

SOMMAIRE N° 3 - 1972

TRAVAUX ORIGINAUX	Page
PROVOST (A.), BORREDON (C), BOCQUET (P.). - Deux maladies aviaires nouvelles au Tchad : la laryngotrachéite infectieuse et la maladie de Gumboro	347
SERRES (H.), BLANCOU (J.). - Entérite épizootique des bovins à Madagascar	357
RIOCHE (M.). - Culture <i>in vitro</i> de cellules hépatiques fœtales de ruminants	367
PETIT (J. P.), QUEVAL (R.). - Le polymorphisme biochimique chez les bovins : Etude de la glucose-6-phosphate deshydrogénase	375
GRAS (G.), CHHAY HANCHENG, FAURAN (F.). - Préparation et méthode de contrôle d'un anthelminthique vétérinaire. L'arséniate d'étain	383
CALVET (H.), FRIOT (D.), CHAMBON (J.). - Influence des suppléments minéraux sur le croît et sur certains témoins biochimiques du métabolisme minéral chez des bovins tropicaux	397
GRANIER (P.). - Une nouvelle variété de <i>Pennisetum purpureum</i> var. <i>Kisozi</i> . Son exploitation et sa valeur fourragère à Madagascar	409
GRANIER (P.), CHATILLON (G.). - <i>Desmodium intortum</i> . Utilisation dans l'alimentation des vaches laitières	425
N'DIAYE (A. L.), BA (C.). - Elevage et coopération en Afrique tropicale. L'exemple du Sénégal	433
DENIS (J. P.), VALENZA (J.). - Etude de la mortalité bovine au Centre de Recherches Zootechniques de Dara (Sénégal)	445
SERRES (H.), TILLON (J. P.). - L'ensilage des racines de manioc	455
 EXTRAITS ANALYSES	
Pathologie	457
Maladies à virus	457
Maladies bactériennes	459
Mycoplasmoses	460
Maladies à protozoaires	461
Trypanosomoses	462
Parasitologie	464
Entomologie	464
Techniques de laboratoire	465
Thérapeutique	466
Anatomie	466
Biochimie	468
Physiologie	468
Alimentation	469
Pâturages	471
Zootechnie	471
Erratum à l'article de G. UILENBERG et M. GIRET publié dans le n° 1, p. 37-52, 1972 de la revue	473

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

CONTENTS N° 3 - 1972

ORIGINAL PAPERS	Page
PROVOST (A.), BORREDON (C.), BOCQUET (P.). - Two new avian diseases in Chad: infectious laryngotracheitis and Gumboro disease	347
SERRES (H.), BLANCOU (J.). - Bovine epizootic enteritis in Madagascar	357
RIOCHE (M.). - <i>In vitro</i> culture of foetal liver cells of ruminants	367
PETIT (J. P.), QUEVAL (R.). - Biochemical polymorphism in cattle: glucose-6-phosphate dehydrogenase study	375
GRAS (G.), CHHAY HANCHENG, FAURAN (F.). - Preparation and control method of veterinary anthelmintic tin arsenate	383
CALVET (H.), FRIOT (D.), CHAMBON (J.). - Influence of mineral feed supplements on growth and some biochemical patterns of mineral metabolism in tropical cattle	397
GRANIER (P.). - A new variety of <i>Pennisetum purpureum</i> var. <i>Kisozi</i> . Its utilization and its feeding value in Madagascar	409
GRANIER (P.), CHATILLON (G.). - <i>Desmodium intortum</i> . Its utilization for dairy cow feeding	425
N'DIAYE (A. L.), BA (C.). - Animal husbandry and cooperation in tropical Africa with reference to Senegal	433
DENIS (J. P.), VALENZA (J.). - Study of cattle mortality in Zootechnical Research Center of Dara (Senegal)	445
SERRES (H.), TILLON (J. P.). - Silage of manioc roots	455
 ABSTRACTS	
Pathology	457
Diseases caused by viruses	457
Diseases caused by bacteria	459
Mycoplasmoses	460
Diseases caused by protozoan parasites	461
Trypanosomiasis	462
Parasitology	464
Entomology	464
Laboratory technics	465
Therapeutics	466
Anatomy	466
Biochemistry	468
Physiology	468
Feeding	469
Pastures	471
Zootechny	471
Erratum for G. UILENBERG and M. GIRET's paper published in n° 1, p. 37-52, 1972 of this review	473

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

Deux maladies aviaires nouvelles au Tchad : la laryngotrachéite infectieuse et la maladie de Gumboro

par A. PROVOST (*), C. BORREDON (*) et P. BOCQUET (*)

RESUME

La laryngo-trachéite infectieuse, sous une forme particulièrement meurtrière, et la maladie de Gumboro sont apparues en 1971 dans les élevages améliorés de la région de Fort-Lamy.

En clinique courante, la pathologie infectieuse aviaire d'Afrique centrale est simple (8) : variole et typhose à l'état enzootique, spirochétose dans la partie sahélienne, brèves mais meurtrières incursions de maladie de Newcastle.

Autour des grandes villes, se sont depuis quelques années créés des élevages améliorés; les poussins sont importés d'Europe. Avec eux sont venues les leucoses et la maladie respiratoire chronique puis se sont installés des microbismes banaux d'élevage. La prophylaxie médicale est simplifiée par l'utilisation d'un vaccin polyvalent, immunisant en une seule injection contre la maladie de Newcastle, la variole et la typhose (**). Sur cette toile de fond rassurante, deux épisodes sont venus jeter une ombre.

A la fin de mai 1971, la brusque mortalité en une seule journée d'une dizaine de poules Warren du poulailler familial de l'un de nous a éveillé l'attention. Il s'agissait de poules

adultes 2 fois vaccinées, entretenues en claustration sans introduction de sujets de l'extérieur. L'alimentation était à base d'un mélange fabriqué localement, l'abreuvement par eau de forage profond. Le reste des oiseaux encore vivants, une quarantaine au total, était prostré et présentait une détresse respiratoire intense; de temps à autre, l'un d'eux faisait entendre un cri strident, bref et monocorde, en même temps qu'il secouait violemment la tête et qu'une salive gluante coulait du bec. D'heure en heure, la mortalité augmentait; la totalité du poulailler était anéantie en 3 jours.

Le verdict nécropsique du technicien chargé de l'autopsie fut net : peste aviaire, appuyé qu'il était par la présence d'un piqueté hémorragique du proventricule et une intense atteinte laryngée, congestive et nécrosante (planche 1). Pour nous, un doute existait pourtant, apporté par l'anamnèse : sujets vaccinés, maladie à prédominance respiratoire sans manifestations nerveuses.

On réalise un prélèvement de mucus trachéal, un autre de rate qui sont tous deux ensemencés en cultures cellulaires de fibroblastes de poulet; en même temps sont effectués des examens

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

(**) Vaccin POLAVIA du Laboratoire de Farcha (8).

bactériologiques de routine et des coupes histologiques de trachée.

L'existence d'une importante nécrose de l'épithélium trachéal avec la présence de quelques cellules à inclusions nucléaires et margination de la chromatine aiguillait vers le diagnostic de laryngo-trachéite infectieuse (planche 2). Le virus était isolé en cultures cellulaires, où il produit un effet cytopathique caractéristique : nécrose en nappe de couches cellulaires accompagnée de la formation de plasmodes multi-nucléés dont les noyaux présentent des inclusions du type A de COWDRY (planche 2).

Au total, le diagnostic était facile à poser. Néanmoins, on pouvait être surpris par l'ampleur de la mortalité, ce qui n'est pas classique dans la laryngo-trachéite où elle se limite, selon les classiques, à 40 p. 100.

Soit du poulailier atteint, soit procédant de la même source d'infection, la maladie s'étendait à plusieurs élevages du village de Farcha qui, dans leur presque totalité, furent décimés. Il était pourtant caractéristique de voir, dans un même village, certains parquets touchés à côté d'autres restant indemnes.

Puis, comme elle était apparue, la maladie brusquement disparut. Ce n'est que très récemment, en janvier 1972, qu'elle vient de faire sa réapparition dans un élevage de 2.000 poules de ponte qui sont toutes mortes en l'espace de quelques jours (*).

De là, elle s'est de nouveau manifestée dans deux parquets du village de Farcha, puis dans la poussinière du Service de l'Élevage où toutes les volailles ont été décimées. Nous reviendrons plus loin sur ce dernier cas, riche d'enseignements cliniques.

De ces épisodes, il est plusieurs points à retenir :

— toute mortalité aviaire n'est pas forcément « la peste » comme ont tendance à le proclamer les personnes non informées ou les cliniciens n'effectuant qu'une enquête superficielle. Pourtant, il est vrai que la présence de points hémorragiques sur les follicules du proventricule pouvaient en imposer pour le diagnostic nécropsique de maladie de Newcastle. Cette

lésion n'a rien de courant dans la laryngo-trachéite et, dans le cas présent, on peut se demander si une autre virose sous-jacente n'est pas elle aussi présente. Par contre, l'intensité de l'atteinte trachéale est sans aucune commune mesure avec celle que l'on pourrait rencontrer dans la maladie de Newcastle.

— l'origine de la maladie est mystérieuse. Elle ne correspond à aucune importation de poussins ni à aucune introduction de poules locales dans les élevages. Sa marche l'est tout autant : il est classique d'admettre que seul le poulet est naturellement réceptif et que le virus n'est pas spécialement résistant dans le milieu extérieur, on explique difficilement l'apparition de foyers différés dans l'espace et le temps, à moins qu'ils n'aient tous la même origine non identifiée.

Il est difficile d'admettre que l'importation du virus puisse être attribuée à des poussins d'un jour achetés en Europe. Ce n'est pas chez de tels sujets que la maladie est apparue, mais chez des adultes puis des poulets.

Corollaire de cette question se pose celle d'un hypothétique réservoir de virus dans le milieu tchadien. Pourquoi cette résurgence dans un autre élevage sans aucun contact avec les premiers, situés à une vingtaine de kilomètres de distance ? Pourquoi, ensuite, cette extension à la poussinière qui est séparée du reste des parquets et en complète claustration ?

— la morbidité, la mortalité et la rapidité de l'évolution sont anormalement élevées. Alors que les atteintes primitives de laryngo-trachéite infectieuse n'entraînent classiquement qu'une mortalité de 40 p. 100 au maximum (1), voire 10 à 15 p. 100 seulement s'étalant sur une quinzaine de jours, c'est à 90 p. 100 en 2 ou 3 jours qu'on peut estimer celle qui a été relevée à Fort-Lamy. Là encore des questions se posent : réceptivité particulière de certaines souches de volailles dans le contexte écologique tchadien ? Il a en effet paru que la souche Warren SLL était particulièrement touchée mais des poulettes Hy-line et Silver-cross l'ont été tout autant, alors que d'autres souches élevées en étroite cohabitation sont restées indemnes.

Viruses à pouvoir pathogène exalté ? La reproduction de la maladie par inoculation intratrachéale du virus de premier passage en cultures

(*) Hormis 200 vaccinées par voie cloacale avec un vaccin dont on parlera plus loin.

cellulaires a permis d'observer la génèse puis l'évolution des symptômes mais n'a conduit qu'à une mortalité de 15 p. 100, c'est-à-dire celle qu'il est normal de constater.

Il est vraisemblable, au regard des isolements de bactéries diverses (colibacille, pseudomonas, mycoplasmes et même une salmonelle du groupe sérologique OMA) réalisées concomita-
mment à celui du virus, qu'un microbisme d'élevage a fragilisé la résistance des oiseaux. C'est donc plutôt à l'action pathogène d'un ensemble de causes que l'on doit d'avoir eu une mortalité aussi importante. Dans cet ordre d'idée, on notera que les jeunes poulets de la poussinière étaient en même temps touchés par la maladie de Gumboro. N'est-ce point cette dernière, diagnostiquée à quelques jours de la première atteinte de laryngo-trachéite, qui peut être tenue pour responsable des lésions hémorragiques du proventricule ?

Au total, l'existence nouvelle de la laryngo-trachéite infectieuse aviaire sous une forme particulièrement meurtrière, compte tenu des observations épidémio-cliniques rapportées, va poser de sérieux problèmes dans l'avenir : va-t-on devoir systématiquement vacciner contre elle, ou rester dans l'expectative, quitte à intervenir rapidement si elle se manifeste et que le diagnostic exact soit posé ?

Dans l'immédiat, on peut proposer l'utilisation d'un « vaccin de guerre » très simplement préparé par raclage du mucus trachéal sur des poules abattues lors du début d'une épizootie; le mucus est mis en suspension au 1/10 et homog nis  dans une solution physiologique phosphat e à pH : 7,2, contenant un mélange polyantibiotique destiné à détruire les bactéries adventices. La vaccination se réalise très simplement par brossage de la muqueuse cloacale avec une petite brosse ou un écouvillon trempé dans le vaccin conservé en glace fondante. Cette pratique, instaurée lors de la seconde incursion de l'infection, a permis de sauver un parquet de 200 poulettes non encore touchées alors que les 6 parquets attenants ont été décimés.

Facile à réaliser, ce vaccin appelle pourtant des réserves : il faut être certain du diagnostic et ne pas confondre, par exemple, avec une authentique maladie de Newcastle. La concomitance d'une autre virose, telle la maladie de

Gumboro, doit aussi être  cart e. Pour ces raisons, il est vraisemblable que l'avenir de la vaccination sera l'utilisation d'un virus-vaccin atténué.

C'est à quelques jours de la première reconnaissance de la laryngo-trachéite infectieuse que l'on a été amené à soupçonner très fortement l'existence de la maladie de Newcastle sur des poulets d'élevages du village de Farcha âgés de 6 semaines, présentés à l'autopsie : intense piqueté hémorragique de la muqueuse interne du ventricule succenturi  et de la paroi intestinale, présence (inconstante) du même piqueté sur le cloaque, absence de lésions trachéales. Pourtant, la réaction de diagnostic rapide de Mc CLURKIN, SHINA et HANSON (6) restait négative et les liquides allantoïques des œufs embryonnés inoculés depuis 48 heures avec des extraits d'organes ne présentaient aucun pouvoir h magglutinant. Un doute s'installait alors, corroboré par la connaissance d'une vaccination anti-Newcastle vieille de 3 semaines.

Un examen plus approfondi de nouvelles carcasses soumises à l'autopsie permettait de déceler, en plus d'intenses hémorragies du proventricule à sa jonction avec le gésier, une hypertrophie de la bourse de Fabricius dont la partie séreuse présentait des plaques hémorragiques chez quelques sujets, une atteinte rénale, caractérisée par une hypertrophie de l'organe dont les tubes urinifères étaient dilatés et saillants et, enfin, des hémorragies des masses musculaires du bréchet ou des cuisses, allant d'un piqueté à de larges flaques interfasciales (planche 3).

Ce tableau nécropsique typique aiguillait vers le diagnostic de maladie de Gumboro (4, 5, 7). Effectivement, la section des bourses de Fabricius montrait un épaississement, parfois accompagné de congestion et d'hémorragies, des lamelles internes de l'organe. Des coupes histologiques permettaient de noter une intense infiltration œdémateuse médio-folliculaire avec nécroses et pycnoses cellulaires parfois organisées en foyers granulomateux (planche 3). Ces images sont caractéristiques de la maladie de Gumboro (7).

Un extrait d'organes traité par un mélange polyantibiotique et inoculé à l'œuf embryonné a déclenché une mortalité embryonnaire dans

les 5 à 8 jours suivant l'inoculation. Les embryons morts étaient plus petits que les témoins non inoculés et présentaient des hémorragies cutanées.

Dans les deux élevages touchés, la mortalité cessait en une semaine, atteignant environ un quart de l'effectif au total.

Après ce premier épisode, le diagnostic nécropsique de la maladie de Gumboro a pu être porté à plusieurs reprises dans des élevages lamyfortains, y compris la poussinière où elle s'est manifestée en même temps que la laryngo-trachéite.

Sans qu'on puisse l'affirmer, on est en droit de penser que cette maladie a été importée au Tchad avec des poussins. Son existence pose des problèmes pour l'avenir de l'aviculture car le virus est résistant dans le milieu extérieur

et sa transmission est à la fois verticale et horizontale, voire même indirecte par les éleveurs eux-mêmes, les ustensiles d'élevage et les litières.

Virose touchant l'appareil lymphoïde immunoformateur, ne peut-on craindre un effet dépressif pour les vaccinations ultérieures malgré les constatations rassurantes de RINALDI, CERVIO et MANDELLI (9) ?

Sans problèmes au début de son installation, l'aviculture améliorée tchadienne a vu se créer sa pathologie propre qui n'a rien de commun, hormis la variole et la spirochétose, avec la pathologie locale. Sans épiloguer sur le sujet, on notera que ses composantes principales sont d'apparition récente et que, maladies contagieuses, elles risquent de s'échapper hors du milieu qu'elles infectent actuellement.

Planche 1.



Fig. A. — Cadavre de poulet atteint de laryngo-trachéite infectieuse. Noter l'intense atteinte laryngée et la présence de pétéchiés dans le proventricule.



Fig. B. — Même cadavre. Vue agrandie de la trachée. Noter la congestion et la présence de bouchons de muco-pus.

Fig. C. — Même cadavre. Vue agrandie du proventricule.

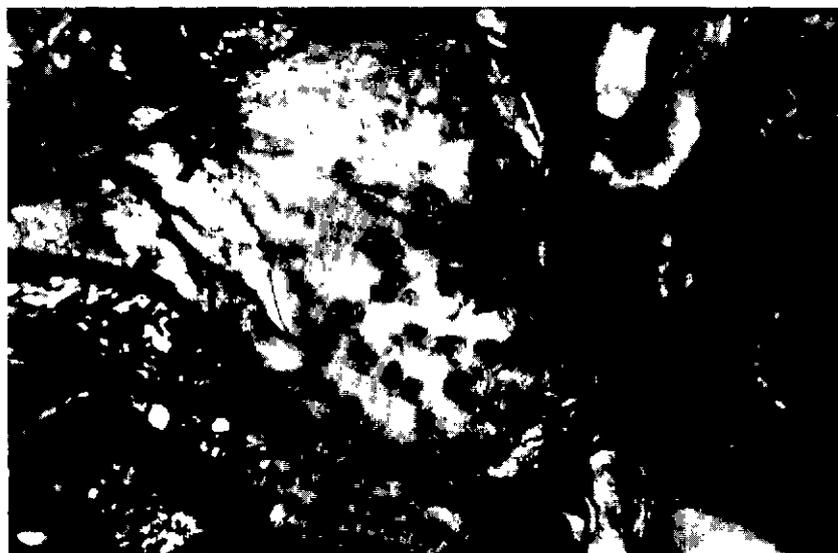


Fig. D. — Laryngo-trachéite. Noter l'intense congestion trachéale.

Planche 2.



Fig. A. — Laryngo-trachéite infectieuse. Trachée de poule. Noter l'infiltration œdémateuse de la sous-muqueuse, l'hyperplasie et l'infiltration leucocytaire de l'épithélium.
G = 125.

Fig. B. — Même figure que la précédente, grossie. Noter la perte de la ciliature, la nécrose cellulaire et l'infiltration.
G = 300.

