant fournie par l'injection de 8 ml de Ccl^4 .

Les résultats expérimentaux ont été analysés statistiquement par l'analyse de variance.

Reproduction

75. DONALDSON (L. E.). — **Quelques observations sur la fertilité du bétail bovin du Nord-Queensland** (Some observations on the fertility of beef cattle in north Queensland). *Austr. Vet. J.*, 1962, **38** (9) : 447-54.

L'introduction de cet article comporte une revue rapide des récentes et trop rares publications portant sur la fertilité du bétail bovin en milieu tropical. Citant notamment des travaux réalisés au Kenya, en Galles du Sud, en Afrique du Sud et au Nyassaland, l'article lui-même rapporte les résultats d'une enquête ayant porté de 1958 à 1960, au Queensland du Nord, sur la fertilité ainsi que sur quelques observations sur le comportement sexuel normal du bétail bovin. La région est caractérisée par un climat tropical sec avec pluies estivales et pâturages pauvres pendant de longues périodes ; l'élevage y est extensif, les taureaux sont laissés dans le troupeau, le sevrage étant naturel. L'enquête qui a porté sur 28 propriétés a montré que le pourcentage d'animaux « marqués » est de 50 p. 100 par rapport au nombre de naissance. Les conditions de milieu, de nutrition et maladie sont les

causes de ce faible pourcentage. Une étude détaillée dans 3 fermes a révélé un faible taux de vêlage (65, 59, 41), des périodes entre vêlage très longues (15,6, 15,6 et 18,6 mois) une première mise bas se faisant vers l'âge de 3 à 3,3 ans une vie génitalement active de 8 à 10 ans produisant en moyenne 3 veaux au cours de cette période.

Chez le zébu les gravidités sont rares en hiver, augmentent rapidement au printemps et dépendent de l'état nutritionnel.

La vibriose, endémique, est une cause importante de stérilité ; brucellose et leptospirose existent mais ne semblent pas jouer un rôle important dans la stérilité.

76. SALAMON (S.). — **Etudes sur l'insémination artificielle chez le Mérinos. III. Effet de fréquentes éjaculations sur les caractéristiques du sperme et sa capacité de fertilisation** (Studies on the artificial insemination of merinos sheep III. The effect of frequent ejaculation on semen characteristics and fertilizing capacity). *Austr. J. agric. Research.*, 1962, **13** (6) : 1137-50.

55 éjaculats provenant de 2 béliers Mérinos

collectés au cours de 5 jours à raison de 11 éjaculats par jour, à intervalle de 20 minutes ont été examinés quant à leurs caractéristiques microscopiques et à leur pouvoir fertilisant sur un total de 300 brebis.

Le volume, la densité et le nombre de spermatozoïdes ont diminué au fur et à mesure des éjaculats successifs. La mobilité et le pourcentage d'anormalités n'étant pas toutefois modifiés.

La fertilité, après insémination avec un volume standard de sperme dilué, a montré une diminution linéaire en rapport avec le nombre d'éjaculats, avec signification élevée (0,01 et 0,001)

tant à l'intérieur d'un même jour, qu'à des jours différents.

Le déclin de la fertilité a pu être mis entièrement au compte du nombre de spermatozoïdes.

Une relation linéaire, hautement significative a été établie entre le nombre de spermatozoïdes inséminés et le pourcentage d'agnelage.

Il est conclu que la dose de $120-125 \times 10^6$ de spermatozoïdes normaux est nécessaire pour obtenir le maximum de fertilité et que chaque réduction de 25×10^6 jusqu'à 25×10^8 peut être associée à une diminution du taux d'agnelage d'environ 13 p. 100.

Physiologie — Physio-climatologie

77. SCHOENAERS (F.) et KAECKENBEECK (A.). — **Contribution à l'étude de la phase initiale de la résorption intestinale des anticorps chez le veau nouveau-né** *Ann. Med. vet.*, 1963, **2** : 81-85.

Etant admis que le veau naît privé d'anticorps et que ceux-ci lui sont apportés par le colostrum, les auteurs examinent le rythme de la résorption intestinale sur un lot de 7 veaux nouveau-nés auxquels ils administrent 300 cc du même colostrum de vache riche en anticorps colibacillaires et possédant un titre agglutinant spécifique de 1/3200.

L'administration se fait 1, 2, 3, 4, 7 et 10 heures après la naissance. Une prise de sang est faite immédiatement avant l'ingestion du colostrum, les autres sont réalisées $\frac{1}{2}$, puis 1 h, 1 h 30, 2, 3, 4, 5, 6, 8 et 24 heures après l'ingestion. Du tableau et de la courbe exprimant les résultats de cette expérimentation, il ressort que :

1) Les anticorps apparaissent dans le sang une à deux heures après le repas, et y atteignent le taux maximum vers la 6^e heure ;

2) Il ne paraît pas y avoir de corrélation d'une part entre l'âge du veau au moment du repas et d'autre part la précocité de la présence des anticorps dans le sang et le taux maximal atteint par eux.

78. SADHU (D. P.) et CHOWDHURY (R.). — **Consommation en oxygène des glandes sudoripares du zébu Indien** (Consumption of oxygen by Sweat Glands of Indian zebu Cattle). *Nature*, 1963, **198** (4877), 311.

Les recherches effectuées pour situer le rôle du fanon et de la bosse du zébu dans la thermorégulation ont montré aux auteurs qu'il existe une nette corrélation entre le volume de l'oxygène consommé, celui de la transpiration cutanée et le produit du nombre et du volume des glandes sudoripares. Ils concluent que le fanon, constituée, par sa surface, un important élément de thermorégulation chez le zébu.