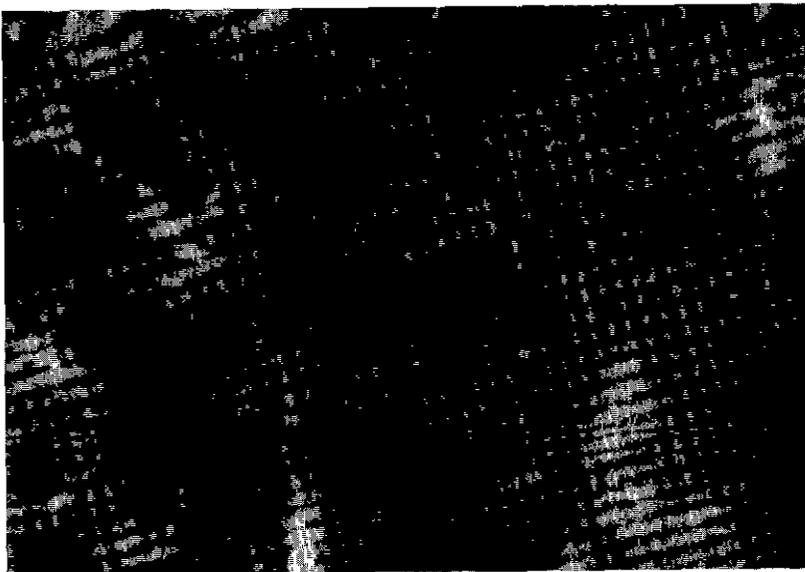


Fig. C. — Même figure que la précédente, grossie. Inclusion intranucléaire avec margination de la chromatine.
G = 1.000.

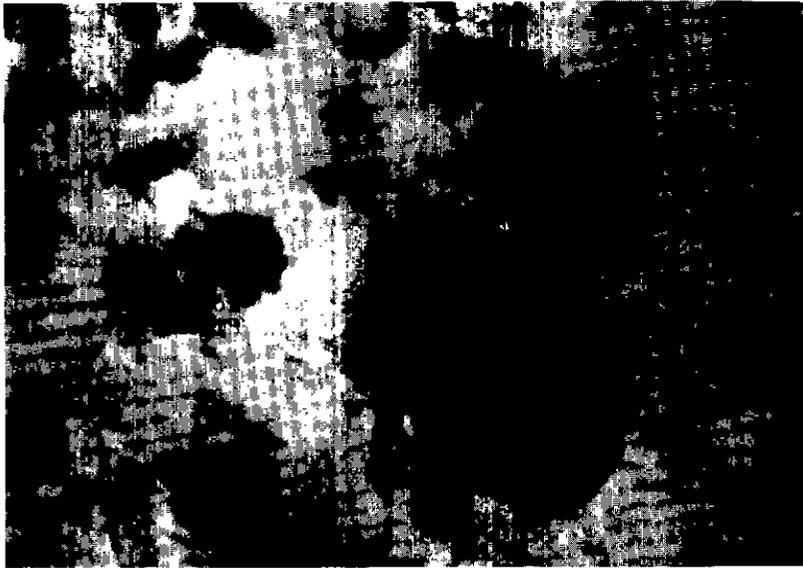


Fig. D. — Virus de la laryngo-trachéite infectieuse en cultures de fibroblastes de poulet. Nécrose de la nappe cellulaire et plasmodes multinucléés.
G = 500.

Fig. E. — Même origine que la précédente.
G = 500.



Fig. F. — Vue agrandie de la fig. D. Inclusions intranucléaires dans un plasmode, avec margination de la chromatine. Comparer avec la figure C.
G = 1.000.

Planche 3.



Fig. A. — Maladie de Gumboro. Carcasse de poulet. Noter l'hypertrophie de la bourse de Fabricius et des reins.

Fig. B. — Maladie de Gumboro. Proventricule et gésier. Noter les nappes hémorragiques à la jonction des deux organes.

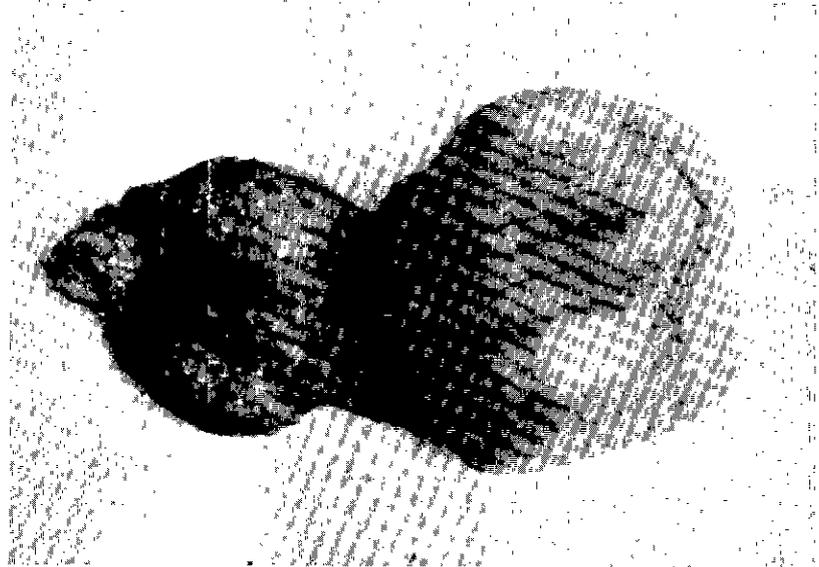


Fig. C. — Maladie de Gumboro. Muscles pectoraux. Noter les pétéchie.



Fig. D. — Maladie de Gumboro. Coupe de la bourse de Fabricius. Noter la nécrose cellulaire du centre des formations lymphoïdes. G = 300.

SUMMARY

Two new avian diseases in Chad : infectious laryngo-tracheitis and Gumboro disease

Infectious laryngo-tracheitis with high mortality and Gumboro disease have been recorded in 1971 in modern-type flocks of the Fort-Lamy vicinity.

RESUMEN

Dos enfermedades aviarias nuevas en Chad : la laringotraqueítis infecciosa y la enfermedad de Gumboro

Aparecieron en 1971 la laringotraqueítis infecciosa, con una mortalidad elevada, y la enfermedad de Gumboro en crias mejoradas de aves de corral de la región de Fort-Lamy.

BIBLIOGRAPHIE

1. BIESTER (H. E.) et SCHWARTE (L. H.). Diseases of Poultry, 5^e éd. Ames, Iowa (U.S.A.). The Iowa State University Press, 1965.
2. GARSIDE (J. S.). The histopathological diagnosis of avian respiratory infections. *Vet. Rec.*, 1965, **77** : 354-366.
3. HANSON (B. S.). Post-mortem lesions diagnostic of certain poultry diseases. *Vet. Rec.*, 1967, **80** : 109-119.
4. LENSING (H. H.). Gumboro disease. *Neth. J. vet. Sci.*, 1969, **2** : 117-124.
5. LUTHGEN (W.). Gumboro disease. *Inf. Med. vet.*, 1969, (1) : 3.
6. Mc CLURKIN (A. W.), SINHA (S. K.) et HANSON (R. P.). Rapid diagnosis of Newcastle disease using lung extract. *Am. J. vet. Res.*, 1954, **15** : 314-315.
7. MAIRE (C.), RENAULT (L.), ALAMAGNY (A.) et DREUILLE (M. de). Existence en France de la maladie de Gumboro. *Rec. Méd. vét.*, 1969, **145** : 75-84.
8. PROVOST (A.) et BORREDON (C.). Utilisation en Afrique centrale d'un vaccin aviaire polyvalent. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** : 165-180.
9. RINALDI (A.), CERVIO (G.) et MANDELLI (G.). Ricerche sullo sviluppo della immunità vaccinale anti-pseudopeste in pulcini con « malattia di Gumboro » sperimentale. *Clinica Vet., Milano*, 1966, **89** : 167-173.

Entérite épizootique des bovins à Madagascar

par H. SERRES (*) et J. BLANCOU (*)

RESUME

Une entérite épizootique sévit en hiver austral chez les zébus de Madagascar. *Escherichia coli* joue un rôle important dans l'évolution de la maladie, sans que son rôle étiologique soit exclusivement démontré.

La thérapeutique antibactérienne et une vaccination anti-colibacillaire suffisent à maîtriser l'épizootie.

En hiver austral, des cas d'entérite diarrhéique sont souvent observés chez le zébu malgache (8). Mais jusqu'en 1955, cette entérite n'avait jamais été considérée comme une entité morbide bien définie et, à ce titre, ne retenait pas l'attention des vétérinaires.

Ce n'est qu'à partir de l'année 1955 qu'elle s'est répandue de façon spectaculaire et a causé le plus de pertes parmi la population bovine, justifiant des recherches spéciales sur la maladie, son étiologie et sa prophylaxie.

Certaines de ces recherches se sont poursuivies depuis et ce sont leurs résultats et leurs conclusions que résume cette note.

DESCRIPTION CLINIQUE DE LA MALADIE

Symptômes

L'entérite atteint essentiellement les bovins adultes, sans distinction de sexe, épargnant généralement les jeunes animaux. Elle se présente sous deux formes distinctes : aiguë ou chronique.

Entérite aiguë

Le malade est atteint brutalement, sans prodrome marqué, d'une diarrhée profuse.

Dans certains cas, seule une courte période d'inappétence et de constipation est notée.

Les émissions de fèces sont très fréquentes, liquides, projetées en jets pouvant atteindre plusieurs mètres. Par certains aspects, cette diarrhée peut rappeler celle que provoque la coccidiose, bien que la présence de sang (sous forme de légères traînées) soit très exceptionnelle.

Les matières fécales sont brunes, parfois verdâtres ou jaunâtres, d'odeur butyreuse. Il est net que cette diarrhée provient d'un intestin enflammé, car elle est chaude et « fume longtemps » comme le disent les paysans, au contraire de l'entérite paratuberculeuse. Dès l'apparition de la diarrhée, l'animal cesse de s'alimenter et paraît abattu. Sa soif est intense. La température rectale reste toujours voisine de 39°, sauf dans certains cas où une courte phase fébrile (40°) peut être mise en évidence. Le malade maigrit alors assez rapidement et, si aucune amélioration ne survient spontanément, meurt en 8 à 10 jours environ.

Par certains aspects, cette entérite rappelle celle observée chez les bovins adultes d'autres pays tels que le Canada, l'Australie, l'Angleterre ou les Etats-Unis, sous le nom de « Winter dysentery » (2, 4, 5, 6, 7, 10, 11).

Entérite chronique

Les bovins atteints d'entérite aiguë ne suc-

(*) I.E.M.V.T., Région de Recherches Vétérinaires et Zootechniques de Madagascar, B.P. n° 862, Tananarive.

combent pas toujours. Fréquemment la diarrhée s'amende progressivement et devient chronique : les excréments se raffermissent. Les guérisons, si elles ne paraissent pas rares, sont toujours lentes. L'animal recouvre un appétit irrégulier durant un mois environ, est amaigri et présente une muqueuse pâle ou sub-ictérique. Il reste affaibli, facilement victime d'une affection intercurrente, d'autant plus que l'éleveur l'isole le plus souvent loin du troupeau et sans abri contre les intempéries.

Lésions

Nous distinguerons les lésions visibles à l'autopsie de celles décelables seulement par examen histologique.

Lésions macroscopiques

Sur le cadavre frais, on peut observer :

Dans les cas d'entérite aiguë. — Une inflammation généralisée de toute la muqueuse digestive, particulièrement nette au niveau de la caillette dont la sous-muqueuse est presque toujours hémorragique. Ces lésions sont parfois accompagnées d'une péritonite aiguë, localisée, à larges placards hémorragiques et fibrineux, avec une tuméfaction des plaques de PEYER. Tous les autres viscères sont normaux, sauf quelques pétéchies parfois constatées au niveau du cœur et de l'aorte.

Dans le cas d'entérite chronique. — Sur le cadavre en état de cachexie avancée, les lésions d'entérite dominant, mais la caillette est moins enflammée que dans la forme aiguë.

Lésions microscopiques

Deux organes essentiellement présentent des lésions histologiques constantes : la caillette, siège de lésions inflammatoires aiguës avec

accumulation de polynucléaires entre muqueuse et sous-muqueuse et l'intestin grêle, siège de lésions inflammatoires aiguës et subaiguës accompagnées d'importante infiltration polynucléaire de la sous-muqueuse, entre les villosités intestinales.

Epizootiologie

Régions atteintes

Les régions de Madagascar où sont observés le plus fréquemment des cas d'entérite sont celles des Hauts Plateaux (Antsirabe, Itasy, Betafo) et celles des régions montagneuses du Nord (Bealanana) et de l'Est (Lac Alaotra), régions considérées par ailleurs comme les plus froides de l'Ile. Dans ces régions, la maladie apparaît essentiellement comme une affection de bas-fonds, les localités les plus éprouvées s'inscrivant généralement dans un périmètre marécageux. Les troupeaux les plus atteints sont ceux qui pâturent en zones basses et les éleveurs, qui ont observé le fait, les déplacent sur les hauteurs dès les premiers cas de maladie. Les épizooties surviennent généralement dans une zone orographique bien déterminée, suggérant une origine hydrique possible du contact.

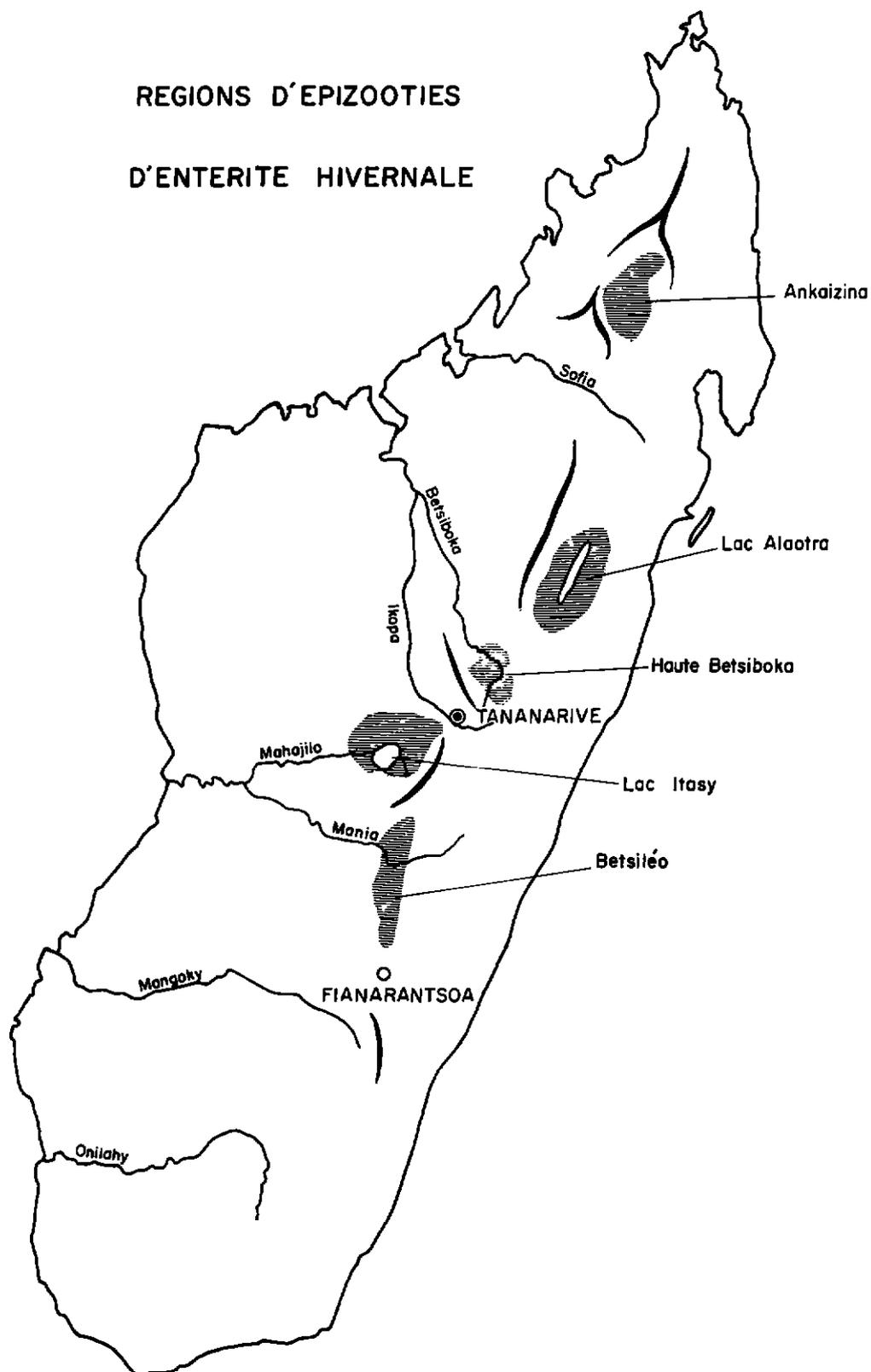
Périodes d'épizootie

La maladie survient le plus souvent durant la saison froide qui se situe, à Madagascar, entre le mois de juin et le mois d'octobre. Un relevé des températures minimales durant cette période, dans une des régions les plus touchées (plateau de l'Ankaizina, au Nord de l'Ile) indique l'ordre de grandeur des températures locales. Il faut noter que cet abaissement thermique est souvent aggravé par une hygrométrie élevée, pouvant atteindre 87 p. 100 lors des matinées les plus froides :

TABEAU N° I

Année	Mois											
	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1958	16°9	17°3	16°6	15°1	12°5	11°9	10°2	10°6	10°9	15°9	14°2	16°2
1959	16°1	16°9	17°6	15°1	11°6	10°4	9°6	10°	9°4	10°9	15°4	16°
1960	16°4	15°6	16°5	14°6	13°7	12°2	10°	10°5	8°8	10°9	12°4	16°
Nombre de foyers rapportés en 10 ans	2	1	0	0	1	1	1	4	6	10	3	2

REGIONS D'ÉPIZOOTIES
D'ENTERITE HIVERNALE



Dans ce tableau, on peut constater la relation qui existe entre la saison et la fréquence des épizooties. Des foyers d'entérite, généralement bénigne, peuvent survenir en-dehors de la saison la plus froide comme cela fut le cas récemment en 1970-1971. Il est à souligner que plusieurs expériences, entre autres d'alimentation du bétail, nous ont montré que le zébu malgache, qui provient essentiellement des savanes côtières de l'Ouest, est très sensible au froid dès qu'on le déplace vers les régions de consommation, en altitude.

Evolution de l'épizootie

La maladie évolue par vagues successives, certains foyers étant plus étendus et plus persistants que d'autres. La morbidité et la mortalité restent relativement faibles. Elles peuvent être illustrées par les chiffres suivants rapportés par F. NICOLAS (8) lors de l'épizootie survenue en 1957 au Lac Alaotra :

« Sur une région comptant 133.000 bovins recensés, 7.511 furent atteints d'entérite (15,6 p. 100) et 1.520 en moururent (1,14 p. 100).

Dans certaines régions, plus touchées, la mortalité atteignait 3,5 p. 100 de l'effectif. »

RECHERCHE SUR L'ETIOLOGIE DE LA MALADIE

Toutes les causes possibles de la maladie ont été systématiquement recherchées. Les méthodes utilisées dans ce but, et les résultats obtenus concernant les divers agents possibles de l'entérite sont les suivants :

Protozoaires

Méthodes de recherche

Des frottis de sang colorés au *May-Grunwald-Giemsa* et des prélèvements d'excréments ont été exécutés sur les lieux même de l'épizootie et examinés au microscope.

Résultats

Aucun hématozoaire pathogène n'a jamais été décelé, quel que soit le stade de la maladie. Aucune coccidie n'a jamais été observée dans les fèces.

Helminthes

Méthodes de recherche

Coproscopie après enrichissement ou recherche directe des helminthes dans l'intestin des cadavres autopsiés.

Résultats

Les helminthes les plus souvent rencontrés étaient, par ordre de fréquence *Carmyerius dollfusi*, *Paramphistomum cervi*, *Botriophoron Botriophoron* et *Cooperia* sp. Cependant ces parasites n'étaient jamais observés en nombre suffisant pour expliquer les troubles mortels constatés. Par ailleurs, des sujets témoins, sains, présentaient un parasitisme identique. Il faut noter que la fasciolose à *Fasciola gigantica* (8) a pu interférer, à partir de 1969, avec l'entérite épizootique mais sans jamais en être la cause directe.