79. HEWETSON (R. W.). — **Observations sur l'administration de glycinate de cuivre au bétail déficient en cuivre** (Observations on the administration of copper glycinate to cattle with low reserves of copper). *Austr. Vet. J.*, 1962, **38** (12) : 570-74.

Il est généralement considéré qu'une cuprémie faible dénote chez la plupart des mammifères une insuffisance en cuivre au compte de laquelle on attribue généralement : diarrhée chronique, infertilité, retard de croissance, dépigmentation, anémie... Afin de déterminer si une hypo-cuprémie était un facteur limitant de la croissance un

groupe de veaux Hereford âgés de 12 mois reçut 3 injections mensuelles de cuivre pendant 1 an. Par ailleurs, il fut recherché si le taux de cuivre à la naissance pouvait être lié à la rapidité de la croissance.

Les résultats montrent que les injections répétées de 120 mg de glycinate de cuivre aux animaux de 1 an carencés en cet élément n'ont pas augmenté leur rapidité de croissance. Les injections trimestrielles au cours de la gestation,

à des vaches à cuprémie faible augmentent le taux du cuivre dans le sang circulant ainsi que dans le foie et le maintiennent au-dessus de celui des animaux témoins. Les veaux issus de ces mères ont eu un taux de cuivre dans le sang et dans le foie supérieur à celui de veaux nés de mères non traitées, mais il n'y a pas eu de différences significatives entre ces 2 groupes de veaux, tant en ce qui concerne leurs poids à la naissance que leur aptitude à la croissance.

Alimentation — Carences — Intoxications

80. SETCHELL (B. P.). — *Intoxication du mouton par des doses anthelminthiques de tétrachlorure de carbone. II. Pathologie* (Poisoning of sheep with anthelmintic doses of carbon tetrachloride. II. Pathology). *Austr. Vet. J.*, 1962, **38** (12) : 580-82.

L'auteur ayant montré dans un précédent article que des moutons peuvent être occasionnellement intoxiqués par 1 ou 2 ml de CCl_4 , ce qui représente une dose bien inférieure à la dose fatale usuelle, s'attache, au cours de celui-ci, à rechercher les causes de cette toxicité atypique et dosent dans les sérums d'animaux agonisant après drogage thérapeutique, les quantités d'urée, de créatinine, de créatine, de phénols, et de magnésium indicateurs de la fonction rénale ainsi que celles de bilirubine et de transaminase, oxalate, glutamate, indicateurs des fonctions hépatiques. Ils montrent que, sur la plupart des moutons mourant 1 à 3 jours après le traitement, les fonctions hépatiques et rénales sont altérées, mais que, par contre, sur les sujets mourant 4 jours après l'administration, les fonctions hépatiques ne sont que faiblement touchées alors que les fonctions rénales le sont sévèrement. Les calcémies, la plupart du temps, étaient normales, mais dans certains cas, plus particulièrement sur les moutons mourant plus de 4 jours après l'administration du médicament, des concentrations appréciables d'oxalate ont été trouvées dans le rein.

81. GALLAGHER (C. H.). — *Intoxication au*

CCl_4 chez le mouton : Effet sur la valeur du E 260 sérique et le volume du plasma (Carbon tetrachloride poisoning in sheep ; Effect upon the serum E 260 value and plasma volume). *Austr. J. agric. Research.*, 1962, **13** (6) : 1073-81.

Un indice précoce de l'existence et de la sévérité d'une intoxication par le CCl_4 chez le rat a été récemment décrit comme étant une augmentation des produits acido-solubles du sérum absorbant la lumière de 260 μ .

Le coefficient d'extinction (E 260) a été recherché sur des moutons auxquels il était administré 50 ml de CCl_4 par sonde gastrique dans le rumen ainsi que sur des témoins. Après administration du produit la moyenne du E 260 a baissé, étant minimale à la 3^e heure. Mais, comme à ce moment, le volume du plasma circulant s'était accru de 1/5, l'auteur considère que ce facteur de dilution explique en grande partie cette baisse. La moyenne du groupe des cas non mortels s'est élevée jusque vers la 7^e heure, mais est revenue à la normale vers la 24^e heure. Cependant dans un cas mortel, la valeur du E 260 est restée élevée jusqu'à la 46^e heure. Néanmoins malgré les variations significatives sur les animaux traités, comme des variations tout aussi significatives se produisaient au hasard sur les témoins, il est conclu que la méthode basée sur la recherche du coefficient d'extinction à 260 μ n'est pas valable pour le diagnostic de l'intoxication par le CCl_4 chez le mouton.

Techniques de laboratoire

82. HESS (W. R.), MAY (H. J.) et PATTY (R. E.).
Culture en série des cellules testiculaires d'agneau et leur utilisation en virologie (Serial cultures of lamb testicular cells and their use in virus studies). *Am. J. vet. Res.*, 1963, 24 (98), 59-64.

L'utilisation en virologie, des cultures cellulaires s'est largement répandue et a permis des progrès considérables dans cette discipline. Néanmoins l'emploi n'en est pas toujours aisé. Les cultures de première explantation ne donnent pas toujours des cellules d'une qualité uniforme, et, dans la meilleure hypothèse, de telles cultures contiennent des types différents de cellules rendant leur emploi aléatoire pour des études précises.

Les cellules de lignée parent à ces inconvénients mais en présentent d'autres, tenant soit à leur origine tumorale, soit aux altérations subies au cours des passages et qui les rapprochent des cellules malignes. Souvent d'ailleurs, ces cellules ne sont pas sensibles d'emblée aux virus et une adaptation se révèle nécessaire.

Les auteurs montrent que les cellules testiculaires d'agneau de 2 à 3 mois cultivées selon les méthodes habituelles peuvent être régulièrement établies, passées en série, aussi bien sous forme de couche monocellulaire que sous forme de suspension.