Virus

Méthodes de recherche

Trois méthodes ont été mises en œuvre :

Inoculation aux bovins. — Des fèces diarrhéiques, diluées au 1/10 en eau distillée puis filtrées sur *Seitz EKS 2*, ont été inoculées à dix bovins par voie parentérale selon la méthode décrite par L.W. MacPHERSON (7) pour isoler le virus de la « Winter dysentery ».

Inoculation en culture cellulaire. — Les mêmes fèces, additionnées d'antibiotiques, ont été inoculées sur cellules rénales de veau.

Recherche d'anticorps contre la maladie des muqueuses. — Le pouvoir neutralisant en culture cellulaire de 65 sérums de bovins de régions touchées par l'entérite a été éprouvé vis-à-vis de la souche MI de la maladie des muqueuses (8).

Résultats

Aucun pouvoir pathogène pour le bovin ni pour les cultures cellulaires n'a pu être décelé après les inoculations (8).

Aucun sérum de bovins ne présentait d'anticorps neutralisant par la souche MI de la maladie des muqueuses. Ces deux résultats, ajoutés au fait que l'antibiothérapie s'est toujours montrée régulièrement efficace dans le traitement de l'entérite, ne plaident pas en faveur d'une origine virale, sans bien sûr l'exclure définitivement.

Toxiques

Aucune recherche systématique de toxique n'a pu être entreprise. Mais, outre que les caractères épizootiologiques de l'affection ne sont pas en faveur d'une étiologie toxique, l'examen attentif de la nourriture des malades comparée à celle des témoins a toujours permis de l'écartier.

La consommation de manioc vert, parfois suspectée, n'entraîne aucun trouble chez les animaux des troupeaux voisins.

Bactéries

C'est finalement l'étiologie qui paraissait la plus vraisemblable compte tenu de tous les caractères cliniques et épizootiologiques de l'entérite, et du succès constant de l'antibiothérapie.

Toutes les espèces bactériennes susceptibles de provoquer un syndrome entérique ont été recherchées par bactérioscopie, mise en culture sur milieux solides et liquides (enrichis ou sélectifs) des prélèvements suivants : sang, moelle osseuse, rate, ganglions mésentériques, foie, fèces.

Les genres *Shigella*, *Pasteurella*, *Vibrio*, *Spirocheta*, *Mycobacterium* n'ont jamais été isolés. Les genres *Staphylococcus*, *Welchia*, *Salmonella* étaient parfois présents dans les fèces mais toujours en quantité insuffisante pour provoquer des troubles intestinaux. La seule espèce bactérienne retrouvée en quantité anormale dans les fèces ou présente dans les organes des cadavres était *Escherichia coli*. Sur 325 prélèvements, cette bactérie a été isolée 224 fois selon le détail suivant :

TABLEAU N° II

Origine des prélèvements	Isollements réussis à partir des prélèvements ci-dessous		
	F è c e s	O s l o n g s	Autres organes
Lac Alaotra	52	11	10
Ankazina	8	10	9
Autres lieux	72	32	20

Il faut souligner que de nombreux isollements, en culture pure d'emblée, ont été obtenus à partir de la moelle osseuse, ce qui démontre une septicémie colibacillaire.

Par ailleurs, le sérum des bovins malades agglutine les souches isolées de leur organisme jusqu'à la dilution 1/160, ce qui ne se produit jamais chez les bovins sains.

Quinze parmi les souches isolées des cas les plus graves ont été adressées, pour sérotypie, à Copenhague (Docteur F. ØRSKOV) et à l'Institut Pasteur de Paris (Docteur A. VALLEE). Elles appartenaient aux sérotypes suivants :

02H8 - 01/0149H8 - 0106/0113H21 - 027/068 - 064 - 08 - 06 - 0110 - 079 - 034/0140 - 082 - 08 - 024/010/014 - H19 - H8.

On notera l'hétérogénéité de ces divers sérotypes. *Escherichia coli*, paraissant donc la seule

espèce bactérienne constamment suspecte, a fait l'objet de recherches particulières quant à son rôle dans la pathogénie de l'entérite.

RECHERCHES SUR LE ROLE PATHOGENIQUE D'*ESCHERICHIA COLI*

Dans ces recherches, nous distinguons le pouvoir pathogène des souches à l'isolement de celui des souches ayant subi plusieurs repiquages successifs.

Pouvoir pathogène à l'isolement

Sur 45 souches étudiées, 30 se sont révélées mortelles pour la souris, à la dose de 0,025 à 0,05 ml de culture en bouillon (inoculée par voie sous-cutanée). Par contre, même à l'isolement, ces souches sont sans action sur les bovins quelle que soit la voie d'inoculation (doses de 1 à 50 ml).

Pouvoir pathogène expérimental

Nous désignons par ce terme le pouvoir pathogène recherché avec des souches repiquées. Nous exposons les résultats obtenus avec la souche O2H8 (qui a subi déjà plus de 200 repiquages) mais les résultats sont les mêmes avec d'autres souches.

Le pouvoir pathogène de cette souche est considérablement affaibli comme l'indiquent les effets d'une culture en bouillon sur les animaux suivants :

Cobayes, souris : ni l'abreuvement quotidien durant dix jours, ni l'inoculation intra-péritonéale de 0,1 ml de culture n'entraînent de troubles chez ces deux espèces.

Bovins : sur des zébus, adultes ou jeunes, l'ingestion de 1.000 ml de la culture tous les 3 jours (pendant 15 jours) non plus que l'inoculation intra-péritonéale de 500 ml ou intraveineuse de 10 ml n'entraînent de trouble. Seule l'ingestion quotidienne de 500 ml de culture provoque, au 6^e jour, un syndrome diarrhéique transitoire, non fébrile. Mais l'ingestion de fèces de malades (200 à 500 g) ne provoque aucun trouble.

Afin d'exalter ce pouvoir pathogène, nous avons utilisé les artifices qui nous paraissent le mieux reproduire les conditions naturelles auxquelles sont soumis les animaux en période d'épizootie, à savoir :

- le froid, et son action dépressive sur l'organisme;
- la sécheresse et ses conséquences : concentration des points d'eau (avec modification de ces caractères chimiques et bactériologiques) et sous-alimentation des bovins (avec affaiblissement général et modification de la flore intestinale).

Les résultats sont les suivants :

1. Pouvoir pathogène d'*Escherichia coli* pour des animaux déprimés par le froid :

Souris : la dose léthale 50 p. 100 sur deux lots de 30 souris, l'un laissé à température ambiante (16-24°), l'autre placé à + 4°, est de 0,4 ml contre 0,1 ml (par voie intra-péritonéale).

Cobayes : la dose léthale 50 p. 100 sur deux lots de 20 cobayes inoculés par voie

intra-péritonéale est de 3 ml si l'inoculum est à 37° contre 1 ml s'il est à 16°.

2. Pouvoir pathogène d'*Escherichia coli* pour des animaux déprimés par une sous-alimentation :

Six zébus malgaches ont été soumis à une diète de 15 jours (alimentation réduite à un peu de paille sèche). Ils ont alors reçu, ainsi que six zébus témoins normalement nourris, 500 ml de culture de colibacille *per os* chaque jour. Ces animaux à jeun ont été atteints de diarrhée plus précocement que les témoins (2^e jour) mais aucun n'a été gravement malade.

3. Pouvoir pathogène d'*Escherichia coli* pour des animaux à flore intestinale déséquilibrée :

Cobayes : un lot de 20 cobayes est prétraité aux antibiotiques (Pénicilline 1.000 UI et Streptomycine 0,1 cg) puis éprouvé avec 20 témoins par 1 ml de culture. Aucun trouble chez les témoins, 12 malades et 6 morts chez les cobayes sous antibiotiques.

Bovins : nous avons tenté de modifier l'équilibre de leur flore intestinale par modification du pH de l'eau de boisson. Cette eau, en saison sèche, acquiert une acidité marquée (pH 5,5 à 5) susceptible de modifier la réceptivité des bovins à l'infection. Sur cinq bovins ayant reçu *per os* de la culture colibacillaire ramenée à pH 5, trois ont réagi par une poussée thermique (40°) et une diarrhée marquée, mais aucun des animaux n'est mort.

Les trois types d'expériences précédentes suggèrent une influence possible de ces trois facteurs associés : froid, sous-alimentation, déséquilibre de la flore intestinale. Ils ne suffisent cependant pas à entraîner la mort des bovins, ni à reproduire le tableau complet de la maladie naturelle. Peut-être faudrait-il faire appel à la notion physiopathologique nouvelle d'hypersensibilisation par la lyse des bactéries, signalée en matière d'entérite du porc par plusieurs auteurs (1, 12, 13) ou à celle de la coagulation intravasculaire disséminée (3), « phénomène déclenché par une micropopulation non spécifique qui entraînerait l'organisme dans un cercle vicieux conduisant à la mort, tout en favorisant l'extension de l'affection dans l'élevage ».

Ces deux notions ont l'avantage de rendre compte du succès de l'antibiothérapie ou de la vaccination sur des entérobactéries habituellement saprophytes.

TRAITEMENT DE L'ENTERITE

Etude de laboratoire

La responsabilité d'*Escherichia coli* étant prépondérante dans l'entérite épizootique, la sensibilité de 55 souches, isolées de cas graves, a été recherchée *in vitro* par la méthode des disques ou des tubes. Toutes les souches éprouvées sont très sensibles à la Furazolidone, à la Streptomycine, à la Néomycine, au formol. Elles sont irrégulièrement sensibles à la Tifomycine (36 souches sur 41), la Terramycine (6 sur 31), la Sulfadimérazine (13 sur 55), au Ganidan (34 sur 55), au Novarsénobenzol (10 sur 15).

Essai sur le terrain

Au cours des nombreuses épizooties, divers traitements ont été institués, tous avec succès : Alunozal (50 à 100 g par jour), Ganidan (30 à 50 g par jour), Novarsénobenzol (3 g par voie intraveineuse), Formol (20 ml de formol du commerce en solution à 5 p. 100 par voie intraveineuse).

Antibiotiques : Pénicilline, Streptomycine, Terramycine aux doses habituelles.

Cependant, il n'a pas toujours été aisé de contrôler l'efficacité réelle de chacun de ces traitements car ils étaient souvent institués simultanément. Toutefois les observations de F. NICOLAS (8) concernant des animaux traités par le Novarsénobenzol ou le formol donnent une idée statistique de l'efficacité du traitement.

Nombre de malades non traités : 1.122; morts : 929, soit 82 p. 100.

Nombre de malades traités : 6.449; morts : 591, soit 9 p. 100.

PROPHYLAXIE

Les mesures de prophylaxie sanitaire classiques : isolement des malades, destruction des cadavres, enfouissement des litières, se sont toujours montrées efficaces lorsqu'elles étaient applicables. Mais dans la pratique courante, et compte tenu des habitudes des éleveurs, elles l'étaient rarement.

Dès l'apparition des premières épizooties, c'est donc plutôt vers une prophylaxie médicale que se sont portés les espoirs des vétérinaires traitants.

Un vaccin a été préparé à partir d'une culture en milieu liquide de deux souches très pathogènes à l'isolement (de sérotype 02H8 et H19). La culture est neutralisée par addition de 5 p. 1000 de formol. Elle titre 10⁸ bactéries par ml. Le vaccin est inoculé à la dose de 2 ml par voie sous-cutanée.

La valeur de ce vaccin a été reconnue sur le terrain et contrôlée en laboratoire.

Valeur du vaccin sur le terrain

Elle peut être illustrée par le tableau (p. 364) établi en 1957 à la suite d'une enquête détaillée sur les résultats des mesures de prophylaxie instituées.

On peut citer l'exemple de l'exploitation M... au Lac Alaotra qui possédait environ 500 bovins. La vaccination fut pratiquée sur 320 d'entre eux, la quantité de vaccin disponible n'étant pas suffisante pour la totalité du troupeau. Quinze jours plus tard, la maladie faisait son apparition, entraînant 18 cas dont six mortels, uniquement dans l'effectif non vacciné.

Contrôle du vaccin en laboratoire

Compte tenu de l'absence de pouvoir pathogène expérimental des souches de colibacille pour le bovin, ce contrôle doit être exécuté par sérologie *in vitro* ou épreuve sur souris.

In vitro. — L'évolution du taux des anticorps chez les bovins vaccinés a été suivie par la méthode de l'hémagglutination passive (8) trois semaines après la vaccination.

Avant vaccination, le sérum des animaux ne

TABLEAU N° III

Mesures instituées	Nombre de sujets	Nombre de malades 1 à 10 jours après	Nombre de malades 10 à 20 jours après	Nombre de malades après 20 jours
Vaccination en milieu indemne	15.293	néant	néant	néant
Vaccination en milieu infecté (maladie déclarée)	7.258	88	10	néant
Vaccination en milieu infecté (maladie en incubation)	2.063	43	25	néant
Absence de vaccination	26.000	5.000	-	-

provoque pas d'hémagglutination des hématies sensibilisées au-delà d'une dilution au 1/20. Après vaccination, sur 50 sérums de bovins, 5 avaient conservé le même taux d'anticorps, 20 atteignaient le taux de 1/40, 22 celui de 1/80 et 3 celui de 1/160.

Sur souris. — Sur 80 souris témoins éprouvées par 0,5 ml de culture (voie intra-péritonéale) : 70 mortes. Sur 80 souris vaccinées 13 jours auparavant avec 0,5 ml de vaccin « bovin » : 17 mortes.

L'antigénicité et l'immunogénicité du vaccin semblent donc réelles, tant au laboratoire qu'en pratique. Le service vétérinaire de Madagascar utilise actuellement plus de deux millions de doses de ce vaccin chaque année.

CONCLUSION

L'entérite épizootique qui sévit chez le zébu malgache avec une gravité variable selon les années et les régions, paraît, dans l'état actuel des recherches, être d'origine bactérienne, mais non transmissible, et liée à des facteurs favorisants.

Sans que la démonstration absolue ait pu en être faite, car elle nécessiterait l'emploi d'un grand nombre de bovins soumis à de nombreux stress difficilement reproductibles en laboratoire, la bactérie *Escherichia coli* joue sûrement un rôle déterminant dans la maladie et les mortalités qu'elle entraîne. L'intervention primitive d'un autre agent (viral ?) n'est pas exclue, mais non démontrée.

Les résultats obtenus par une thérapeutique et une prophylaxie médicale dirigées uniquement contre *Escherichia coli* donnent actuellement toute satisfaction dans la pratique.

SUMMARY

Bovine epizootic enteritis in Madagascar

An epizootic enteritis occurs in malagasy zebu cattle during the austral winter season.

Escherichia coli plays first in the disease, but its aetiological part may be not exclusive.

Antibiotic therapy and colibacillosis vaccine are able to control the disease.

RESUMEN

Enteritis epizootica de los bovinos en Madagascar

Una enteritis epizootica ocurre en los cebus de Madagascar durante el invierno austral. *Escherichia coli* desempeña un papel importante en la

evolución de la enfermedad, sin que se demuestre exclusivamente su papel etiologico.

La terapeutica antibacteriana y una vacunación anticolibacilar son suficientes para suprimir la epizootia.

BIBLIOGRAPHIE

1. BUXTON (A.) et THOMLIWSON (J. R.). The detection of tissue-sensitizing antibodies to *Escherichia coli* in oedema disease, haemorrhagic gastro-enteritis and in normal pigs. *Res. vet. Sci.*, 1961, **2**: 78-88.
2. EDWARDS (M. J.) et SIER (A. M.). Bovine epizootic diarrhoea in Western Australia. *Aust. vet. J.*, 1960, **36**: 402-404.
3. ESPINASSE (J.). Dimetridazole et typhlo-colite nécro-hémorragique. Essai d'interprétation. *Cah. méd. vét.*, 1971, **40** (3): 95-99.
4. HEDSTROM (H.) et ISAKSSON (A.). Epizootic enteritis in cattle in Sweden. *Cornell Vet.*, 1951, **4**: 251-253.
5. JONES (F. S.) et LITTLE (R. B.). The etiology of infectious diarrhoea. (Winter scours) in cattle. *J. Exp. Med.*, 1931, **53**: 835-843.
6. LESEL (R.). Etude d'un troupeau de bovins vivant sur l'île d'Amsterdam. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1969, **22** (1): 107-125.
7. MacPHERSON (L. W.). Bovine virus enteritis (Winter dysentery). *Canad. J. Comp. Med.*, 1957, **21** (6): 184-192.
8. Rapports annuels du Laboratoire et du Service de l'Elevage de Madagascar. Archives de l'E.M.V.T.
9. RENAULT (L.), VALLEE (A.), GAUTHIER (J.) et MAIRE (C.). Diagnostic de la colibacillose du veau. *Rev. Méd. vét.*, 1968, **144** (4): 315-322.
10. ROBERTS (S. J.). Winter dysentery in dairy cattle. *Cornell Vet.*, 1957, **47**: 372-388.
11. ROLLINDSON (D. H. L.). Infectious diarrhoea of dairy cows. *Vet. Rec.*, 1948, **60** (17): 155-157.
12. SOJKA (W. J.). *Escherichia coli* in domestic animals and poultry. Farnham Royal, Bucks, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1965. (C.A.B. Review Series n° 7).
13. VAISSAIRE (J.), RENAULT (L.), MAIRE (C.), PALISSE (M.) et LINDER (T.). Contribution à l'étude de l'entérite hémorragique du porc. *Rec. Méd. vét.*, 1970, **145**: 433-447.

Culture *in vitro* de cellules hépatiques fœtales de ruminants

par M. RIOCHE (*)

(avec la collaboration de M. S. DIALLO)

RESUME

L'auteur décrit les méthodes utilisées pour la culture *in vitro* des cellules hépatiques fœtales de ruminants (bovin, mouton, chèvre) et les résultats obtenus. Les commentaires portent principalement sur la caractérisation des hépatocytes en culture. L'étude de la sensibilité de ces cellules à divers virus est en cours.

L'intérêt que peut présenter la culture de cellules hépatiques n'est plus à souligner en raison des nombreux travaux qui s'y rapportent, en particulier dans les domaines de la biologie cellulaire de la virologie et de la cancérologie expérimentale.

Cependant, la plupart des études publiées jusqu'à présent concernent les cultures de foie de poulet ou de rongeurs et peu de recherches sont consacrées aux grands mammifères. Chez les ruminants en particulier, les seuls travaux que nous connaissons sont ceux de PIEK et KUYPER (12) relatifs à l'établissement d'une lignée épithéliale de foie de veau et de KUYPER et collab. (8) traitant de la biologie de cette lignée.

Ayant la possibilité de disposer facilement d'embryons, nous nous sommes proposé de mettre au point une technique de culture de cellules hépatiques fœtales de ruminants et d'en étudier divers aspects.

I. MATERIEL ET METHODE

Il s'agit de cultures statiques effectuées à la

température de 37° C en flacons ou tubes Leighton hermétiquement bouchés.

Les foies utilisés sont récoltés stérilement sur des fœtus de ruminants provenant de l'abattoir. Lorsque la mise en culture ne peut être immédiate, le foie est conservé en boîte de Pétri jusqu'à 24 heures à + 4° C soit entier, soit broyé.

A. Milieux de culture

Deux milieux ont été testés :

- Milieu de Earle (1) supplémenté par 10 p. 100 de sérum de veau.
- Milieu de Hanks selon FRANKLIN et collab. (2) supplémenté par 10 p. 100 de sérum de veau.