Le taux de croissance est constant, les rares modifications qui se produisent au cours des tous premiers passages relèvent de l'élimination de certains types cellulaires. Devenues homogènes, les cultures sont toujours sensibles au virus de la fièvre aphteuse et les auteurs préfèrent leur souche à tout autre système cellulaire en raison de l'uniformité de la sensibilité.

Les auteurs n'ont pas éprouvé la sensibilité de la souche aux virus mais ils soulignent la capacité rare que celle-ci présente de pousser en suspension ainsi que la conservation de son euploïdie.

83. TOKUDA (G.), FUKUSHO (K.), MORIMOTO (T.) et WATANABE (M.). — **Etudes sur la culture du virus bovine pestique en leucocytes de bœuf. I. Culture des leucocytes et apparition d'inclusions dans les cellules**

infectées (Studies on rinderpest virus in bovine leukocyte culture. I. cultivation of leukocytes and appearance of inclusions in infected cells). *Nat. Inst. Anim.*, 1962, 2 (4) : 189-96.

Les auteurs ont entrepris ce travail en partant du principe que le pouvoir infectieux du sang des animaux pestiques découle essentiellement de la présence du virus dans les leucocytes circulants.

La méthode de culture de ces cellules est simple : du sang hépariné (ou défibriné) est recueilli aseptiquement et on le répartit, après addition d'antibiotiques et sans aucune centrifugation préalable, dans des tubes 12 x 100 mm et à raison de 0,5 ml par tube.

L'incubation est faite à 37°, sans agitation ni rotation ; les tubes sont simplement en position inclinée, à 40° environ.

Au bout de peu de jours, un certain nombre de leucocytes adhèrent au verre ; le plasma et les cellules libres sont alors éliminés. Après deux rinçages au P B S, du milieu frais (sérum bovin inactivé) est réparti dans les tubes qui sont remis à l'étuve pour 3 jours. Les inoculations virulentes peuvent alors être faites.

La majeure partie de ce travail a été effectuée avec une souche virulente originaire de Fusan et quelques essais seulement ont porté sur les souches Nakamura III L (v. lapinisé), Ako LA (v. lapinisé-avianisé) et BA (v. avianisé).

La culture de leucocytes adhérente au verre a la forme d'un mince demi-cercle blanchâtre dont le niveau correspond à celui qu'avait le disque des leucocytes lors de la sédimentation initiale ; elle est constituée, à peu près à parties égales de mononucléaires et de polymorphonucléaires. La morphologie de ces cellules évolue avec le temps ; au bout de quelques jours, il ne reste pratiquement que des cellules mononucléées et arrondies ressemblant à des macrophages. On peut trouver un petit nombre de cellules multinucléées au bout de quelques jours ; c'est le 3^e jour de la culture que le nombre total de cellules est le plus grand.

Il semble nécessaire d'utiliser un milieu contenant au moins 80 p. 100 de sérum (celui de bœuf est le meilleur).

Le virus pestique provoque l'apparition des cellules géantes classiques, beaucoup plus grandes et plus amorphes que celles qui se trouvent naturellement dans la couche cellulaire.

Des inclusions éosinophiles intranucléaires et cytoplasmiques, entourées d'un halo, sont visibles et correspondent à celles décrites par PLOW-RIGHT dans les cellules de rein de bovin.

Ces mêmes phénomènes s'observent avec les souches L, LA et BA.

Des tests de séroneutralisation montrent qu'il s'agit bien là d'une conséquence de la prolifération virulente.

Le virus lapinisé provoque d'emblée dans ces leucocytes de culture l'apparition d'inclusions spécifiques.

Industries animales

84. X... — Le Marché Mondial de la Viande. Ind. Aliment. Anim., 1963, 138 : 13-15.

Les principaux exportateurs sont :

1) L'Argentine (2.483.356 quartiers de bœufs en 1962), avec comme principaux destinataires les pays suivants :

Exportations vers	Quartiers de bœuf réfrigéré	Quartiers de bœuf congelé
Grande-Bretagne...	2.235.187	345.102
Italie	68.778	409.862
Allemagne.....	20.952	304.173
Pays-Bas	20.218	177.034
Belgique	1.407	116.215

2) L'Australie, dont les Etats-Unis absorbent 75 p. 100 des exportations en 1962 alors que le pourcentage d'exportation vers l'Angleterre est tombé à 18 p. 100 (contre 50 p. 100 en 1961).

Exportations vers	11 premiers mois 1962	11 premiers mois 1961
Etats-Unis	180.076 t	100.269 t
Grande-Bretagne ..	31.528 t	29.953 t
Canada.....	4.379 t	1.415 t
Japon	2.762 t	2.799 t

3) La France dont la production de viande a augmenté de 5,3 p. 100 alors que la consommation a augmenté de 5,5 p. 100. Les données essentielles du marché de la viande en France sont résumées dans le tableau suivant :

Production 1962	Excédents des échanges	Variations des stocks	Consommation de viande 1962	Consom. par tête (kg)
Bœuf : 1261 (+ 3 %)	— 172	+ 19	1108 (+ 5,1 %)	23,6
Veau : 415 (+ 3,2 %)	—	—	415 (+ 3,2 %)	8,8
Mouton : 131 (— 3 %)	+ 6	—	137 (— 0,7 %)	2,9
Porc : 1286 (+ 10 %)	— 70	+ 1	1217 (+ 8 %)	25,9
Cheval : 68 (— 7 %)	+ 33	—	101 (— 1 %)	2,1
Total : 3161 (+ 5,3 %)	— 203	+ 20	2978 (+ 5,5 %)	63,3

Les pays importateurs sont :

1) La Grande-Bretagne dont les importations sont en augmentation en 1962 (333.632 t contre 293.624 en 1961) et se répartissent de la façon suivante : (en tonnes).