B. Cultures primaires

Les primocultures sont faites soit à partir d'explants soit à partir de cellules dispersées par la trypsine. Selon que l'on désire ou non obtenir des cultures en masse, on utilise le foie total amputé de la région du hile ou seulement un petit fragment prélevé sur le bord d'un lobe.

1. Cultures d'explants

Le fragment de foie est broyé stérilement

(*) Laboratoire national de l'Elevage, B.P. n° 2057, Dakar-Hann, Sénégal.

au bistouri puis passé à travers un tamis métallique à mailles de 1 mm. Les explants obtenus sont ensuite lavés 2 fois en Hanks Balanced Salt Solution (HBSS) puis 1 fois dans le milieu de culture. Le milieu est alors décanté et les explants sont placés dans le flacon de culture à raison d'une cinquantaine par flacon de 60 ml et d'une dizaine par tube à lamelle. On ajoute ensuite le milieu de culture en quantité juste suffisante pour recouvrir les explants. Les flacons sont alors mis à l'étuve et examinés chaque jour. Le milieu n'est changé que lorsque les cellules commencent à se multiplier. Il est ensuite changé une ou deux fois par semaine.

2. Culture de cellules dispersées

Le prélèvement est traité comme ci-dessus, mais les explants sont lavés 3 fois en HBSS puis placés dans une solution de trypsine à 3 p. 1000 en HBSS. La dispersion se fait sous agitateur magnétique pendant un quart d'heure à la température ambiante puis, après renouvellement de la solution de trypsine, à + 4° C jusqu'à dispersion totale des cellules. La suspension est alors passée à travers une gaze stérile puis centrifugée pendant 5 mn à 1.500 t/mn. Le surnageant est rejeté. Le culot cellulaire est mis en suspension dans le milieu de culture à raison d'environ 100 ml de milieu par cm³ de cellules. Après répartition de cette suspension les flacons sont mis à l'étuve à 37° C.

C. Subcultures

Lorsque les cellules se sont développées en une couche monocellulaire continue, le milieu de culture est rejeté et le tapis cellulaire est lavé trois fois avec une solution de trypsine-versène (trypsine à 2,5 p. 1000 : 1 partie;

tampon versène : 4 parties). Le flacon est placé à 37° C jusqu'au décollement du tapis. Les cellules sont dispersées dans un peu de milieu par pipetages successifs, elles sont ensuite mises en suspension dans une quantité de milieu double de celle du flacon dont elles proviennent, réparties dans deux nouveaux flacons puis mises à l'étuve. Lors des subcultures suivantes, si le taux de multiplication cellulaire est suffisant, les suspensions sont faites à raison de 50.000 à 100.000 cellules par ml de milieu.

D. Recherche du glycogène

Il est mis en évidence dans le cytoplasme par la coloration au PAS (une lame témoin négatif est colorée de la même façon après traitement durant 1 heure à 37° C par une solution à 1 p. 1000 d'amylase).

E. Etude du caryotype

Des cultures de 3 à 4 jours sur lamelle sont traitées pendant 6 à 12 heures par la colchicine (1 microgramme par ml de milieu). Le milieu est ensuite rejeté et les métaphases sont dispersées par l'eau distillée à 37° C pendant 7 mn. Puis l'eau est aspirée au papier filtre. Les lames sont séchées à l'étuve et fixées 3 mn à l'alcool méthylique. Après rinçage, le cytoplasme est hydrolysé par l'acide chlorhydrique normal pendant 7 mn à 60° C. Après rinçage dans une solution tamponnée, les lamelles sont colorées au Giemsa lent ou au bleu de Unna et montées à l'Entellan (Merck). L'analyse chromosomique se fait sur clichés photographiques.

II. RESULTATS

A. Résultats généraux

TABLEAU N° I

	Bovins		Moutons		Chèvres
	Explants	Cellules dispersées	Explants	Cellules dispersées	Cellules dispersées
Nombre de prélèvements traités	14		9		1
Méthode ++ de Primoculture	3	14	4	7	1
Cultures réussies	2	13	2	6	1
Echecs	1	1	2	1	0

++ = 3 foies de bovins et 2 foies de moutons ont été cultivés selon chacune des deux méthodes.

B. Aspect et évolution des cultures

1. Cultures primaires

Quelle que soit l'espèce dont proviennent les cellules, les aspects morphologiques et cinétiques des cultures sont les mêmes.

a) Cultures d'explants

Toutes les cultures sont faites en milieu de Earle. L'adhérence des explants au support est assez longue à s'établir. Le démarrage de la culture n'intervient qu'entre le 7^e et le 20^e jour. Il est signalé par l'apparition de quelques fibroblastes et macrophages provenant de cellules isolées ou migrant à partir des explants. Environ 48 heures plus tard commence la migration de cellules épithéliales à partir des explants. Celle-ci peut revêtir deux aspects :

- formation d'une membrane monocellulaire constituée de cellules étroitement juxtaposées, légèrement fusiformes devenant nettement polygones au fur et à mesure que la membrane s'agrandit;
- migration de cellules isolées, adhérant fortement au support mais ne s'étalant pas. Ces cellules qui peuvent migrer assez loin de l'explant finissent par s'étaler et forment en se multipliant une membrane monocellulaire semblable à celle déjà décrite. Cet aspect s'observe le plus souvent dans les cultures de foie de mouton.

Quel que soit le type de migration observée, les membranes de cellules épithéliales deviennent confluentes vers la 5^e semaine et il est alors possible d'effectuer la première subculture.

b) Cultures de cellules dispersées

Le démarrage de la culture, plus précoce que lorsqu'il s'agit d'explants, intervient entre le 5^e et le 10^e jour. Il se signale aussi par l'apparition de fibroblastes et de macrophages qui se multiplient plus ou moins, alors que les cellules hépatiques adhèrent fortement au support sans se multiplier. Puis ces dernières s'étalent progressivement et se multiplient pour former des îlots de cellules étroitement juxtaposées. Ces îlots deviennent rapidement confluentes et sont formés de cellules dont la morphologie varie en fonction du milieu utilisé.

En milieu de Hanks LA-YE on observe, soit une population homogène de cellules

d'aspect fibroblastique, se développant comme les fibroblastes parallèlement à certains axes directionnels mais en différant par leur forme moins effilée et leur noyau peu allongé, soit une population mixte formée de travées de cellules d'aspect fibroblastique enserrant des îlots plus ou moins vastes de cellules épithéliales à contour polygonal, à cytoplasme plus ou moins granuleux et dont le noyau rond ou ovale contient 1 à 3 nucléoles.

Ces îlots épithéliaux peuvent contenir deux types de cellules :

Cellules du premier type : cellules à contour polygonal, à cytoplasme assez granuleux, surtout autour du noyau qui est rond ou ovalaire et contient un, deux, parfois trois nucléoles arrondis et de taille régulière. Les cellules binucléées ne sont pas rares.

Cellules du deuxième type : l'aspect est identique mais le cytoplasme est nettement moins granuleux et de ce fait la cellule paraît plus claire lorsqu'on l'examine à l'état vivant. Ce type cellulaire est plus fréquemment observé que le précédent et on trouve aussi un certain nombre de cellules binucléées.

En milieu de Earle à 10 p. 100 de sérum de veau, se développent des cellules épithéliales de type I ou II, en nombre moindre, des cellules fibroblastiques qui disparaissent progressivement après 3 à 4 subcultures.

Quel que soit le milieu utilisé, la couche monocellulaire est complète entre le 10^e et le 20^e jour et le 1^{er} transfert peut être alors effectué.

Qu'il s'agisse de cultures d'explants ou de cellules dispersées, on observe toujours quelques cellules « géantes » de type épithélial atteignant 3 à 4 fois la taille d'une cellule normale, à gros noyau dont le ou les nucléoles ont souvent une forme irrégulière. Il s'agit sans doute de cellules « dégénérées ».

2. Subcultures et évolution des lignées

Après le premier transfert, les cellules adhèrent en quelques heures puis se multiplient et forment en 7 à 15 jours un tapis complet de cellules présentant, selon le milieu employé, les caractères morphologiques déjà décrits, tandis que fibroblastes et macrophages semblent

disparaître des cultures. Les repiquages suivants sont faits tous les 7 à 15 jours.

Après cette phase de culture exponentielle qui peut durer 2 à 3 mois (4 à 6 passages) les cultures entrent en phase de dégénérescence. Le cytoplasme devient granuleux, de nombreux débris cytoplasmiques apparaissent, les cellules « gonflent » et les mitoses se raréfient avant de disparaître; puis la culture meurt.

Cependant, à partir d'une de ces cultures, s'est développée une lignée comptant actuellement 71 passages et 2 ans de vie (lignée HFB-RIOCHE) (13).

3. Caractérisation des cellules

Bien que la morphologie des cellules épithéliales n'évoque pas toujours l'hépatocyte, la présence de glycogène dans le cytoplasme permet d'affirmer qu'il s'agit de cellules du parenchyme. Nous avons aussi noté la présence de glycogène dans les cellules fibroblastoïdes.

4. Chromosomes

L'étude des caryotypes n'a pas été faite systématiquement mais plusieurs analyses ont montré que les cellules restaient diploïdes. Seule la lignée HFB possède un caryotype anormal.

COMMENTAIRES

La culture de cellules hépatiques de mouton est plus difficile que celle du foie de bovin. Trois lots différents de sérum de mouton, testés sur certaines cultures se sont révélés toxiques; c'est le sérum de veau qui donne le meilleur résultat.

Il est préférable d'instaurer les cultures primaires à partir de suspensions de cellules dispersées plutôt que d'explants. Avec ceux-ci, en effet, la réussite de la culture est plus aléatoire et son démarrage est toujours retardé par rapport à celui des cellules dispersées. Ceci est en accord avec les observations de ZUCKERMAN et collab. (16) relatives aux cultures d'hépatocytes fœtaux humains.

L'action de la trypsine doit cependant être ménagée car les hépatocytes semblent assez sensibles à cette enzyme. Ceci nous a été confirmé par KAIGHN (7) qui utilise dans les cultures d'hépatocytes humains ou de primates,

une solution tamponnée contenant 1 p. 1.000 de trypsine, 1 p. 1.000 de collagénase et 1 p. 100 de sérum de poulet qui protège les hépatocytes contre l'action de ces enzymes.

Qu'il s'agisse d'explants ou de cellules dispersées, la culture ne présente plus de difficultés lorsque la multiplication cellulaire a débuté et le cycle biologique des lignées obtenues comprend les trois phases décrites par HAY-FLICK et MOORHEAD (4):

- Phase I : culture primaire.
- Phase II : croissance exponentielle.
- Phase III : dégénérescence et mort.

Comme le montre la plupart des travaux qui concernent la culture des cellules hépatiques fœtales, celles-ci ne nécessitent pas pour se développer *in vitro* les conditions strictes d'aérobiose indispensables à l'hépatocyte adulte. Nos cultures se développent parfaitement à l'état immergé et en flacons hermétiquement clos dans lesquels le rapport volume de l'air des flacons sur volume de milieu est égal à 9/1 environ.

La disparition rapide des fibroblastes et macrophages dans les cultures paraît due à la présence d'hydrolysats de lactalbumine dans le milieu. Cette substance semble favoriser en effet le développement des hépatocytes en particulier (HILLIS et BANG, 5) et des cellules épithéliales en général (MICHL, 11).

Du fait de la disparition de ces cellules, nous ne nous sommes pas préoccupés de leur origine « histologique » qui est classiquement rapportée respectivement aux cellules du conjonctif et aux cellules histiocytaïres, encore que FREDERIC (3) ait démontré chez l'embryon de poulet la transformation d'hépatocytes en macrophages. Le problème de la caractérisation des hépatocytes se pose surtout au sujet des cellules épithéliales. En effet, divers auteurs, notamment SANDSTRÖM (14) pensent que du fait de sa variabilité, la morphologie de ces cellules ne peut constituer un critère sûr d'identification car celles-ci peuvent provenir du parenchyme ou de l'endothélium sinusoidal.

Lorsqu'il est conservé l'aspect général de l'hépatocyte correspond aux cellules du premier type décrit. Cet aspect souvent observé chez d'autres espèces animales est classiquement

considéré comme caractéristique de l'hépatocyte en culture. La présence de glycogène dans le cytoplasme de nos cellules de type I confirme d'ailleurs leur nature hépatocytaire. Nous avons aussi noté la présence de glycogène dans les cellules de type II et les cellules fibroblastoïdes. Nous pensons qu'il s'agit aussi d'hépatocytes dont les caractéristiques morphologiques ont été plus ou moins modifiées au cours de l'adaptation à la vie *in vitro*.

A la lumière de travaux récents, la caractérisation de l'hépatocyte peut aussi être assurée par la mise en évidence de certaines activités de synthèse, spécifiques de ces cellules, telles que la synthèse des α -foetoprotéines spécifiques par l'hépatocyte fœtal (VAN FURTH et collab., 15); (LURIA et collab., 10) ou de l'albumine par la cellule fœtale et adulte (LE GUILLY et collab., 9); (LURIA et collab., 10); (HULL et collab., 6). Nous avons tenté de mettre en évidence la synthèse d'albumine uniquement pour l'identification des cellules de la lignée HFB.

L'étude *in vitro* de la sensibilité des hépatocytes de ruminants à certains virus est en

cours et les premiers essais nous ont permis de constater la sensibilité des hépatocytes bovins au virus de la peste bovine (PB) et leur insensibilité au virus de la peste des petits ruminants (PPR). Si cette dernière se confirme au cours de nouveaux essais, ces cultures pourront constituer un système utile pour l'étude de ces virus dont les parentés antigéniques sont très étroites.

CONCLUSION

Malgré quelques échecs, la culture des hépatocytes fœtaux de ruminants ne présente pas de difficultés majeures et permet si on le désire, d'obtenir des cultures en masse.

L'évolution de ces cultures et l'aspect morphologique des divers types cellulaires observés sont comparables à ceux qui ont été décrits chez d'autres espèces animales.

L'étude de la sensibilité de ces cellules à divers virus nous renseignera sur leur utilisation éventuelle en virologie.

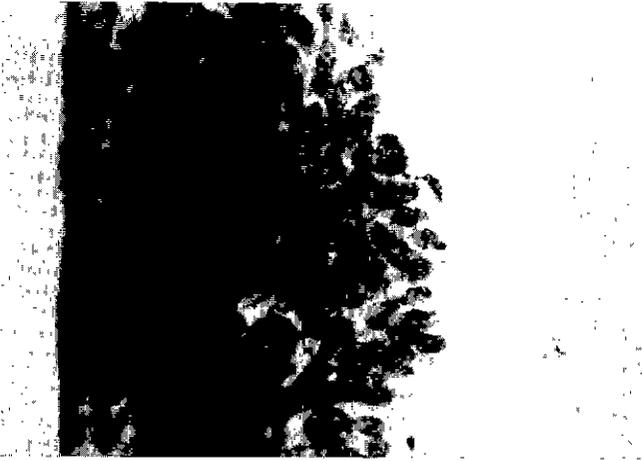


Photo 1. — Culture primaire d'explants (bovin), 8^e jour. Migration des cellules sous forme de membrane (May-Grünwald-Giemsa).
Objectif : 10 ×; Oculaire : 5 ×.

Photo 2. — Culture primaire d'explants (mouton), 21^e jour. Migration de cellules isolées dont certaines commencent à s'étaler. Matériel vivant.
Objectif : 10 ×; Oculaire : 5 ×.

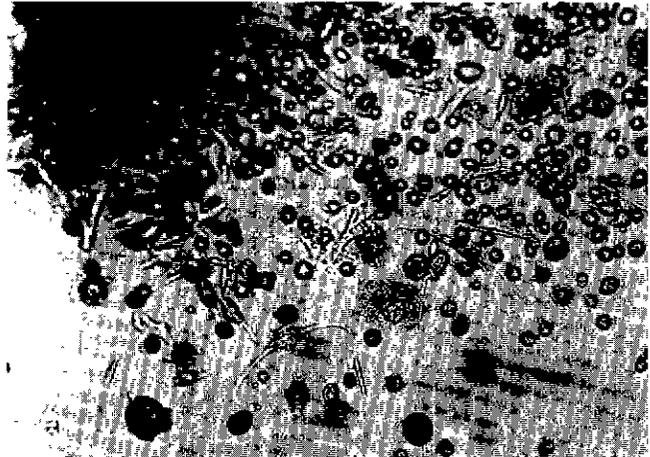
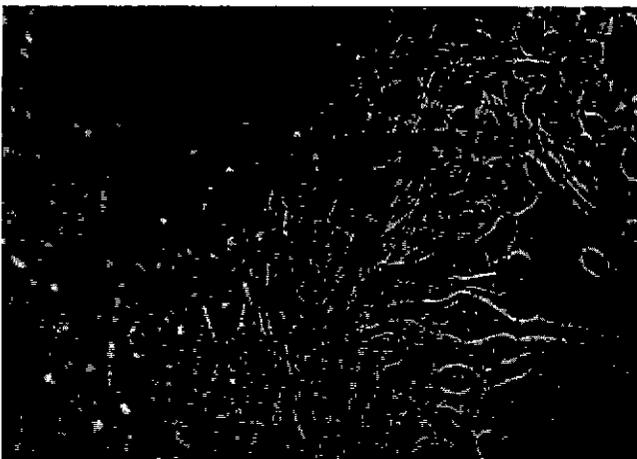
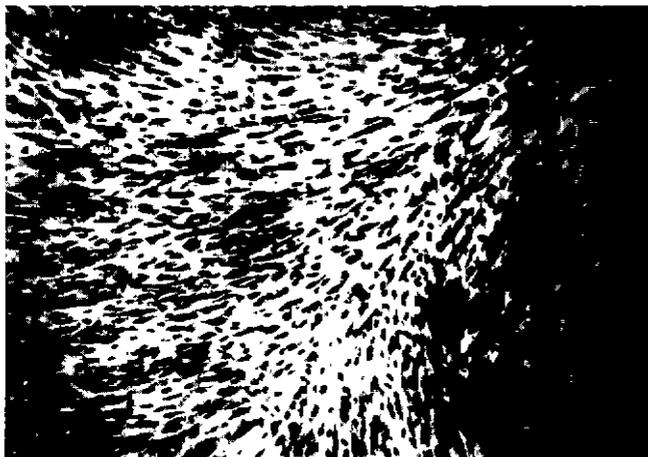


Photo 3. — Même culture que le n^o 2. 23^e jour. Certaines cellules commencent à former une « membrane ». Matériel vivant.
Objectif : 10 ×; Oculaire : 8 ×.





Phot 4. — Culture de cellules hépatiques fœtales de mouton. 1^{er} passage. 9^e jour.
Cellules fibroblastoïdes.
(May-Grünwald-Giemsa).
Objectif : 10 ×; Oculaire : 8 ×.

Photo 5. — Culture de cellules hépatiques fœtales de bovin. 2^e passage. 10^e jour.
Ilot de cellules épithéliales de type II entouré de cellules fibroblastoïdes.
(May-Grünwald-Giemsa).
Objectif : 25 ×; Oculaire : 5 ×.



Photo 6. — Culture de cellules hépatiques fœtales de bovin. 1^{er} passage. 4^e jour.
Ilot de cellules épithéliales de type I.
(May-Grünwald-Giemsa).
Objectif : 25 ×; Oculaire : 8 ×.

SUMMARY

In vitro culture of foetal liver cells of ruminants

The author reports the methods used for the *in vitro* culture of ruminants foetal liver cells (cattle, sheep and goat) and the results obtained. Comments are made mainly on characterization of liver cells *in vitro* culture. Study of sensibility of these cells to various virus is in progress.

RESUMEN

Cultivo *in vitro* de células hepáticas fetales de rumiantes

El autor describe los métodos utilizados para el cultivo *in vitro* de células hepáticas fetales de rumiantes (bovino, oveja, cabra) y los resultados obtenidos. Comenta principalmente la caracterización de los hepatocitos en cultivo. El estudio de la sensibilidad de dichas células para con varios virus está realizándose.

BIBLIOGRAPHIE

1. EARLE (W. R.). *J. nat. Cancer Inst.*, 1943, **4**: 165.
2. FRANKLIN (R. M.), RUBIN (H.) et DAVIS (C. A.). The production, purification and properties of Newcastle disease virus labelled with radio-phosphorus. *Virology*, 1957, **3**: 96-114.
3. FREDERIC (J.). La transformation histiocytaire des cellules hépatiques cultivées *in vitro* et son déterminisme. *Rev. Hematol.*, 1951, **6**: 423-447.
4. HAYFLICK (L.) et MOORHEAD (P. S.). The serial cultivation of human diploid cell strains. *Exp. Cell Res.*, 1961, **25**: 585-621.
5. HILLIS (W. D.) et BANG (F. B.). The cultivation of human embryonic liver cells. *Exp. Cell Res.*, 1962, **26**: 9-36.
6. HULL (E. W.), CARBONE (P. P.), O'CARA (R. W.), MOERTEL (Ch. G.), O'CONOR (G. T.) et SMITH (C. F.). (National Cancer Institute, Bethesda; Maryland and Mayo Clinic, Rochester, Minnesota) Studies of α -fetoprotein (α -FP) in primates. Communication au Centre international de Recherches sur le cancer, juillet 1969. (Non publiée.)
7. KAIGHN (E.). (The New-York Blood Center) Communication personnelle.
8. KUYPER (Ch. M. A.), SMET (L. A.) et PIEK (A. C. M.). The life cycle of a strain of liver cells cultivated *in vitro*. *Exp. Cell Res.*, 1962, **26** (1): 217-219.
9. LE GUILLY (Y.), LENOIR (P.) et BOUREL (M.). Synthèse de protéines exportables par les primocultures de foie humain adulte. *C.R. Acad. Sci., Paris*, 1971, série D, **272**: 973-976.
10. LURIA (E. A.), BAKIROV (R. D.), YELISEYEVA (T. A.), ABELEV (G. I.) et FRIEDENSTEIN (A. Y.). Differentiation of hepatic and hematopoietic cells, and synthesis of blood serum proteins in organ culture of the liver. *Exp. Cell Res.*, 1969, **54**: 111-117.
11. MICHL (J.). Metabolism of cells in tissue culture *in vitro*: II. long term cultivation of cell strains and cells isolated directly from animals in a stationary culture. *Exp. Cell Res.*, 1962, **26**: 129-135.
12. PIEK (A. C. M.) et KUYPER (Ch. M. A.). Establishment of an epithelial cell strain from calf liver in continuous culture. *Experientia*, 1961, **17**: 115-116.
13. RIOCHE (M.). Etablissement et caractéristiques d'une lignée cellulaire d'hépatocytes fœtaux de bovin (lignée H.F.B.). (En préparation.)
14. SANDSTRÖM (B.). Studies of cells from liver tissue cultivated *in vitro*. *Exp. Cell Res.*, 1965, **37**: 552-568.
15. VAN FURTH (R.) et ADIMOLFI (M.). *In vitro* synthesis of the foetal -globulin in man. *Nature*, 1969, **222**: 1296-1299.
16. ZUCKERMANN (A. J.), TSIQUAYE (K. N.) et FULTON (F.). Tissue culture of human embryo liver cells and the cytotoxicity of aflatoxin. *Brit. J. exp. Path.*, 1967, **48**: 20.

Le polymorphisme biochimique chez les bovins : Etude de la Glucose-6-Phosphate Déshydrogénase

par J.-P. PETIT (*) et R. QUEVAL (**)

RESUME

Après avoir rappelé le rôle de la glucose-6-phosphate déshydrogénase dans le cycle des pentoses chez les animaux, les auteurs déterminent la déficience en cet enzyme érythrocytaire chez 108 zébus arabes et chez 61 taurins Kouri. L'analyse statistique complète des résultats, reprenant les données brutes de NAIK et BAXI sur 6 autres races de zébus Indien et Pakistanais, ne permet pas de retenir comme différence biologique entre zébus et taurins la déficience en G-6-PD. On ne peut pas non plus établir de corrélation avec la classification des zébus Indiens de JOSHI et PHILLIPS. On peut actuellement penser qu'il s'agit seulement d'une caractéristique raciale chez les bovins.

I. INTRODUCTION

Les propriétés zootechniques et biologiques des bovins ne suffisent plus à la connaissance approfondie des races.

Il devient impératif de trouver de nouveaux critères quantitatifs ou même qualitatifs correspondant génétiquement aux propriétés biologiques que l'homme cherche à exploiter. Dans cette voie se trouve l'approfondissement des définitions raciales par détermination de la nature des hémoglobines, des groupes sanguins, des composants du plasma, etc., tous critères biochimiques.

La glucose-6-phosphate déshydrogénase, par son importance dans le métabolisme, pourrait avoir un intérêt de ce point de vue. Son étude s'intègre dans celle des systèmes polymorphiques chez les espèces animales domestiques, particulièrement développés chez les bovins, où trente-trois systèmes immunogénétiques et ché-mogénétiques ont été analysés.

II. LA GLUCOSE-6-PHOSPHATE DESHYDROGENASE CHEZ L'HOMME ET CHEZ L'ANIMAL

Le rôle de la glucose-6-phosphate déshydrogénase (G-6-PD, NADD ou oxydoréductase) a été montré en 1931 par WARBURG (13). Elle a été isolée à partir de levures dès 1950 par KORNBERG (8), puis à partir d'hématies en 1960 par MARKS et collab. (9). Cet enzyme permet l'oxydation du glucose-6-phosphate en 6-phospho-gluconolactone au début du cycle des pentoses (fig. 1); le co-facteur étant ici le nicotinamide-adénine-dinucléotide (NADP) et non le NAD (***) . Ce cycle amène à l'acide ribo-nucléique (ARN) par l'intermédiaire du ribulose-6-phosphate et des nucléosides.

Le cycle des pentoses a une importance particulière chez les mammifères dans les tissus mammaires pendant la lactation et, en général, dans tous les tissus des animaux supérieurs en voie de prolifération (embryons, glandes).

(*) I.E.M.V.T., Laboratoire de Biochimie, 10, rue Pierre Curie, 94 Maisons-Alfort, France.

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

(***) Voir liste des abréviations.

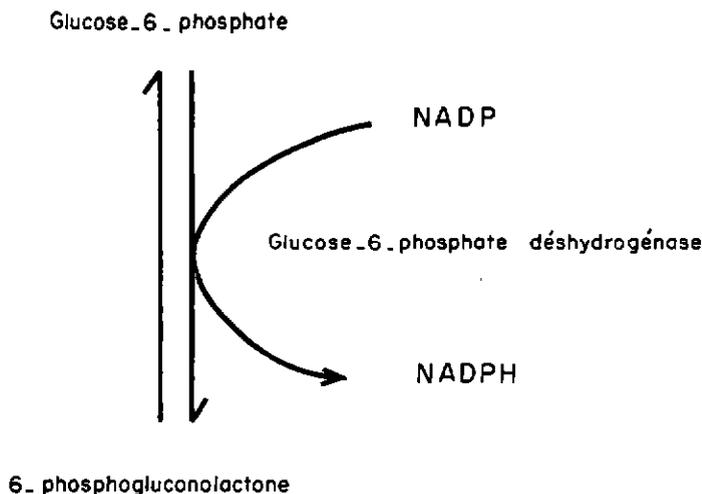


Fig. 1. — Oxydation de glucose-6-phosphate au début du cycle des pentoses, cette réaction étant catalysée par la G-6-PD et couplée à l'hydrogénation du nucléotide-adénine-dinucléotide phosphorylé (NADP). Ce cycle permet la synthèse de l'ARN.

On trouve cet enzyme surtout dans les hématies, dans le foie, les reins et la moelle osseuse. Il augmente considérablement dans les cas de carcinomes hépatiques; lors du métabolisme hépatique normal, la moitié du glucose est utilisée par la voie des hexoses monophosphates et des pentoses, l'autre moitié prenant la voie d'*Embden-Meyerhoff* (*).

1. Chez l'homme

CARSON et collab. (1956) (4) ont montré que le déficit en glucose-6-phosphate déshydrogénase des hématies est la cause d'accidents hémolytiques après absorption de certains antipaludéens de synthèse tels que la primaquine (primaquine-sensibilité), après ingestion de substances chimiques telles que les nitrofuranes, la phénacétine, les sulfonamides, la naphthaline ou de légumes comme la fève (*Vicia fava*).

La sensibilité des hématies à la primaquine, due à un déficit enzymatique en G-6-PD, est liée à une prédisposition raciale; ainsi dans la race noire américaine, ce déficit enzymatique a été observé chez environ 13 p. 100 des hommes et 3 p. 100 des femmes. Dans les régions périméditerranéennes, les pourcentages sont sensiblement les mêmes parmi diverses races ou ethnies telles que les sardes, les grecs, les juifs, etc.

Le polymorphisme génétique de la G-6-PD érythrocytaire chez l'homme a été étudié par BOYER, PORTER et WEILBACHER (1962) (3), KIRKMAN et HENDRICKSON (1963) (7) qui ont établi l'existence de deux variétés normales de G-6-PD qui diffèrent par leur mobilité électrophorétique. Le type B est le plus répandu et le type A ne se rencontre que chez les sujets de race noire (phénotypes normaux A⁺ et B⁺). Deux autres variétés normales : C⁺ (ou Baltimore) et Ibadan paraissent plus rares que les types A⁺ et B⁺.

Le déficit en G-6-PD des hématies peut avoir pour origine : l'absence d'enzyme ou bien la substitution à l'enzyme normale active d'un variant moins actif ou inactif. Fréquent chez les Noirs, le déficit en G-6-PD ne frappe que les sujets de type A. Le Blanc déficient est toujours du type B (phénotypes déficients respectivement A⁻ et B⁻). La transmission du type de G-6-PD est héréditaire.

2. Chez les animaux

La G-6-PD érythrocytaire a été mise en évidence par BAXI et collab. (1963) (1) chez les équidés (cheval, mulet, âne), le chien, le porc et le lapin.

NAIK, BAXI et BHATIA (1963) (12) rapportent la présence de l'enzyme érythrocytaire chez 60 p. 100 des bovins importés, de race Jersey.

(*) Voir liste des abréviations.

KHANOLKAR et collab. (1963) (6) notent l'absence totale de la G-6-PD chez le mouton et la chèvre.

Plus récemment, **NAIK** et **BAXI** (1968) (11) l'ont étudiée parmi six races bovines des Indes et indiquent les fréquences raciales de l'enzymopénie : Malvi (29,5 p. 100), Gir (31,0 p. 100), Rath (31,75 p. 100), Khillari (35,72 p. 100), Dangi (39,55 p. 100) et Kankrej (50,0 p. 100).

En résumé, selon cet ensemble de travaux, on note 3 grands groupes parmi les animaux domestiques :

- groupe I, présence constante de la G-6-PD chez tous les individus, c'est le cas du cheval et du lapin,
- groupe II, espèces telles que le bœuf, le chien et le porc possédant soit des individus normaux, soit des individus déficitaires en G-6-PD,
- groupe III : les petits ruminants tels que le mouton et la chèvre se caractérisant par une absence totale de l'enzyme érythrocytaire.

Ce travail, après détermination de l'activité de la G-6-PD chez les 108 zébus et 61 taurins, reprend l'analyse statistique faite par **NAIK** et **BAXI** en 1968, pour essayer de tirer des conclusions élargies tenant compte des nouvelles déterminations.

III. MATERIEL ET METHODE

La détermination de l'activité de la G-6-PD a porté sur un groupe de cent huit zébus arabes (*Bos indicus*) et un lot de soixante et un taurins Kouris (*Bos taurus*), tous de sexe mâle.

Les échantillons de sang ont été prélevés et recueillis aseptiquement sur héparine, puis examinés immédiatement ou conservés environ 18 heures à une température de + 4° C.

Ce mode opératoire est impératif, si l'on ne veut pas s'exposer à trouver des activités nulles pour des animaux en réalité à activité enzymatique normale.

Une variante du test au bleu crésyl brillant de **MOTULSKY** et **CAMPBELL-KRAUT** (1961) (10) a été utilisée pour la détermination semi-quantitative de cet enzyme érythrocytaire.

a) Principe

Le test est basé sur le principe suivant : le NADPH (nicotinamide-adénine-dinucléotide phosphorylé, dérivé hydrogène) (*) formé grâce à l'action de la G-6-PD réduit le bleu crésyl brillant en un composé incolore.

Le bleu crésyl brillant remplit deux fonctions dans ce test : d'une part, il est l'indicateur de la formation du NADPH et, d'autre part, il stimule l'activité du cycle des pentoses.

b) Mode opératoire

La technique suivie a été mise au point par **BERGER** (1965) (2).

A partir des échantillons sanguins héparinés, on prélève à la micropipette 0,05 ml de sang total que l'on expulse dans un tube à hémolyse contenant 2,5 ml d'eau distillée. Après une agitation vigoureuse, on laisse 10 mn pour obtenir une hémolyse complète. Dans les tubes réactifs, un ml d'hémolysat est additionné à 0,5 ml d'un substrat tamponné à pH 8,5 [tris (hydroxyméthyl) aminométhane]. Une huile minérale est ensuite ajoutée (2 ml) pour prévenir l'oxydo-réduction du colorant. Les tubes sont placés au bain marie à 37° C et à l'obscurité (temps zéro).

Quarante cinq mn après la mise en route du test, les temps de décoloration sont notés toutes les 5 - 10 mn.

Avec un sang normal, la décoloration totale apparaît entre 50 et 100 mn. Les échantillons encore colorés après 2 heures sont considérés comme déficitaires en G-6-PD.

c) Analyses statistiques

Elles ont été menées sur ordinateur pour saisir toutes les interprétations possibles et pour garantir la précision des résultats.

La stratégie suivie se résume ainsi : test X² globaux, puis partiels pour localiser les différences significatives au seuil habituel de 5 p. 100. Des particularités apparaissant ainsi pour les races Kankrej et Dangi, les calculs ont été repris pour observer l'influence de chacune de ces races sur les résultats antérieurs et pour

(*) Voir liste des abréviations.

déterminer une éventuelle communauté entre elles.

IV. RESULTATS

Séparés par groupe de bovins et par race, ils sont rassemblés dans le tableau I, et com-

parés globalement dans le tableau II. On constate immédiatement que tous les X^2 globaux incluant la race Kankrej sont significatifs alors que la seule exclusion de cette race ne permet plus de dire que les variations observées dans la déficience en G-6-PD soient dues à un autre facteur que le hasard.

TABLEAU N° I

Détermination de la Glucose-6-Phosphate déshydrogénase chez huit races de bovins et pourcentage des animaux trouvés déficients dans chacune d'elles.

Nature des bovins		Nombre total	Données brutes : nb. d'animaux ayant une G - 6 - PD		Auteurs	Calculs
Groupe	Race		normale +	déficiente -		pourcentage déficience recalculés
<i>Bos taurus</i>	(1) Kouri	61	39	22	Petit (J.P.), Queval (R.)	36,07
<i>Bos indicus</i>	(2) zébu arabe	108	70	38	Petit (J.P.), Queval (R.)	35,19
Groupe zébu indien selon Joshi	(3) Kankrej	230	115	115	Naik (S.N.), Baxi (J.)	50,00
	(4) Malvi	200	141	59		29,50
	II (5) Rath	126	86	40	Naik (S.N.), Baxi (J.)	31,75
	III (6) Dangri (7) Gir	220	131	89	Naik (S.N.), Baxi (J.)	40,45
		200	138	62	Naik (S.N.), Baxi (J.)	31,00
IV (8) Khillari	210	135	75	Naik (S.N.), Baxi (J.)	35,71	

TABLEAU N° II

Tests globaux indiquant le rôle très particulier de la race Kankrej qui masque toutes les autres différences.

Races comparées du point de vue déficience en G-6-PD	Valeur X^2	Nombre d.d.l.	S	N.S.	Seuil de signification
Race Kankrej (3) incluse					
1 2 3 4 5 6 7 8	27,558	7	x		1 p.1000
3 4 5 6 7 8	27,322	6	x		1 p.1.000
3 4 5 6 8	23,185	4	x		1 p.1.000
3 5 6 7 8	21,032	4	x		1 p.1.000
3 5 6 8	14,605	3	x		1 p.100
Race Kankrej exclue					
1 2 4 5 6 7 8	7,387	6		x	
4 5 6 7 8	7,252	4		x	
5 6 7	4,871	2		x	

Les numéros indiqués dans la première colonne sont ceux correspondant aux diverses races selon ce qui est indiqué dans le tableau I.

TABLEAU N° III

Comparaison de toutes les races étudiées aux races Kankrej et Dangi.

Races comparées	Valeur du χ^2 calculée	Seuil de signification	Signification	Valeur du χ^2 selon Naik et Collab.
(3) Kankrej et 1	3,75740		N.S.	
- 2	6,51026	2 p.100	S	
- 4	18,66140	1 p.1.000	S	21,3
- 5	11,03408	1 p.1.000	S	11,04
- 6	4,13418	5 p.100	S	4,10
- 7	15,94557	1 p.1.000	S	15,94
- 8	9,13082	1 p.100	S	9,12
(6) Dangi et 1	0,38496		N.S.	
- 2	0,84769		N.S.	
- 3	4,13418	5 p.100	S	4,10
- 4	5,50884	2 p.100	S	5,56
- 5	2,59841		N.S.	
- 7	4,06682	5 p.100	S	4,06
- 8	1,02326		N.S.	

Pour chaque ligne, on a 1 degré de liberté (d.d.1.). On remarque surtout qu'on ne trouve aucune différence entre les zébus Kankrej et les taurins Kouri, l'ancienneté des Kouri pouvant être rapprochée de celle qu'on reconnaît à la race Kankrej, sans qu'aucune conclusion puisse en être tirée.

Quand on compare les races deux à deux, aucune différence significative n'apparaît sauf quand la race Kankrej ou Dangi est concernée. Le tableau III expose les huit différences trouvées significatives dans les comparaisons où figurent ces deux races.

La race Kankrej semble avoir la particularité de posséder autant d'animaux déficients en G-6-PD que d'animaux normaux. C'est une race qui semble très ancienne, si l'on en juge par les dessins et les sculptures d'un sceau, trouvé dans les fouilles de MOHENJO-DARO au Pakistan (région du Sud). Ceux-ci représentent des types de bétail analogue, ils datent d'environ 3.000 avant J.C.

La race Malvi ressemblerait par certains aspects (du pelage et des cornes en particulier) à la race Kankrej, on ne note cependant aucune ressemblance du point de vue de la G-6-PD.

V. DISCUSSION

La première hypothèse de travail qui méritait d'être vérifiée concernait une éventuelle différence entre les deux grands types de

bovins, taurins (*Bos taurus*) et zébus (*Bos indicus*). Les tests permettent d'abandonner cette hypothèse (tableau II, lignes 1 et 6) au moins jusqu'à ce qu'on puisse comparer un nombre plus important de données chez les diverses races de taurins. Il est tout de même assez curieux de constater que parmi toutes les races comparées au zébu Kankrej, seuls les taurins Kouri ne présentent pas de différence significative et de ce fait peuvent être considérés comme les plus proches quant à la déficience en G-6-PD.

La deuxième hypothèse concerne la classification des zébus de l'Inde et du Pakistan réalisée par JOSHI et PHILLIPS : elle trouverait un support biochimique intéressant si on pouvait établir une correspondance avec l'arsenal en G-6-PD dont chaque groupe dispose.