Provenance	1962	1961
Argentine	184.606	155.753
Yougoslavie	40.000	—
Australie	35.614	32.821
Nouvelle Zélande	7.654	12.303
Autres pays du Commonwealth	14.083	13.768
Irlande	22.041	33.614
Uruguay	17.481	20.591

2) L'Allemagne qui a augmenté d'un quart ses importations de viande morte alors que celles

du bétail sur pied sont en régression. La France participe pour une part appréciable à ces importations en même temps que les Pays-Bas et l'Argentine. Le Danemark est le principal fournisseur de viande sur pied.

3) Les Etats-Unis qui restent le premier importateur mondial, ont importé plus de 600.000

tonnes de bétail sur pied (poids carcasse) et en viande. L'Australie a augmenté ses exportations vers les Etats-Unis, de même que la Nouvelle-Zélande, pour la viande porcine, alors que le Canada et le Mexique ont expédié plus de 1.000.000 de bovins sur pied sur le marché américain.

BIBLIOGRAPHIE

FERRY (R.). — **Parasitisme gastro-intestinal du dromadaire au Niger.** Thèse de Doctorat Vétérinaire Alfort 1962. Editeur Foulon. R. 29 rue Deparcieux, Paris.

L'auteur rapporte les observations faites sur les chameaux de deux groupes nomades dans la région de N'Guigmi dans l'est du Niger, comportant près de 700 animaux.

19 espèces de trichostrongylidés, strongylidés, spiruridés et trichuridés ont été reconnues comme infestant l'estomac et l'intestin des chameaux. Parmi eux *Haemonchus longistipes* et *Trichuris globulosa* sont particulièrement fréquents.

Les conditions climatiques influencent l'apparition et le développement du parasitisme, une courte saison des pluies favorisant l'évolution des parasites et la réceptivité des animaux passant par son maximum en fin de saison sèche.

Les possibilités d'infestation vermineuse augmentent en allant vers le sud du fait de l'allongement de la saison pluvieuse, de la carence en sel et de l'accroissement de la densité animale.

Le parasitisme s'accompagne d'anémie, d'émaciation musculaire, et de bronchopneumonie, qui se guérit de façon relativement facile par le novarsénobenzol à raison de 3 g par jour, 3 jours consécutifs.

Les carences en sels minéraux et notamment en chlorure de sodium paraissent jouer un rôle important dans la gravité que revêt le plus souvent le parasitisme incriminé.

Phénothiazine et cure de sel sont les moyens les meilleurs pour lutter contre ce parasitisme gastro-intestinal dont l'importance semble avoir été longtemps sous-estimée, aussi bien que pour prévenir la bronchopneumonie désignée sous le nom de « N'haz » par les antochtones.

Annual review of Microbiology — 1962, vol. 12. Annual reviews inc. Palo Alto, California, Editeur (Rédacteur en chef : C. E. Clifton).

Les « Annual Reviews » viennent de faire paraître un volume consacré à la microbiologie pour 1962. La matière en est abondante, variée et de qualité connue à l'habitude.

Le problème de la purification et du contrôle sanitaire des eaux (potables et usées) y est traité par KABLER. Tout en remarquant que la plupart des cours d'eau sont souillés par des germes fécaux d'origine humaine ou animale, il note que les maladies transmises par les eaux sont de plus en plus rares en raison du développement du contrôle sanitaire.

Les coliformes qui sont les témoins des contaminations fécales ont été jusqu'à 1951 (et ils le sont encore souvent) dénombrés par la méthode dite des dilutions utilisant plusieurs types par dilution. Cette façon de faire amène à déterminer le nombre le plus probable mais ne donne pas le nombre vrai de bactéries présentes et l'erreur est importante (300 p. 100). Les techniques faisant appel aux milieux solides avec ou sans filtrations sont beaucoup plus précises, l'erreur ne dépassant pas 15 p. 100 et il a même été préconisé que la filtration sur disque s'effectue aux lieux mêmes du prélèvement.

Les coliformes fécaux sont les témoins de la contamination fécale mais l'accord n'est pas encore réalisé sur leur définition et on pense actuellement que l'incubation à 44 ou 45° C. conviendrait mieux pour la détermination de ce groupe que le système I. M. Vi. C. adopté actuellement.

Les streptocoques fécaux ont été également considérés comme des témoins de la contami-

nation mais on a, de l'avis de l'auteur, accordé trop d'importance au groupe des entérocoques et pas assez aux autres streptocoques présents dans l'intestin des animaux à sang chaud ou froid.

L'emploi des nouvelles techniques utilisant l'azoture de sodium et la filtration sur membrane a montré toute l'importance du rôle joué par les streptocoques et des moyens existent aujourd'hui permettant de diagnostiquer l'espèce animale dont ils proviennent et par conséquent, la nature de la pollution.

La détection des virus et plus particulièrement des entéro-virus retient de plus en plus l'attention des chercheurs. Si, en général, ils sont rares dans l'eau de source d'approvisionnement naturel, ce n'est par contre, pas toujours le cas au niveau de la distribution. Il est proposé de les concentrer dans l'eau par floculation chimique, soit par l'aluminium, soit par des sels de fer. L'hépatite infectieuse est généralement considérée comme une maladie virale qui peut être transmise par l'eau, et si, jusqu'à maintenant, aucune épidémie de poliomyélite ou de coxsackie n'a pu être mise au compte de l'eau, il doit cependant rester présent à l'esprit des hygiénistes, qu'étant donné les caractères de ces maladies, l'eau peut être considérée comme un agent potentiel.