L'analyse des résultats de NAIK couplés aux nôtres, montre effectivement une différence significative entre les groupes suivants : I-II, I-III et I-IV; mais aucune entre les autres. Si on supprime la race Kankrej dans les comparaisons du groupe I, aucune ne demeure significative. L'ensemble des résultats permet donc de rejeter cette 2^e hypothèse et la race

Dangi, qui semblait être différente des autres, ne l'est pas suffisamment pour caractériser le groupe III : les différences entre race sont donc plus importantes que celles entre groupe.

VI. CONCLUSION

Il semble bien que la G-6-PD ne puisse pas être retenue comme base biochimique de la classification en groupe de JOSHI et PHILLIPS et qu'elle représente simplement une caractéristique raciale indépendante de la nature de zébu ou de taurin.

L'étude de la distribution de la déficience en G-6-PD chez les bovins amène à considérer deux groupes significativement différents.

Cette distribution a les caractéristiques suivantes : $m = 36,21 \text{ p. } 100 \pm 6,75 \text{ p. } 100$. L'intervalle de confiance de la déficience moyenne en G-6-PD chez les bovins, calculée

d'après cet échantillon de 8 races, se situe donc entre 42,96 p. 100 et 29,46 p. 100. On voit tout de suite que seule la race Kankrej est à part dans cet échantillon et constitue à elle seule l'un des groupes.

Du point de vue de la déficience en G-6-PD, on peut donc constituer parmi les bovins étudiés deux groupes :

- groupe A : caractérisé par une déficience relativement grande en G-6-PD, située entre 40 et 50 p. 100. On y range les races Kankrej et Dangi;
- groupe B : caractérisé par une déficience relativement faible en G-6-PD, située entre 36 et 25 p. 100. Ce groupe comprend le zébu arabe, les autres races de zébus indiens, et, à la limite, les taurins Kouri.

Une étude plus importante des taurins devrait permettre de les ranger dans l'un des deux groupes, la place des Kouris pouvant rester intermédiaire.

LISTE ALPHABETIQUE DES ABREVIATIONS

- ARN : Acide ribonucléique.
- NAD : Nicotinamide-Adénine-dinucléotide. Nom moderne pour le DPN de Warburg. C'est un coferment de transhydrogénation sous sa forme oxydée (forme réduite : NADH). Il intervient dans la voie d'Embden-Meyerhoff.
- NADP : C'est le phospho-NAD. Nom moderne pour le TPN de Warburg. C'est un coferment de transhydrogénation sous sa forme oxydée (forme réduite : NADPH). Il intervient dans le cycle des pentoses.
- Voie d'Embden-Meyerhoff : chaîne de dégradation du glycogène par voie anaérobie, telle qu'elle se déroule dans le muscle.

SUMMARY

Biochemical polymorphism in cattle : glucose-6-phosphate dehydrogenase study

The authors recall the part of glucose-6-phosphate dehydrogenase in the pentose cycle in animals. Afterwards, they determine the erythrocyt enzym deficiency in 108 Arab zebu cattle and in 61 Kouri taurin cattle. The complete statistical analysis, including the data of NAIK and BAXI in 6 other breeds of indian and pakistan zebu, does not allow to hold as biological difference between *Bos indicus* and *Bos taurus*, the G-6-PD deficiency. It is not possible either to establish correlation with JOSHI'S and PHILLIPS' indian zebu cattle classification. Now one can think it is only a question of breed features in cattle.

RESUMEN

El polimorfismo bioquímico en los bovinos : Estudio de la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa

Los autores indican el papel de la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa en el ciclo de las pentosis en los animales. Despues, determinan la deficiencia de este enzimo eritrocitario en 108 cebus árabes y en 61 bovinos

Kouri. El análisis estadístico completo de los resultados, volviendo a utilizar los datos integros de NAIK y BAXI sobre 6 otras razas de cebus de India y de Pakistan, no permite indicar como diferencia biologica entre cebus y bovinos la deficiencia de G-6-PD. No se puede tampoco establecer una correlación con la clasificación de los cebus de India de JOSHI y PHILIPS. Actualmente se puede pensar que solo se trata de una característica racial en los bovinos.

BIBLIOGRAPHIE

1. BAXI (A. J.), NAIK (S. N.) et BHATIA (H. M.). Erythrocytic glucose-6-phosphate dehydrogenase in various animal species. *Curr. Sci.*, 1963, **32** : 405-406.
2. BERGER (L.). The semi quantitative determination of the glucose-6-phosphate dehydrogenase activity in red cells or other fluids. *Sigma Techn. Bull.*, 1965, **5** (400).
3. BOYER (S. H.), PORTER (I. H.) et WEILBACHER (R. G.). Electrophoretic heterogeneity of glucose-6-phosphate dehydrogenase and its relationship to enzyme deficiency in man. *Proc. natn. Acad. Sci., U.S.A.*, 1962, **48** : 1868.
4. CARSON (P. E.), FLANAGAN (C. L.), ICKES (C. E.), ALVING (A. S.). Enzymatic deficiency in primaquine-sensitive erythrocytes. *Science*, 1956, **124** : 484.
5. JOSHI (N. R.) et PHILLIPS (R. W.). Les zébus de l'Inde et du Pakistan. Rome, F.A.O., 1955. (Coll. Etude agricole F.A.O. n° 19.)
6. KHANOLKAR (V. R.), NAIK (S. N.), BAXI (A. J.) et BHATIA (H. M.). Studies in hemoglobin variants and glucose-6-phosphate dehydrogenase in Indian sheep and goat. *Experimentia*, 1963, **19** : 472.
7. KIRKMAN (H. N.) et HENDRICKSON (E. M.). Sex linked electrophoretic differences in glucose-6-phosphate dehydrogenase. *Am. J. hum. Genet.*, 1963, **15** : 241.
8. KORNBERG (A.). Enzymatic synthesis of Triphosphopyridine nucleotid. *J. biol. Chem.*, 1950, **182** : 805.
9. MARKS (P. A.) et BANKS (J.). Inhibition of mammalian glucose-6-phosphate dehydrogenase by steroid. *Proc. natn. Acad. Sci. U.S.A.*, 1960, **46** : 447.
10. MOTULSKY (A. G.) et CAMPBELL-KRAUT (J. M.). Proceeding of the Conference on genetic. Polymorphisms and geographic variations in disease N.Y. pp. 159-180.
11. NAIK (S. N.) et BAXI (A. J.). Glucose-6-phosphate dehydrogenase study in indian zebu cattle. XIth European Conference on Animal Blood Group and Biochemical polymorphism., 1968.
12. NAIK (S. N.), BAXI (A. J.) et BHATIA (H. M.). Blood groups, hemoglobin variants and glucose-6-phosphate dehydrogenase study in the imported « jersey » cattle. *Indian vet. J.*, 1963, **40** (11) : 680.
13. WARBURG (O.) et CHRISTIAN (W.). Action d'un extrait soluble de globules rouges sur l'ester de Robinson. *Biochem. Z.*, 1931, **238** : 131; **242** : 206.

Préparation et méthode de contrôle d'un anthelminthique vétérinaire : l'arséniat d'étain

par G. GRAS (*), CHHAY HANCHENG (*) et F. FAURAN (*)

RESUME

Si de nombreux travaux, dont plusieurs parus dans cette revue, ont montré que l'arséniat d'étain était un excellent anthelminthique, par contre, très peu de renseignements ont été publiés jusqu'à présent en ce qui concerne les méthodes de préparation et d'analyses de ce produit. Afin de combler cette lacune les auteurs font une étude chimique détaillée de l'arséniat d'étain. Ils indiquent en particulier des méthodes très simples de dosage de l'étain en présence d'arsenic et réciproquement. L'application de ces méthodes à l'analyse de l'arséniat d'étain a permis ensuite d'étudier et de définir les conditions de formation de ce composé. La formule du produit obtenu est celle de l'arséniat monoacide stanneux SnHASO_4 , $1/2 \text{H}_2\text{O}$.

Les propriétés chimiques de l'arséniat d'étain sont dominées par deux propriétés fondamentales :

1. L'arséniat d'étain s'oxyde lentement à l'air et à la lumière; cette oxydation est accélérée par la température.
2. L'arséniat d'étain s'hydrolyse en solution aqueuse en libérant des quantités relativement importantes d'arsenic soluble à des pH voisins de la neutralité (entre 6 et 8).

Ces deux observations ont pour conséquence la nécessité d'une part, de conserver le produit en flacon coloré et hermétiquement clos, d'autre part, de l'administrer « à sec » en tablettes ou comprimés, l'ingestion en suspension dans l'eau conduisant à une intoxication arsénicale.

Il est bien connu que les arsénates métalliques occupent une place de choix dans le traitement des helminthiases chez les animaux domestiques. En effet, si d'une part ils sont le plus souvent suffisamment actifs pour être administrés en une seule prise, ils présentent d'autre part l'avantage d'un prix de revient peu élevé, donnée particulièrement importante en Afrique où les possibilités de traitement du cheptel sont étroitement liées à des questions économiques.

En pratique, jusqu'à ces dernières années, seul l'arséniat de plomb a été utilisé sur une

assez grande échelle chez le mouton (Mc CULLOCH, 1941) (22); (GRABER, 1957) (14).

Pourtant, parmi les arsénates métalliques, il semble que l'arséniat d'étain présente a priori de multiples avantages. En effet, si l'arsenic joue un rôle déterminant dans l'activité de ce type de composés, c'est par contre la nature du cation métallique associé qui en détermine les caractères de solubilité, en particulier dans les sucs digestifs, et dès lors, son activité et sa toxicité. Si de surcroît, le cation métallique associé est doué de propriétés anthelminthiques, on obtiendra un renforcement de l'activité.

C'est ainsi qu'il nous a été permis de

(*) Laboratoire de Chimie Analytique et Toxicologie, Faculté Mixte de Médecine et Pharmacie, Dakar.

montrer que l'étain, contrairement au plomb, est doué d'un pouvoir cestodicide (GRAS, 1956) (16); (GRAS et UN, 1966) (20).

Le traitement par les arséniate métalliques d'animaux destinés à être consommés pose en outre le problème des résidus de ces arséniate dans les viandes de boucherie. Il semble donc particulièrement intéressant que le cation ne soit pas toxique car dès lors, seul le problème de l'arsenic doit être pris en considération.

Cette condition est également réalisée dans le cas de l'arséniate d'étain, l'étain n'étant pas toxique, il y a là un nouvel avantage par rapport à l'arséniate de plomb et à beaucoup d'autres arséniate dont les cations sont souvent nocifs.

Ces divers avantages de l'arséniate d'étain ont été entièrement confirmés par les études de CASTEL et GRAS (1), CHHAY HANCHENG (3), GRAS et GRABER (18, 19).

Toutefois, il s'est avéré que l'arséniate d'étain utilisé par ces auteurs et qui s'est révélé être l'arséniate monoacide stanneux était un produit peu connu et mal défini, d'où la nécessité de préciser la préparation et les méthodes d'analyses de ce composé.

Une partie de ces travaux a été rapportée, il y a quelques années, dans la thèse de CHHAY HANCHENG (3). Depuis lors, un certain nombre d'observations supplémentaires nous ont permis de compléter ce travail aussi bien sur le plan pratique que théorique. L'ensemble de ces recherches fait l'objet de la présente note.

ETUDE CHIMIQUE DE L'ARSENATE D'ETAIN

On possède très peu de renseignements sur les arséniate d'étain. Ils ne sont pas décrits dans les ouvrages classiques de chimie minérale français et étrangers. On n'en trouve en particulier qu'une mention très succincte dans le Traité de chimie minérale de PASCAL (23). PRAKASH (24) et PRASAD (25) ont décrit sommairement un arséniate stannique dans une étude consacrée à la formation de gels.

Plus récemment, SHIGETO HAMADA (27) a étudié l'activité insecticide d'un arséniate

d'étain dans le but de le substituer à l'arséniate de plomb dans cet usage. Le composé utilisé par HAMADA est, d'après cet auteur, l'arséniate stanneux SnHAsO_4 .

Les chercheurs soviétiques ont utilisé sur une grande échelle l'arséniate d'étain pour le traitement des helminthiases du mouton et du poulet (*), CHUBABRIYA, 1955 (4), 1957 (5), 1958 (6); ULYANOV, 1957 (30).

Il semble que l'arséniate expérimenté par ces auteurs soit l'arséniate stanneux, mais très peu d'indications sont fournies quant au mode de préparation et d'analyse de ce composé.

Plus récemment (1966), GERGENAVA (13) a apporté quelques précisions sur la fabrication du produit vétérinaire employé en U.R.S.S.

Les aléas de la préparation de l'arséniate d'étain, puis par la suite, de son contrôle, résident presque essentiellement en un problème analytique : le dosage de l'étain en présence d'arsenic et réciproquement.

L'arséniate d'étain devant être utilisé surtout dans les pays en voie de développement, nous nous sommes efforcés de mettre au point des méthodes simples nécessitant un minimum de matériel et de manipulations et donc accessibles aux laboratoires même les plus modestement équipés.

CHOIX D'UNE METHODE DE DOSAGE. ANALYSE DE L'ARSENIC EN PRESENCE D'ETAIN

Diverses tentatives ont été faites pour trouver une méthode de dosage de l'arsenic en présence d'étain.

Tout d'abord, nous avons essayé la méthode gravimétrique (29) en précipitant l'arsenic sous forme de pentasulfure par un courant de H_2S à saturation, en se basant sur la solubilité du sulfure d'étain en milieu fortement chlorhydrique.

Le précipité obtenu est lavé à l'eau distillée, à l'alcool, puis séché à l'étuve jusqu'à poids constant. Ce procédé peu commode est à rejeter car les sulfures d'étain précipitent par-

(*) Voir à ce sujet l'article de GRAS et GRABER, 1964 (18).

TABLEAU N° I
Dosage direct de l'arsenic V en présence d'étain II par
la méthode au bromate

Composition des essais	Valeurs analytiques exprimées en mg d'As		
	Théoriques	Trouvées	Précision de la méthode
1er essai : Na ₂ HAsO ₄ , 7 H ₂ O R.P. 100 mg	24,02	24,18	Moyenne = 24,13
		24,07	Ecart type = ± 0,06
		24,07	Ecart type sur la moyenne = ± 0,027
		24,14	
		24,20	Erreur relative pour P = 0,05 ± 0,3 p.100
2e essai : Na ₂ HAsO ₄ , 7 H ₂ O R.P. 100 mg + SnCl ₂ , 2 H ₂ O 100 mg	24,02	24,00	Moyenne = 24,15
		24,18	Ecart type = ± 0,08
		24,22	Ecart type sur la moyenne = ± 0,036
		24,23	Erreur relative pour P = 0,05 ± 0,41 p.100
		24,12	

tiellement, ce qui entraîne des erreurs par excès.

Par la suite, nous avons tenté d'utiliser la méthode classique de FLEURY (11, 12) qui consiste à réduire l'arsenic pentavalent en arsenic trivalent par l'iodure de potassium en milieu très acide et à éliminer l'iode formé par une solution de thiosulfate de potassium, puis à titrer l'arsenic en milieu bicarbonaté. Cette méthode n'est pas applicable directement car l'étain stanneux consomme une partie de la solution d'iode et intervient au cours de la réduction de l'arsenic par KI.

Dans ces conditions, la méthode la plus rationnelle semble de recourir à une séparation de l'arsenic par distillation. C'est la technique que propose SHIGETO HAMADA. Cet auteur sépare l'arsenic, après réduction, sous forme de trichlorure et dose cet élément en milieu acide par la classique méthode au bromate de potassium (18, 21). Cette méthode donne de bons résultats mais elle est longue à cause de la distillation de l'arsenic.

Or, l'expérience nous a montré qu'à condition de choisir un réducteur convenable, on pouvait doser directement l'arsenic par la méthode au bromate sans avoir besoin de séparer cet élément par distillation.

Dans l'arséniate d'étain, l'arsenic est à l'état d'oxydation + 5 et l'étain à l'état d'oxydation + 2.

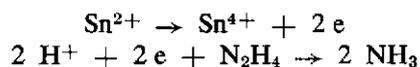
En opérant en milieu sulfurique et à chaud,

Sn²⁺ est oxydé en Sn⁴⁺ avec réduction concomitante de H₂SO₄ en SO₂.

Dans cette première étape, on a donc en présence As⁵⁺ et Sn⁴⁺.

Dans une deuxième étape, nous utilisons comme réducteur le sulfate d'hydrazine. Ce composé présente un double avantage :

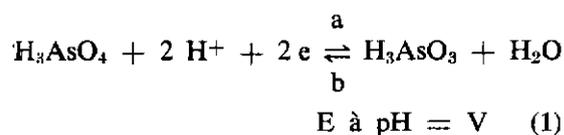
- En milieu acide concentré et à chaud, il réduit seulement As⁵⁺ en As³⁺, l'étain par contre demeure à l'état d'oxydation + 4. En effet, en présence d'hydrazine et en milieu acide, le couple redox Sn²⁺ / Sn⁴⁺ fonctionne dans le sens de l'oxydation et non de la réduction, suivant les équations (23) :

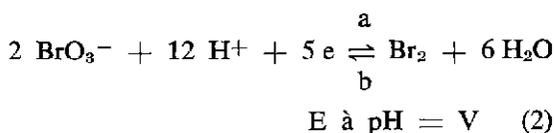


Le proton, en se transformant en NH₃, oxyde Sn²⁺ en Sn⁴⁺.

- L'excès de N₂H₄ est détruit en milieu sulfurique concentré et à chaud; ainsi il n'influence pas la solution oxydante utilisée ultérieurement pour le dosage de l'arsenic.

L'arsenic est alors dosé sans difficulté par la méthode au bromate à chaud, en milieu chlorhydrique et en présence de méthyl-orange employé comme indicateur. Les réactions sont les suivantes :





Compte tenu des valeurs des potentiels redox, dans nos conditions expérimentales, le premier couple redox (1) fonctionne dans le sens (b), le deuxième dans le sens (a). Le brome formé au cours de la réaction (2) va détruire le méthyl orange. La fin du dosage est marquée par la disparition complète de sa coloration rouge et l'apparition d'une coloration jaune due au brome.

La réduction est effectuée dans un ballon de Kjeldahl à long col, ce qui permet de porter la solution à doser à une température élevée et d'éliminer les produits gazeux.

Les vérifications ont été effectuées sur des solutions d'arséniate de sodium auxquelles nous avons ensuite ajouté du chlorure stanneux de façon à avoir des proportions à peu près identiques à celles des constituants de l'arséniate d'étain. Tous les dosages sont exécutés avec une micro-burette au centième.

Les résultats sont rapportés dans le tableau I.

Les résultats obtenus sont donc très satisfaisants. A la suite de ces essais, nous proposons la technique suivante pour l'analyse et le contrôle de l'arsenic dans l'arséniate d'étain.

TECHNIQUE

Matériel

- Ballons de Kjeldahl de 250 ml;
- Bêchers de 250 ml;
- Entonnoirs de verre de 8,5 cm;
- Rampe pour minéralisation;
- Burette au 1/100.

Réactifs

- H_2SO_4 RP d = 1,83;
- HCl RP d = 1,19;
- Sulfate d'hydrazine RP;
- Solution 0,1 N de KBrO_3 ;
- Solution alcoolique de méthyl-orange à 1 p. 100;
- Eau distillée.

Mode opératoire

Une prise d'essai d'environ 100 mg d'arséniate d'étain est introduite dans un ballon de Kjeldahl de 250 ml à l'aide d'un entonnoir.

Ajouter 20 ml H_2SO_4 pur et rincer l'entonnoir avec 20 à 30 ml d'eau distillée.

Chauffer le ballon, sur la rampe à minéralisation jusqu'à fumées blanches. Laisser refroidir, puis à l'aide d'un entonnoir, introduire 100 mg de sulfate d'hydrazine. Il se produit alors une fumée blanche et abondante. Continuer à chauffer fortement pendant 30 mn pour détruire complètement le sulfate d'hydrazine et pour chasser l'excès d'anhydride sulfureux. Laisser refroidir le ballon. Verser le contenu dans un bécher de 250 ml et rincer le ballon avec 100 ml d'eau distillée, puis ajouter 5 ml HCl pur; porter au voisinage de l'ébullition; ajouter 2 gouttes de méthyl-orange et titrer à chaud par une solution 0,1 N de KBrO_3 jusqu'à disparition de la couleur rouge et apparition de la teinte jaune due au brome. La stoechiométrie de la réaction indique que 1 ml de KBrO_3 0,1 N correspond à 3,75 mg d'As.

DOSAGE DE L'ETAIN EN PRESENCE D'ARSENIC

Méthodes gravimétriques

Les méthodes pondérales de dosage de l'étain sont toutes basées sur le même principe, seule la méthode de séparation préalable varie: l'étain traité par HNO_3 donne un composé insoluble, l'acide métastannique. Cet acide est recueilli sur un filtre, lavé, séché puis, calciné, se transforme en SnO_2 que l'on pèse.

Au cours de nos recherches d'une méthode de dosage de l'étain, nous avons essayé plusieurs techniques. La seule qui se soit révélée applicable est celle utilisée par SHIGETO HAMADA (*).

Cette méthode consiste à attaquer l'arséniate d'étain par fusion alcaline (mélange de Na_2CO_3 et KNO_3). Puis la masse est reprise par HNO_3 concentré qui transforme le stannate formé

(*) Communication personnelle du Professeur SHIGETO HAMADA (Université de Nagano, Japon) à qui nous adressons nos vifs remerciements.

dans la fusion alcaline en acide métastannique insoluble, l'arsenic passe dans la solution. Le précipité formé est filtré, lavé d'abord avec HNO_3 dilué, puis à l'eau distillée légèrement acidifiée par HNO_3 enfin calciné jusqu'à poids constant et pesé sous forme de SnO_2 .

Ce procédé présente beaucoup d'inconvénients. En effet, la fusion alcaline exige une température élevée, ce qui rend le choix des capsules délicat.

La capsule de silice n'est pas utilisable car la soude et la potasse formées transitoirement l'attaquent. La capsule de nickel n'est pas utilisable non plus car elle est attaquée par l'acide nitrique. Nous avons alors essayé les capsules en porcelaine : a priori, elles peuvent convenir, mais elles sont fragiles et se cassent facilement. Seule l'utilisation d'une capsule en platine nous a permis d'obtenir quelques bons résultats.

Nous n'avons toutefois pas retenu cette méthode car elle est extrêmement longue, chaque dosage demandant au moins 4 heures.

Méthodes volumétriques

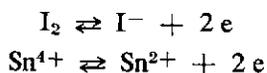
Ces méthodes reposent toutes sur les propriétés réductrices des composés stanneux vis-à-vis de solutions oxydantes possédant un potentiel redox convenable comme les solutions d'iode, d'iodate et bromate de potassium ou de sulfate de cerium.

Les manipulations sont faciles et rapides et se prêtent bien à des déterminations en série.

L'arsenic dans l'arséniate stanneux étant à l'état d'oxydation + 5, une séparation préalable ne semble pas nécessaire; nous avons donc tout d'abord procédé au dosage direct de l'étain stanneux.

Dosage de l'étain stanneux

Cette détermination est faite sans difficulté en faisant dissoudre l'arséniate stanneux dans de l'acide chlorhydrique à 30 p. 100. On procède ensuite au titrage de Sn^{2+} par une solution 0,1 N d'iode. Les réactions sont les suivantes :



Compte tenu de la valeur de son potentiel redox, l'iode sera réduit en iodure, Sn^{2+} étant

par contre oxydé en Sn^{4+} . Le terme de la réaction est indiqué par l'empois d'amidon.

La solution titrée d'iode peut être avantageusement remplacée par une solution de KIO_3 beaucoup plus stable.

Les résultats obtenus par cette technique classique sont toujours nettement plus faibles que les quantités théoriques. Ceci est dû au fait qu'au contact de l'air, une petite quantité d'étain stanneux est oxydée en étain stannique.

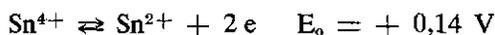
Cette méthode n'est donc pas suffisante pour doser l'étain total de l'arséniate d'étain. Pour cela nous avons dû mettre au point un autre procédé.

Dosage de l'étain total

Pour cette détermination, on pourrait, à la rigueur, utiliser la méthode pondérale que nous avons déjà décrite, en se servant d'une capsule en platine.

Toutefois, ici encore, c'est la méthode volumétrique précédente qui nous a paru la plus rapide; le problème supplémentaire à résoudre résidant dans le choix du réducteur.

Habituellement, lorsqu'on procède au dosage de l'étain total par réduction de l'étain IV en étain II, on a recours à des réducteurs métalliques dont le potentiel redox est inférieur à celui du système.



C'est dans ce but que nous avons essayé successivement l'aluminium (10), le zinc (2), le cobalt, le nickel et le cadmium (9).

L'aluminium n'est pas utilisable car la solution chlorhydrique d'étain devient rapidement jaunâtre et des particules noires se déposent au fond du récipient. Ce phénomène semble dû à la libération d'arsenic et d'étain susceptibles d'interférer ultérieurement.

D'après CHARLOT (2), le zinc peut être utilisé comme réducteur de l'étain en présence d'arsenic trivalent sans interférence de ce dernier. Nous n'avons pourtant pas pu obtenir de résultats convenables avec ce métal, les quantités d'arsenic étant probablement trop grandes.

Avec le cobalt, nous avons observé d'abon-

TABLEAU N° II
 Dosage de l'étain total par KIO_3 avec le cadmium métallique
 comme réducteur

Composition des essais	Valeurs analytiques	
	p.100 Sn retrouvés	Moyennes et écart type sur la moyenne
1er essai : Solution chlorhydrique + Cd métallique (temps de réduction 30mn à l'ébullition)	1 goutte de KIO_3 pour le virage	
2e essai : Dosage de la solution étalon d'étain sans réduction	86,05) 89,61) 87,54) 88,75) 87,58)	Moyenne = 87,50 Ecart type sur la moyenne $\pm 0,6$ Erreur relative pour $P = 0,05 \pm 1,6 \text{ p.100}$
3e essai : Dosage de la solution étalon d'étain après réduction	98,52) 99,70) 98,22) 98,90) 99,10)	Moyenne = 98,89 Ecart type sur la moyenne $\pm 0,25$ Erreur relative pour $P = 0,05 \pm 0,71 \text{ p.100}$
4e essai : Dosage de la solution étalon d'étain après réduction et en présence de Na_2HAsO_4	98,10) 99,11) 99,11) 98,81) 98,90)	Moyenne = 98,80 Ecart type sur la moyenne $\pm 0,18$ Erreur relative pour $P = 0,05 \pm 0,5 \text{ p.100}$
5e essai : Dosage de la solution étalon d'étain après réduction et en présence de Na_2HAsO_4 et de H_3PO_4	99,70) 99,70) 99,41) 99,40) 99,75)	Moyenne = 99,59 Ecart type sur la moyenne $\pm 0,076$ Erreur relative pour $P = 0,05 \pm 0,21 \text{ p.100}$

dants précipités noirs qui ne se resolubilisent pas, même par chauffage prolongé; la solution est violette et le virage se fait dès que l'on verse quelques ml de solution d'iode.

Le nickel est connu pour être l'un des meilleurs réducteurs de l'étain. Le virage de l'empois d'amidon est très net, enfin il présente le gros avantage de ne pas être réducteur à froid, aussi son excès dans la solution n'influe pas sur la liqueur oxydante. Cependant, il n'est pas applicable pour le dosage de l'étain en présence d'arsenic car il se forme un complexe noir insoluble qui n'est pas attaquant en solution chlorhydrique concentrée. Dès lors, les résultats obtenus sont très variables.

Seuls les essais effectués avec le cadmium métallique nous ont permis de parvenir à de bons résultats.

Ce métal a plusieurs avantages. Tout d'abord il permet d'éliminer l'arsenic de la solution par transformation en trichlorure d'arsenic volatil que l'on piègera; ensuite il réduit

l'étain IV en étain II quantitativement; enfin, il conduit à une solution limpide et incolore qui, lors du dosage iodométrique effectué en présence d'empois d'amidon, permet l'appréciation du virage. En outre, pour éviter la perte de petites quantités d'étain stannique qui pourrait distiller au début de l'opération, nous ajoutons un peu d'acide phosphorique (15) pour le fixer en solution sous forme d'ion complexe stanniphosphorique.

La réduction terminée, l'étain II sera maintenu en atmosphère de gaz carbonique pour éviter sa réoxydation.

Les vérifications ont été faites sur des solutions d'étain, préparées par dissolution de quantités connues d'étain métallique dans HCl. Nous avons ensuite ajouté à ces solutions d'étain, de l'arséniate de sodium, de manière à obtenir une concentration en As à peu près identique à celle qu'on devrait trouver théoriquement dans l'arséniate stanneux.

Un dosage à blanc, effectué sur la solution

chlorhydrique de cadmium après un temps de chauffage égal à celui nécessaire pour le dosage, montre que ce métal est sans influence sur la solution oxydante d'iodate.

Les résultats sont rapportés dans le tableau II.

Dans l'ensemble, les résultats peuvent être considérés comme très satisfaisants, la méthode permet d'obtenir des résultats reproductibles. Toutefois, dans les meilleures conditions (essai 5) les chiffres obtenus sont toujours un peu plus faibles que les chiffres théoriques. Cet inconvénient est probablement dû à une légère réoxydation de l'étain II par l'air qu'il n'est pas possible d'éviter dans nos conditions expérimentales et avec l'appareillage très simple que nous préconisons.

La technique proposée pour le dosage et le contrôle de l'étain dans l'arséniate d'étain est la suivante :

TECHNIQUE

Matériel

- Un erlenmeyer de 600 ml avec rodage muni d'une tubulure coudée de 10 mm de \varnothing . Cette tubulure plonge dans un bécber de 250 ml contenant une solution de NaOH à 10 p. 100 pour fixer le trichlorure d'arsenic.
- Un bec Bunsen avec grille.
- Entonnoirs.

Réactifs

- Solution 0,1 N de KIO_3 .
- Cadmium métallique R.P.
- HCl R.P. $d = 1,19$.
- H_3PO_4 R.P. = 1,70.
- Solution de NaOH à 10 p. 100.
- Solution de NaHCO_3 à 10 p. 100.
- Amidon soluble.
- Bicarbonate de sodium R.P.

Mode opératoire

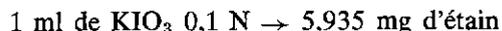
Une prise d'essai d'environ 200 mg d'arséniate d'étain est introduite dans un Erlenmeyer de 600 ml à rodage émeri à l'aide d'un entonnoir. Ajouter 10 ml de solution à 30 p.

100 HCl pour dissoudre. Agiter et rincer avec 30 ml d'eau distillée, puis ajouter 60 ml HCl pur et 2 ml H_3PO_4 pur et agiter. Ajouter 8 g de cadmium métallique en grenailles et ajuster immédiatement le bouchon rodé surmonté d'une tubulure. Cette tubulure plonge dans un bécber qui contient une solution NaOH à 10 p. 100. Chauffer très doucement au début pour dissoudre le cadmium qui favorise la formation de trichlorure d'arsenic. Maintenir l'ébullition pendant un certain temps pour chasser tout l'arsenic. L'excès de Cd va réduire Sn IV en Sn II. La solution devient alors claire et limpide. Continuer la réduction pendant 10 mn jusqu'à disparition complète du cadmium.

L'extrémité de la tubulure est alors plongée dans une solution de NaHCO_3 à 10 p. 100. Ralentir progressivement le chauffage pour éviter le retour massif de la solution bicarbonatée et permettre son arrivée par petites portions dans l'Erlenmeyer. Au contact de la solution chlorhydrique, il y a dégagement de CO_2 qui maintient ainsi l'atmosphère de l'Erlenmeyer à l'abri de l'air.

Laisser refroidir complètement.

Introduire alors rapidement quelques pincées de NaHCO_3 et titrer immédiatement par une solution 0,1 N de KIO_3 en présence d'empois d'amidon. La stoechiométrie de la réaction indique que :



PREPARATION DE L'ARSENATE STANNEUX

Un certain nombre de tentatives plus ou moins fructueuses ont été faites avec différents antagonistes à base d'étain et d'arsenic en particulier :

- action de H_3AsO_4 sur SnCl_2 ;
- action de Na_2HAsO_4 sur SnCl_2 ;
- action de KH_2AsO_4 sur SnCl_2 ;
- action de H_3AsO_4 sur Sn métal;
- action de H_3AsO_4 sur SnO.

Toutes ces réactions aboutissent bien à la formation d'un arséniate qui a été identifié comme l'arséniate monoacide stanneux. Néanmoins, seul le couple $\text{H}_3\text{AsO}_4/\text{SnCl}_2$ permet d'obtenir un produit pur d'une manière repro-

ductible et avec un rendement convenable, aussi nous décrirons seulement cette méthode.

**PREPARATION
DE L'ARSENATE STANNEUX
PAR ACTION DE L'ACIDE ARSENIQUE
SUR LE CHLORURE STANNEUX**

Produits utilisés

- SnCl₂, 2 H₂O R.P.;
- HCl R.P. d = 1,19;
- HNO₃ R.P. d = 1,35.

Acide arsénique (préparé par nous-mêmes).

Le commerce livre en effet, sous le nom d'acide arsénique, un produit pulvérulent blanc qui n'est autre que de l'anhydride arsénique plus ou moins hydraté et parfois souillé d'impuretés (Fe, Pb) aussi il nous a paru plus prudent de le préparer nous-mêmes. Nous avons opéré de la façon suivante :

Dans un ballon à col rodé, surmonté d'un réfrigérant ascendant, on introduit 600 g As₂O₅ R.P. pour analyse puis, 1.200 g HNO₃ R.P. On chauffe à reflux pendant environ 6 heures jusqu'à obtention d'un liquide incolore et sirupeux. Verser le contenu du ballon dans une capsule et évaporer au bain-marie jusqu'à l'obtention d'un produit blanc et pulvérulent. L'acide arsénique ainsi obtenu est pratiquement exempt de toutes impuretés.

Mode opératoire

Nous nous sommes basés sur la réaction :

$$\text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{SnCl}_2 = \text{SnHAsO}_4 + 2 \text{HCl}.$$

On verse des solutions de titres connus de SnCl₂ dans l'acide HCl N, dans des solutions d'acide arsénique de titre également connu. On obtient des précipités blancs, abondants qui se forment rapidement. Pour une température déterminée du milieu, l'aspect physique et la composition du précipité ainsi obtenu varient suivant la proportion des deux réactifs utilisés.

Nous avons étudié systématiquement la formation et la composition de ces précipités afin de rechercher l'existence d'orto-arsénates stanneux bien définis dans les zones où les rapports des mélanges initiaux se rapprochent de plus en plus des rapports théoriques.

Nous avons préparé des mélanges différents correspondant à un rapport $r = \frac{\text{SnO}}{\text{As}_2\text{O}_5}$ variable et croissant.

Les préparations ont été faites à la température du laboratoire dans des Erlenmeyer bouchés afin d'empêcher les précipités de s'oxyder à l'air. Les mélanges sont fréquemment agités et laissés en contact pendant 24 heures avant de procéder au lavage et au séchage.

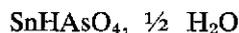
Dans la pratique, nous avons utilisé des solutions H₃AsO₄ contenant 250 g As₂O₅/litre et de SnCl₂ à 202 g de SnO/litre. Le pH des liqueurs mères est inférieur à 0,5.

Les phases solides obtenues sont filtrées sur Büchner et lavées d'abord abondamment avec une solution légèrement chlorhydrique (1 p. 100) pour empêcher l'excès d'étain dans la solution de s'hydrolyser, puis à l'eau distillée jusqu'à élimination complète de l'excès des constituants, ce qui est vérifié par l'action de AgNO₃ sur les eaux de lavage (absence de formation de chlorure et d'arséniate d'argent).

Après séchage, jusqu'à poids constant à la température du laboratoire, la composition du précipité est déterminée par les méthodes analytiques que nous avons précédemment décrites.

Les résultats analytiques et la variation des rapports expérimentaux $r' = \frac{\text{SnO}}{\text{As}_2\text{O}_5}$ sont rapportés dans le tableau III. Chaque résultat donné est la moyenne de trois valeurs correspondant à 9 analyses pour l'étude de chaque précipité (3 dosages pour l'arsenic, 3 dosages pour l'étain stanneux et 3 dosages pour l'étain total).

L'étude de la variation des rapports $\frac{\text{SnO}}{\text{As}_2\text{O}_5}$ nous permet de démontrer l'existence d'arséniate monoacide stanneux et non d'arséniate diacides ou neutres. En particulier, la valeur des rapports 7, 8, 9, 10 indique que la formule du composé obtenu est :



Le déficit en étain stanneux peut permettre de penser que ce produit contient une petite quantité d'arséniate stannique formé transitoirement sous l'action de l'oxygène atmosphérique.

TABLEAU N°III

N°	Mélanges initiaux $r = \frac{\text{SnO}}{\text{As}_2\text{O}_5}$	Composition des solides en p.100				$r' = \frac{\text{SnO}}{\text{As}_2\text{O}_5}$
		SnO Dosage de l'étain stanneux	SnO Dosage de l'étain total	As ₂ O ₅	H ₂ O	
1	0,050	48,64	49,05	44,28	6,67	1,107
2	0,101	49,46	49,63	44,73	5,64	1,109
3	0,202	48,89	49,80	44,90	5,30	1,108
4	0,404	47,10	49,80	44,62	5,58	1,113
5	0,646	47,22	51,48	42,84	5,68	1,201
6	0,719	47,44	51,41	42,89	5,70	1,198
7	0,808	48,64	51,37	43,78	4,85	1,173
8	0,923	48,45	50,99	43,87	5,14	1,162
9	0,995	48,22	51,98	44,33	3,69	1,172
10	1,175	48,45	50,97	43,87	5,16	1,161
11	1,295	48,45	51,51	43,87	4,62	1,174
12	1,601	47,10	51,98	43,47	4,55	1,195
13	2,154	47,55	51,81	41,34	6,85	1,255
14	3,232	45,89	45,99	37,39	16,72	1,233

Les valeurs calculées pour SnHASO₄, 1/2 H₂O sont respectivement :

SnO = 50,33		SnO	
As ₂ O ₅ = 42,93		_____	= 1,17
H ₂ O = 6,74		As ₂ O ₅	

PROPRIETES DE L'ARSENATE STANNEUX

L'arséniate stanneux que nous avons préparé SnHASO₄, 1/2 H₂O se présente sous forme de poudre fine, blanche et amorphe, insoluble dans l'eau et dans les acides nitrique et sulfurique dilués, mais soluble dans l'acide chlorhydrique et dans l'acide sulfurique concentré et chaud. Il est très soluble dans l'ammoniaque, la soude et la potasse.

Une solution chlorhydrique d'arséniate d'étain présente les diverses réactions de As V et Sn II. Elle donne un précipité jaune de sulfure d'arsenic par action de l'hydrogène sulfuré. Le filtrat débarrassé de l'excès H₂S, donne les réactions de l'étain II.