Deux autres chapitres traitent de la désinfection et du traitement des eaux usées.

Dans un article de 40 pages accompagné de plus de 400 références bibliographiques J. D. ROSS, P. E. TRIADWELL et J. T. LYNER-TON, traitent de la caractérisation des cellules animales en culture.

L'identification des cellules en culture est nécessaire de temps à autre pour permettre de s'assurer que l'on est toujours en souche pure et que des contaminations par d'autres souches ne sont pas intervenues. La méthode idéale devant amener cette identification doit faire appel à des propriétés invariables de la culture, c'est-à-dire, en définitive, celles qui sont déterminées par l'information génotypique. Trois méthodes ont été proposées pour permettre cette différenciation d'une façon non équivoque, toutes sont immunologiques, toutes sont sûres et applicables sans difficultés techniques insurmontables. L'auteur fait la distinction entre le biologiste et le

microbiologiste chez lesquels l'intérêt pour les cultures cellulaires, tout en étant aussi grand dans un cas que dans l'autre, relève néanmoins de motivations différentes. Il se place sous l'angle du microbiologiste qui considère la culture cellulaire comme un outil plutôt que comme une section de la biologie et son article, dit-il, n'a pas été écrit pour « le cultivateur de cellules » expérimenté.

Malgré la modestie de cette déclaration on trouvera tout au long de l'article une mise au point claire de ce difficile problème qui est apparu avec le développement même des cultures de cellules.

Les effets des anticorps spécifiques sur les cellules font l'objet d'une étude de WISLER. Il ne prend pas en considération les réactions immunologiques, ayant pour type le phénomène d'Arthus, maladie du sérum, qu'il classe comme indirectes car la réaction n'est pas dirigée contre la cellule ou ses composants.

Seuls ces derniers phénomènes retiennent son attention. Il passe d'abord en revue les moyens d'évaluer les dommages cellulaires et un chapitre est consacré à la tolérance, à la transplantation cellulaire et aux anticorps ; les cellules tumorales et leurs anticorps sont ensuite traités et enfin le rôle de l'anticorps dans la maladie d'auto-immunisation (thyroïdite allergique, encéphalite allergique, certaines maladies du rein, du pancréas, du foie et du colon).

CLARK et ADELBERG traitent de la conjugaison chez les bactéries. On sait que la transmission de matériel génétique d'une cellule bactérienne à une autre peut être réalisée soit par A. D. N. soluble (transformation) soit par bactériophage (transduction) mais aussi par contact direct d'une cellule donneur à une cellule réceptrice (conjugaison). Cette conjugaison a été démontrée chez un certain nombre d'espèces bactériennes (*Escherichia*, *Salmonella*, *Pseudomonas*).

L'article que consacrent les auteurs à cette question passe en revue essentiellement le processus lui-même plutôt que la nature des déterminants génétiques qui sont transmis.

Ce processus comprend 2 stades successifs, le premier est la formation de zygotes, le second

celui de la formation des reconstituants. La discussion de l'article se borne au premier.

MONICA RILEY et A. B. P. PARDEE, traitent par ailleurs de l'expression génétique, de sa spécificité, et de sa régulation. La potentialité qu'une cellule possède de se développer en un organisme fonctionnel et organisé est transmise par les gènes dont la cellule est dotée. Ces gènes se manifestent à différents moments de la croissance de l'organisme et dans une mesure dépendant de l'environnement. Une expression harmonieuse des gènes amène la formation d'une entité efficace et fonctionnelle. L'article se propose de rapporter les idées actuelles sur la manière dont cette spécificité s'exprime habituellement et finalement sur l'expression quantitative du phénomène.

Le sujet difficile, mais passionnant, de la formation des anticorps par des cellules isolées est passé en revue par NOSSALE et MAKELA. Il y est fait mention des types morphologiques qui produisent l'anticorps, de la proportion active de ces cellules de la durée de cette action, du taux de production, et du spectre de cette activité.

Les connaissances récentes sur les leucémies virales de la souris sont analysées par SINKOVICKS.

Enfin ERSIN et PEARCE présentent un article sur la nature des antigènes et des anticorps. La synthèse d'un anticorps, en réponse à l'administration d'un antigène est un phénomène d'adaptation susceptible de montrer une très large spécificité. Dans des conditions appropriées, les protéines, les hydrates de carbone, les lipides, des simples molécules organiques et même, sur la base de découvertes récentes, les acides nucléiques, peuvent se montrer antigènes. Les cinq dernières années ont amené une abondante moisson de renseignements concernant tant la nature chimique des antigènes et des anticorps que les aspects cellulaires de la réponse immunologique. Le champ étant immense, les auteurs ont restreint leur revue à la structure et la fonction des anticorps et aux antigènes protéiniques. De plus, ils ont pensé nécessaire de circonscrire encore davantage le sujet en ne prenant en considération que les gamma-globulines 6-7 S,

et en éliminant les travaux de plus en plus nombreux qui ont apporté des informations intéressantes sur les anticorps de poids moléculaire plus élevé.

La génétique du bactériophage n'a pas été oubliée ; elle fait l'objet d'un article très documenté de LURIA et, pour être complet, signalons que le métabolisme endogène des bactéries est passé en revue de même que leurs besoins en lipides.

Organisation mondiale de la Santé : rapport technique n° 247 (60 pages).

Un comité d'experts de la trypanosomiase s'est réuni à Genève en juin 1962 et les vues collectives de ce groupe international d'experts sont présentées dans la série de rapports techniques (n° 247).

Ce rapport expose les données actuelles des problèmes de trypanosomiasés humaines et animales : distribution géographique de la trypanosomiase et de ses vecteurs, méthodes et techniques d'enquêtes, de contrôle et de surveillance, problème épidémiologique, chimiothérapie et chimioprophylaxie chez l'homme et chez les animaux domestiques.

Pour conclure sont exposées l'organisation d'un programme de lutte ou d'éradication et les modalités de recherches préconisées du point de vue épidémiologique.

Le Comité recommande finalement une diffusion augmentée en Afrique et dans le monde des données scientifiques propres à la trypanosomiase africaine, la collaboration et l'assistance de l'O. M. S. à la lutte contre la trypanosomiase et aux instituts de recherche, la nécessité d'encourager les vocations de chercheurs chez les africains ayant fait des études scientifiques ainsi que de faciliter l'organisation, pour la lutte contre la trypanosomiase et les recherches relatives à cette maladie, de cours internationaux et de réunions périodiques.

SABATIER (C.) et SABATIER (H.). — **Fiches techniques et mémento de laboratoire avicole**, première partie (70 pages) mars 1963. Editeur : Courrier Avicole, 107, rue Isambard, Pacy-sur-Eure. Prix : 16 F.

Les auteurs ont réalisé, sous forme de feuilles séparées, présentées sous pochette plastique, la

centralisation d'une documentation technique spécialement adaptée aux laboratoires avicoles. Il s'agit de renseignements professionnels, pour la plupart peu fréquemment rencontrés dans la littérature scientifique française ou étrangère.

Au sommaire de cette première partie, on trouve les divisions suivantes : A — Systématique bactérienne et parasitaire. B — Pathologie. C — Bactériologie. D — Sérologie. E. — Biochimie. F — Hématologie. G — Renseignements divers.

Cette dernière partie rassemble des renseignements divers que l'on n'a pas toujours en tête, et qui se trouvent dispersés dans de nombreux ouvrages, avicoles ou non, comme : préparation des solutions titrées, techniques d'identification

des suppléments dans les aliments des animaux, incompatibilités pharmacologiques, etc...

Une mise à jour continue est prévue, ainsi que des additifs embrassant aussi bien les disciplines déjà traitées que d'autres qui pourront être ajoutées au fur et à mesure, de manière à faire de ces fiches un recueil de renseignements nécessaires aux laboratoires spécialisés en aviculture.

Les acquéreurs de cette première partie devront afin d'être avertis personnellement de la parution des suppléments ou des compléments, surveiller dans la presse la parution de ces additifs, ou bien donner leurs nom et adresse lors de la commande qui doit avoir lieu au nom des auteurs.

INFORMATIONS GÉNÉRALES

COMMUNIQUÉ DE L'OFFICE INTERNATIONAL DES EPIZOOTIES

La XXXI^e session générale du comité de l'Office International des Epizooties vient de se tenir au siège de cette organisation à Paris, du 13 au 18 mai 1963.

Les délégations de 60 pays ont participé à ses travaux, ainsi que les observateurs de plusieurs organisations internationales : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (O. A. A.) ; Organisation mondiale de la santé (O. M. S.) ; Commission de coopération technique en Afrique (C. C. T. A.) ; Communauté économique européenne (C. E. E.) ; Institut international du froid (I. I. F.) ; Fédération mondiale de la protection des animaux (F. M. P. A.) ; Organisation de l'aviation civile internationale (O. A. C. I.) ; Association internationale des transports aériens (I. A. T. A.) ; Organisation intergouvernementale de la navigation maritime (I. M. C. O.).

La session générale a été présidée par le Docteur A. FRANCA E SILVA, Président de l'O. I. E., directeur général des services vétérinaires du Portugal, qui a souligné, dans ses discours d'ouverture et de clôture de la conférence, l'importance des travaux accomplis au cours des années précédentes par l'Office International des Epizooties à l'échelle mondiale.

Le Docteur R. VITTOZ, directeur de l'O. I. E.,

a décrit dans son rapport sur les activités scientifiques et techniques de l'O. I. E. les résultats très substantiels obtenus pendant la période mai 1962 à mai 1963 par l'O. I. E. dans le domaine de l'information, des statistiques, de la documentation, des études et recherches.

Une importance particulière a été accordée dans ce rapport au problème du contrôle zoonitaire des transports internationaux par voie ferrée, routière, maritime et aérienne.

Le Professeur P. LÉPINE chef du service des virus à l'Institut Pasteur de Paris, a conduit les discussions relatives à l'épizootologie, au diagnostic de la rage et à la vaccination contre cette maladie, principal thème inscrit à l'ordre du jour et sur lequel 25 rapports ont été présentés.

Le point 2 à l'ordre du jour : avortement des bovins (en dehors des brucelloses), a fait l'objet de 7 rapports. Les discussions sur ce point ont été conduites par Sir John RITCHIE (Grande-Bretagne).

Des documents d'une valeur originale ont été présentés sur l'épreuve de fixation du complément dans le diagnostic de la brucellose.

Le troisième point inscrit à l'ordre du jour : les mammites microbiennes des bovins, a fait également l'objet d'intéressantes discussions qui

ont été conduites par le Professeur DIERNHOFER (Autriche).

Enfin, la situation sanitaire et les méthodes de prophylaxie appliquées en différents pays ont fait l'objet de nombreux rapports d'un intérêt considérable, car ils permettent de réaliser l'effort méthodique déployé dans nos pays membres dans la lutte permanente contre les épizooties et dans la réalisation des programmes d'élimination progressive de ces maladies.

De nombreuses communications ont été également présentées qui attestent le désir de nombreux chercheurs d'attirer l'attention de nos sessions générales sur les problèmes d'actualité.

La XXXI^e session générale a permis de réaliser combien le comité de l'O. I. E. fut bien inspiré au cours des années précédentes en accordant une importance de plus en plus grande aux activités de commissions permanentes spécialisées.

Parmi celles-ci, la commission permanente de la fièvre aphteuse, présidée par le Docteur R. WILLEMS (Belgique), continue de déployer une magnifique activité en organisant notamment la X^e conférence tenue en mai 1962, la conférence extraordinaire tenue à Vienne en octobre 1962 et en suivant avec vigilance et clairvoyance l'évolution de l'épizootie de fièvre aphteuse causée par SAT 1 dans le Proche-Orient.

On sait que la commission permanente des maladies causées par les anaérobies a tenu au cours de la session générale une réunion au cours de laquelle d'éminents spécialistes ont présenté des rapports d'une grande importance scientifique et pratique.

Le bureau de cette commission, présidée par le Professeur R. KATITCH (Yougoslavie), prépare activement le symposium mondial sur les maladies causées par les anaérobies, qui doit se tenir à Londres en septembre prochain.

Une mention particulière doit être accordée au symposium européen sur les maladies des poissons, tenu à Turin en octobre dernier sous la présidence de Monsieur le professeur I. ALTARA.

Ce symposium a en effet réalisé un splendide travail de synthèse d'une grande portée scientifique et pratique.

La commission permanente pour l'étude des réglementations sanitaires sur l'importation et l'exportation des animaux et des produits animaux a tenu une réunion mixte avec la com-

mission permanente pour l'étude de la persistance des virus dans les viandes.

Conduite par le Docteur H. GASSE (France) vice-président, en l'absence du docteur K. F. WELLS (Canada), président, et par le docteur H. JACOTOT (France), cette réunion a permis l'étude de problèmes d'une importance considérable du point de vue épizootologique et du point de vue zoo-économique.

La commission de l'échinococcose-hydatidose et la commission permanente pour l'utilisation et l'application des produits biologiques ont poursuivi leurs travaux.

La session générale a entendu avec intérêt le rapport présenté par le docteur E. FRITSCHI sur l'activité de la commission permanente pour l'Europe, qui a réalisé en octobre 1962 à Vienne sa première conférence régionale, consacrée à la lutte régionale contre la peste porcine classique et la maladie de Teschen ; cette commission prépare actuellement sa prochaine réunion qui se tiendra à Lisbonne en octobre 1963.

L'assemblée a entendu le rapport du docteur Y. TANAKA (Japon), représentant de l'O. I. E. en Asie, qui a annoncé la prochaine conférence régionale sur les épizooties en Asie.

Enfin le docteur CARLOS RUIZ MARTINEZ, vice-président de l'O. I. E., a décrit le succès de la première conférence américaine de l'O. I. E., tenue à Mexico en novembre 1962 ; cette conférence a permis l'établissement d'un programme de travail régional très constructif.

Ainsi, le développement des activités des commissions permanentes hautement spécialisées et celui des commissions régionales accroît considérablement l'efficacité des travaux du comité de l'O. I. E., en permettant d'étudier en profondeur certains problèmes qui exigent la pérennité dans la coopération internationale.

Des recommandations pertinentes sur les points inscrits à l'ordre du jour ont été établies et approuvées par l'assemblée générale ; elles seront transmises incessamment aux gouvernements des 79 pays-membres de l'O. I. E. ; d'autre part, ces recommandations seront communiquées pour information et à toutes fins utiles aux organisations internationales avec lesquelles l'O. I. E. entretient des relations de travail.

La prochaine XXXII^e session générale du comité de l'O. I. E. aura lieu à Paris du 18 au 23 mai 1964.

NÉCROLOGIE

Gaston RAMON (1886-1963)

Né le 30 septembre 1886 à Bellechaume (Yonne), Gaston-Léon RAMON entre, après de solides études secondaires faites au lycée de Sens (Yonne) à l'Ecole Vétérinaire d'Alfort dont il sort diplômé en 1910. C'est au cours de ses quatre années d'études dans cette école qu'il commence à s'intéresser aux travaux de laboratoire. Ses stages accomplis dans les services de chimie et de maladies contagieuses le préparent à ses travaux ultérieurs.

En 1910, à sa sortie de l'Ecole Vétérinaire, son maître, Henri VALLÉE l'introduit auprès de M. ROUX qui voulut bien l'agrèer dans la maison de Pasteur aux destinées de laquelle il présidait avec autorité. Il est alors affecté au « Service de production des sérums », à Garches, chargé de besognes pratiques.

C'est à partir de 1920 qu'il commence, avec des moyens les plus réduits, ses travaux d'expérimentation. Son œuvre expérimentale est basée sur trois découvertes principales accomplies entre 1922 et 1925 : Le phénomène de floculation dans les mélanges des toxines microbiennes et leurs antitoxines respectives, le principe des anatoxines et des vaccinations anatoxiques, et enfin le principe des substances adjuvantes et stimulantes de l'immunité.

Le phénomène de floculation que Gaston RAMON a mis en évidence en 1922, lui a permis par la suite d'établir des techniques de titrage *in vitro* des toxines microbiennes. C'est ce phénomène qui l'a conduit à la découverte du principe des anatoxines, et qu'il fait connaître en 1923 dans une note à l'Académie des Sciences de Paris présentée en son nom par Emile ROUX. Dans cette note il prévoyait l'extension du même processus, établi à partir de l'anatoxine diphtérique, à d'autres toxines microbiennes, comme celle du tétanos par exemple. En 1924, il montre dans une autre communication que des poisons d'origine animale, tels que les venins, ou d'origine végétale telles que certaines toxalbumines peuvent par le même procédé, être rendus inoffensifs, tout en conservant leurs propriétés antigéniques. Enfin en 1925, il découvre le pouvoir adjuvant du tapioca et d'autres substances semblables qui permettent d'obtenir une immunité et une production d'antitoxines plus élevées.

Poursuivant ses recherches, il a porté ses investigations sur l'antagonisme microbien et plus particulièrement sur ce qu'il a appelé les complexes antagonistes.

Après avoir été successivement chef de laboratoire (1923), chef de service (1928), sous-directeur (1934), puis directeur (1939), de l'Institut Pasteur, le professeur Gaston RAMON a été nommé directeur honoraire de cet Institut en 1941, titre qui, à ses yeux, primait tous les autres. Nommé en 1947 directeur de recherches à l'Institut national d'hygiène, il se voit confier en 1949, la direction de l'Office international des épizooties.

Membre de l'Institut (Académie des Sciences), de l'Académie de médecine, de l'Académie de chirurgie, et de l'Académie vétérinaire de France, il est, en outre, membre de nombreuses Académies ou Sociétés savantes étrangères ainsi que Docteur *Honoris causa* de plusieurs universités.

Gaston RAMON a publié plus d'un millier de notes, mémoires, articles scientifiques, et a fondé et dirigé pendant plus de quinze ans la Revue d'Immunologie.

Il est Grand-Croix de la Légion d'Honneur, Commandant de l'Ordre de la santé publique et titulaire de nombreux prix dont la médaille d'or du Centre national de la recherche scientifique et le célèbre prix international de médecine « Antoine Faltrinelli » ; il était en outre décoré de nombreux ordres étrangers.

Gaston RAMON, fils d'un modeste agriculteur de l'Yonne, que ses études vétérinaires devaient, par une mesquinerie incompréhensible, priver du prix Nobel de médecine, laissera le souvenir d'une des plus illustres personnalités médicales du siècle.

Ses qualités de dignité, de courage et de modestie, son travail et son intuition féconde, le placent tout naturellement dans la lignée des Pasteur et des Roux.

Henri POISSON (1877-1963)

Le Vétérinaire-Inspecteur général H. POISSON est mort à Paris le 9 mai 1963.

Né le 24 août 1877 à MICHÉRY dans l'Yonne, H. POISSON entrait en 1898, après des études secondaires au Lycée de SENS, où déjà se manifestait son goût pour les sciences naturelles, à l'école nationale vétérinaire de Lyon d'où il sort diplômé en 1902. Trois ans plus tard, il obtient en Sorbonne sa licence de sciences naturelles et il entre au Muséum d'histoire naturelle sous la direction du professeur COSTANTIN. Il s'intéresse tout d'abord aux orchidées, spécialité du professeur COSTANTIN, puis à la biologie des plantes de serre et enfin aux plantes tropicales d'intérêt économique. Il rencontre, à la faveur de ce passage au Muséum, le voyageur et naturaliste François GRAY qui oriente son esprit vers la flore du Sud de Madagascar. Il effectue l'étude biologique de plusieurs de ses végétaux, travaux résumés dans sa thèse de Doctorat es Sciences Naturelles sous le titre : « Recherches sur la flore méridionale de Madagascar » (Faculté des Sciences de Paris, 4 juin 1912).

Mobilisé dès 1914, il est envoyé en 1916 à Diego-Suarez où il demeure jusqu'en 1919. Il reprend après sa démobilisation, son service au Muséum mais il est détaché en novembre 1920 au Ministère des colonies qui l'envoie à Tulear prendre la direction de la ferme d'élevage et autrucherie de Befanamy. Il y fonde un laboratoire de biologie, continue ses recherches botaniques et prépare sa thèse de doctorat vétérinaire.

Il soutient devant la faculté de Lyon, cette thèse intitulée « Les recherches vétérinaires sur l'autruche à Madagascar », et il est récompensé par une médaille d'argent. Il succède alors à M. G. CAROUGEAU comme Directeur du laboratoire du service vétérinaire des haras et de l'élevage à Tananarive. Il reste à ce poste, où il est promu Inspecteur général vétérinaire, jusqu'à sa retraite en 1934.

Sa retraite est active et studieuse puisqu'il fonde avec le Vétérinaire-Commandant GEOFFROY, l'école des auxiliaires malgaches où il est chargé des cours d'inspection des denrées d'origines animales, de parasitologie, de pathologie générale et comparée à l'Ecole de médecine et des cours de sciences naturelles au Lycée Galliéni.

Il lui est également confié des missions diverses à l'extérieur de la Grande Ile et tout en continuant ses cours à Tananarive, il apporte sa collaboration au professeur HUMBERT pour l'organisation de réserves naturelles.

Il regagne la France en 1954, après le décès de son épouse. A Paris, son activité se poursuit. Il assiste aux séances de l'Académie des Sciences d'Outre-mer et, à l'Institut Pasteur, à celle de la Société de Pathologie Exotique. Il était titulaire de nombreuses décorations et récompenses.

Il serait trop long d'énumérer tous les travaux effectués par H. POISSON. Il n'en est pour preuve que les nombreuses publications, plusieurs centaines, qu'il laisse et celles qu'il fit paraître en collaboration avec BESAIKIE, BUCK, BARBIER etc... dans les domaines de la zoologie, de la pathologie, de la parasitologie et des produits d'origine animale. Rares sont les hommes qui ont eu carrière aussi laborieuse et aussi féconde.

Il s'est éteint à l'Hôpital universitaire après avoir exprimé le vœu que son décès ne soit annoncé qu'après son enterrement afin de ne déranger personne.

Les anciens du corps des Vétérinaires-Inspecteurs garderont le souvenir de ce grand travailleur et les plus jeunes voudront suivre l'exemple qu'il leur donne.