Action de l'air et de la lumière

Laissé au contact de l'air et de la lumière, à la température du laboratoire (18° à 22°), le produit s'oxyde lentement; la quantité d'étain

stanneux diminue et il y a parallèlement une augmentation de l'étain stannique. Dans ces conditions, on observe également un très léger brunissement du produit, ce qui correspond probablement à une libération d'arsenic.

La diminution du titre en Sn II a été mise en évidence par les analyses effectuées sur des échantillons exposés dans les conditions que nous venons de décrire (tableaux IV et V). Cependant, il convient de préciser que si l'étain stanneux baisse sensiblement avec le temps, l'étain total, par contre, ne varie pas. Ceci indique en outre que l'arséniate d'étain n'a pas tendance à s'hydrater, fait d'ailleurs corroboré par la pesée des échantillons.

L'influence de la lumière est relativement faible bien que non négligeable (tableau V).

Ces résultats indiquent qu'il est nécessaire de conserver le produit dans des flacons hermétiquement clos et de préférence colorés. Nous avons eu l'occasion d'examiner un échan-

TABLEAU N° IV

Dosage de l'étain stanneux et de l'étain total sur des échantillons d'arséniate d'étain exposés à l'air et à la lumière.

SnHAsO ₄ , 1/2 H ₂ O	Teneurs en étain exprimées en	
	SnO p.100 dosage direct de Sn ²⁺	SnO p.100 dosage après réduction (Sn total)
Teneurs théoriques	50,33	50,33
Teneurs après 24 heures	48,64	50,90
" " 4 jours	46,32	50,80
" " 6 jours	44,20	50,70

TABLEAU N° V

Dosage de l'étain stanneux et de l'étain total sur des échantillons d'arséniate d'étain exposés à l'air dans l'obscurité

SnHAsO ₄ , 1/2 H ₂ O	Teneurs en étain exprimées en	
	SnO p.100 dosage direct de Sn ²⁺	SnO p.100 dosage après réduction (Sn total)
Teneurs théoriques	50,33	50,33
" après 24 heures	48,64	50,90
" " 4 jours	46,00	50,72
" " 6 jours	45,96	50,80

tillon d'arséniate d'étain conservé 2 ans en Afrique, en flacon hermétiquement clos (*). La teneur en étain stanneux exprimée en SnO était de 43,08 p. 100, donc un peu inférieure à celle mesurée après abandon à l'air du produit pendant 6 jours (voir tableau IV).

Il est cependant difficile de tirer des conclusions de ces essais en ce qui concerne la fixation de délai de péremption pour le produit. En effet, jusqu'à présent, aucune observation n'a pu être recueillie quant à l'activité et la toxicité d'un arséniate stanneux plus ou moins oxydé. Néanmoins, il est important de souligner que les composés de l'étain II semblent plus actifs sur les Cestodes que ceux de l'étain IV (7, 15, 17). Il est donc souhaitable que les conditions de conservation soient strictement respectées, en particulier si l'on considère que l'action de la chaleur et la lumière accélère le processus d'oxydation.

Action de la chaleur

Porté à la température de 100° pendant 5 heures, l'arséniate d'étain devient anhydre. Lorsqu'on soumet le produit à l'action de la chaleur prolongée, il s'oxyde rapidement en libérant une quantité importante d'arsenic. Il prend alors une coloration brune.

Il ne présente pas de point de fusion caractéristique.

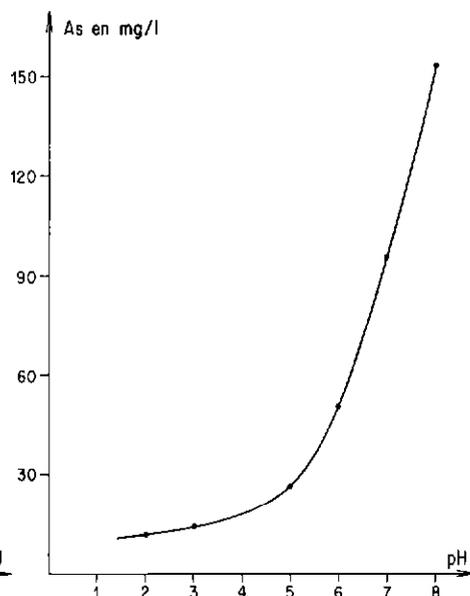
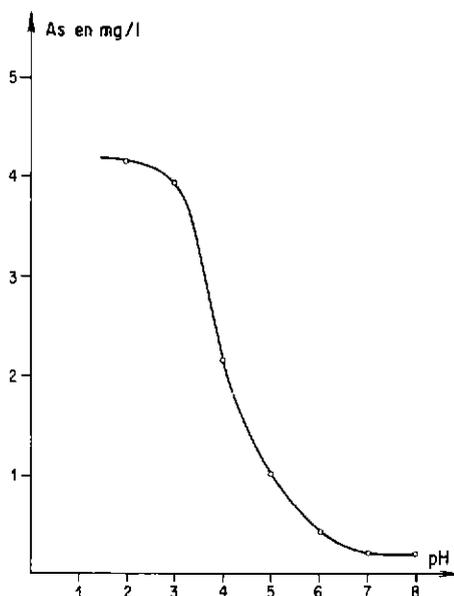
Action de l'eau

Comme la plupart des arséniates métalliques, l'arséniate d'étain est insoluble dans l'eau. Cependant, il est bien connu que les arséniates les plus insolubles libèrent par hydrolyse une petite quantité d'arsenic dite arsenic « soluble ».

La détermination de cet arsenic « soluble » présente un grand intérêt car elle est directement en rapport avec la toxicité de l'arséniate. Il est donc à prévoir que l'arséniate d'étain puisse s'hydrolyser en solution aqueuse avec formation d'hydroxyde d'étain insoluble et libération d'acide arsénique soluble, réaction

(*) Le flacon a été ouvert par trois fois pour effectuer des prélèvements.

DÉTERMINATION DE L'ARSENIC SOLUBLE DANS L'EAU EN FONCTION DU pH
 ARSENIATE DE PLOMB ($PbHAsO_4$) ARSENIATE D'ÉTAIN ($SnHAsO_4$)



présentant de gros inconvénients dans la pratique thérapeutique.

Cette hypothèse a reçu sa confirmation « toxicologique » lors des premiers essais effectués par le docteur GRABER. L'arséniate d'étain administré au mouton, en suspension dans l'eau (technique couramment utilisée pour l'administration de l'arséniate de plomb) provoqua des intoxications arsénicales caractéristiques.

Nous avons étudié les variations de concentration en arsenic « soluble » relatives à l'arséniate d'étain en fonction du pH; les résultats ont été confrontés à ceux obtenus dans les mêmes conditions avec l'arséniate de plomb.

Compte tenu de l'usage en médecine vétérinaire de ces produits, nous avons utilisé une méthode qui, sans prétendre reproduire une digestion *in vitro*, se rapprocherait beaucoup plus des conditions physiologiques que celle habituellement utilisée pour déterminer l'arsenic « soluble » des insecticides agricoles.

Mode opératoire

Un excès $SnHAsO_4$ ou $PbHAsO_4$ est délayé dans un bécher avec 50 ml d'eau distillée dont le pH a été préalablement ajusté au pH mètre

avec HCl ou NaOH (*). Le bécher est ensuite placé pendant une heure à l'étuve à 37° et la suspension soumise à une agitation constante pendant tout ce temps. Après un repos de 10 mn, on filtre et l'arsenic est dosé dans le filtrat par la méthode spectrophotométrique de CRISTAU (8).

Résultats

Ils sont indiqués dans le tableau VI et le graphique. Ces résultats montrent clairement

TABLEAU N°VI

Dosage de l'arsenic "soluble" en fonction du pH
 (chaque résultat est la
 moyenne d'au moins 3 dosages)

pH	$SnHAsO_4$	$PbHAsO_4$
	As en mg/l	As en mg/l
2	12,2	4,18
3	15,0	3,94
4	-	2,18
5	27,5	1,00
6	52,0	0,40
7	96,0	0,21
8	154,0	0,20

(*). Nous n'avons pas utilisé de solutions tampon de façon à nous placer dans des conditions aussi proches que possible de l'administration pratique du produit dans des eaux naturelles.

que l'arséniate stanneux se comporte comme les autres sels d'étain; il est hydrolysé fortement pour les pH voisins de la neutralité, en libérant de l'acide arsénique toxique, à l'origine des constatations du Docteur GRABER, relatives à l'administration aux animaux, de la substance en suspension dans l'eau.

L'arséniate de plomb au contraire, est très peu soluble aux pH voisins de la neutralité; l'on conçoit, dès lors, qu'il soit bien toléré après être administré en suspension aqueuse.

Sur le plan toxicologique, ces observations entraînent une conséquence pratique impor-

tante : l'arséniate d'étain doit être administré en capsules ou en tablettes et son ingestion chez l'animal doit être de préférence précédée et suivie d'une diète hydrique.

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout particulièrement à adresser nos vifs remerciements à M. le Docteur GRABER qui, par la vaste expérimentation pharmacologique qu'il a effectuée au Tchad avec l'arséniate d'étain, a permis la mise au point du produit.

SUMMARY

Preparation and control method of veterinary anthelmintic tin arsenate

If many studies, several of which were published in this review have shown that stannous arsenate is a very good anthelmintic, on the other hand very little information has been published up to now concerning the methods of preparation and analysis of this product. In order to fill this gap we offer detailed chemical studies of stannous arsenate. In particular we suggest very simple methods for the dosage of tin mixed with arsenic and conversely the adaptation of these to the analysis of stannous arsenate enabled us to observe and define the conditions under which this compound is formed. The formula of this compound is that of monoacid stannous arsenate $\text{SnHAsO}_4, 1/2 \text{H}_2\text{O}$ the chemical properties of stannous arsenate are governed by two essential properties :

1. Stannous arsenate is slowly oxidized by air and light; this oxidation is accelerated by temperature.
2. Stannous arsenate is hydrolysed when in aqueous solution and « emits » as fairly important amount of arsenic dissolving for pH close to neutrality (between 6 and 8).

These two observations make it necessary first to stock the product in coloured and air-tight bottles and second to prescribe it without water, in tablets or in pills, since the absorption with water would product arsenical intoxication.

RESUMEN

Preparación y método de control de un antihelmíntico veterinario el arseniato de estaño

Si numerosos trabajos de los cuales muchos salieron en esta revista han mostrado que el arseniato de estaño era un excelente antihelmíntico, en cambio muy escasa información ha sido publicado hasta hoy por lo que se refiere a los métodos de preparación y análisis de este producto. Con el objeto de colmar esta laguna, los autores hacen un estudio químico detallado del arseniato de estaño. Señalan en particular métodos muy sencillos de dosificación del estaño en presencia de arsénico y recíprocamente. La aplicación de estos métodos al análisis del arseniato de estaño permitió después estudiar y definir las condiciones de formación de este compuesto. La fórmula del producto obtenido es la del arseniato monoácido estañoso $\text{SnHAsO}_4, 1/2 \text{H}_2\text{O}$.

Las propiedades químicas del arseniato de estaño están dominadas por dos propiedades fundamentales :

1. El arseniato de estaño se oxida lentamente al aire y a la luz; esta oxidación es acelerada por la temperatura.

2. El arseniato de estaño se hidroliza en solución acuosa liberando cantidades relativamente importantes de arsénico soluble con pH vecinos de la neutralidad (entre 6 y 8).

Estas dos observaciones tienen como consecuencia la necesidad por una parte, de conservar el producto en un frasco coloreado y herméticamente cerrado, por otro parte, de administrarlo « en seco » en tabletas o comprimidos, la ingestión en suspensión en el agua llevando a una intoxicación arsenical.

BIBLIOGRAPHIE

1. CASTEL (P.) et GRAS (G.). Les possibilités anthelminthiques de l'arsénate d'étain. *Rev. Path. gén. Physiol. clin.*, 1959, 706 : 327-330.
2. CHARLOT (G.). Les méthodes de la chimie analytique. Analyse quantitative minérale. 4^e éd., Paris, Masson, 1961. p. 725.
3. CHHAY-HANCHENG. Activités anthelminthiques de quelques arsénates métalliques. Etude particulière de l'arsénate d'étain. Thèse Pharm. Univ. Montpellier, 1961, 173 p., 143 réf.
4. CHUBABRIYA (I. T.). The effectiveness of tin arsenate in *Moniezia* infection in sheep. (En russe.) *Trud. Gruzin Nauchnoissled Vet. Inst.*, 1955, 2 : 223-240.
5. CHUBABRIYA (I. T.). Un nouvel anthelminthique. (En russe.) *Veterinariya*, 1957, 34 (12) : 70-73.
6. CHUBABRIYA (I. T.). L'efficacité de l'arsénate d'étain contre la Monieziose et les Cestodoses des poules. *Bull. Off. Int. Epiz.*, 1958, 49 bis (11-12) : 633-640.
7. CHU-CHIAO-CHEN, LIANG-YU-I et TING-KUANG SHENG. Studies on antibilharzial drugs. (En chinois. Résumé anglais.) *Acta phys. Sin.*, 1957, 21 (4) : 394-402.
8. CRISTAU (M. B.). Déterminations spectrophotométriques sur l'arsenic réduit par le réactif hypophosphoreux. Influence de la polyvidone et du chlorure stanneux. *Ann. Pharm. fr.*, 1958, 16 : 26-38.
9. DANNENMULLER (M.). Recherche sur le dosage de l'étain. Nouvelle méthode de dosage accéléré. *Rev. Métallurgie*, 1941, 38 : 137-152.
10. DONALDSON (J. D.) et MOSER (W.). Volumetric analysis of total tin in acid soluble tin compounds. *Analyst*, 1959, 84, (994) : 10-15.
11. FLEURY. Action de l'iode sur l'acide arsénieux et ses dérivés phénylés. Etude comparative. Application. Thèse Doct. Pharm. Etat, Paris, 1929.
12. FLEURY. Sur le dosage de l'acide arsénique par méthode iodométrique. *J. Pharm. Chim.*, 1920, 21 : 385.
13. GERGENAVA (A. G.). Problems in technology of tin arsenate. *Scoobshch. Akad. Nauk. Gruz. SSR*, 1966, 42 (3) : 613-619. *Chem. Abst.*, 1966, 65, 184.33.
14. GRABER (M.). Action de l'arsénate de plomb sur divers *Anoplocephalidae* du mouton. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1957, 10 (2) : 119-128.
15. GRANIER (Ch.). Recherches sur la volatilité de l'arsenic et de quelques chlorures en solutions chlorhydriques. Thèse Doct. Pharm. Etat Montpellier, 1959.
16. GRAS (G.). L'étain. Etude expérimentale du pouvoir anthelminthique de quelques composés minéraux et organiques. Thèse Doct. Pharm. Univ., Montpellier, 1956, 161 p., 301 réf.
17. GRAS (G.) et CASTEL (J.). Activités de quelques complexes solubles de l'étain sur *Hymenolepis fraterna* in vitro. *Trav. Soc. Pharm., Montpellier*, 1964, 24 (2) : 116-119.
18. GRAS (G.) et GRABER (M.). Les arsénates métalliques en médecine vétérinaire L'arsénate d'étain en particulier. Comparaison avec d'autres ténifuges modernes. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1964, 18 (4) : 663-718.
19. GRAS (G.) et GRABER (M.). Metallic arsenates in veterinary medicine especially tin arsenate. *Bull. Off. Arsenic Dev. Com.*, 1966, 7 : 2-5.
20. GRAS (G.) et UN (S.). Relation entre la structure chimique et l'activité anthelminthique de quelques composés organiques du plomb. *Arch. Inst. Pasteur Tunis*, 1966 (3 et 4) : 337-349.
21. KEW (D.), AMOS (M.) et GREAVES (M.). Bromate titration of trivalent arsenic. *Analyst.*, 1952, 77 : 488-489.
22. Mc CULLOCH (E. C.) et Mc CLOY (J. E.). Treatment of ovine teniasis with lead arsenate. *J. Amer. vet. med. Ass.*, 1941, 99 : 496-497.
23. PASCAL (P.). Nouveau traité de chimie minérale T. VIII. Paris, Masson, 1963, p. 416.
24. PRAKASH (S.) et DHAR (N. R.). Change in the viscosity and hydrogen ion concentration of some inorganic substances during the process of jelly formation. *J. Indian chem. Soc.*, 1929, 4 : 391-409.
25. PRASAD (M.) et DESSAI (D. M.). Effect of the addition of monoelectrolytes and of temperature of the times of setting of some transparent inorganic gels. *J. Indian chem. Soc.*, 1939, 117 : 26.
26. SHAKIEV (E. S.). Les arsénates d'étain et de calcium dans le traitement des infestations par *Avitellina* chez le mouton. (En russe.) *Veterinariya*, 1962, 39 (7) : 49-50.
27. SHIGETO (H.). An insecticide made from tin. *J. Agr. chem Soc. Japon*, 1949, 23 : 13-15.
28. TEREYI (A.) et PASKIY (J.). Einfache und schnelle analytische methoden zur Bestimmung des wirkungssubstanzgehalt von Pflanzenschutzmitteln die titrimetrische bestimmung des Arsens in Pflanzenschutzmitteln. *Zeits. anal. chem.*, 1931, 84 : 416-441.
29. TREADWELL (F. P.). Manuel de chimie analytique quantitative. Paris, Dunod, 1925, p. 192.
30. ULYANOV (S. D.). Treatment of sheep for *Avitellina* and *Thysaniezia* infections. (En russe.) *Veterinariya*, 1957, 34 (5) : 32-35.

Influence des supplémentations minérales sur le croît et sur certains témoins biochimiques du métabolisme minéral chez des bovins tropicaux

par H. CALVET (*), D. FRIOT (*) et J. CHAMBON (*)

RESUME

Les composés minéraux, phosphate bicalcique, « phosphate aluminocalcique » (polyfos), phosphate disodique, incorporés à une ration de base (50 p. 100 de coque d'arachide mélassée à 20 p. 100, 49 p. 100 de farine de maïs, 1 p. 100 d'urée) sont administrés pendant 17 semaines à des taurillons zébus, âgés de 4 à 5 ans, ramenés du milieu naturel et entretenus en stabulation, afin de mettre en évidence les éventuelles particularités de ces animaux face à une supplémentation minérale.

L'étude de l'évolution des gains de poids et les résultats des tests biochimiques (hématocrite, urée, P, Ca, Mg, Cu, Zn, Na, K) ont permis de constater :

- l'amélioration du gain de poids par un apport excédentaire de sels minéraux;
- la supériorité du phosphate bicalcique sur le phosphate disodique et sur le phosphate aluminocalcique.

L'estimation des besoins réels en éléments minéraux, chez les bovins tropicaux constitue un problème encore incomplètement résolu. L'absence de données rigoureuses dans ce domaine s'avère gênante dans de nombreux cas et en particulier quand il s'agit de fixer les quantités et la nature des matières minérales qu'il convient d'incorporer aux rations visant à l'engraissement intensif de ce type de bétail. A des apports trop importants, correspond, en effet, un risque de gaspillage d'éléments dont le prix de revient, au Sénégal, n'est pas négligeable. Par contre, un taux de minéralisation trop faible peut constituer un frein pour la production.

Ces divers problèmes, et en particulier celui d'une éventuelle liaison entre la teneur en éléments minéraux de la ration et le gain de poids, vont être abordés au cours de l'expérimentation qui fait l'objet de cette note. Il s'agit là d'une approche restreinte, au stade du laboratoire, de questions qui seront traitées plus largement sur le terrain, à l'occasion du fonctionnement du centre de pré vulgarisation des supplémentations minérales de Labgar (**)

(*) Laboratoire National de l'Elevage et de Recherches Vétérinaires, Dakar-Hann, B.P. n° 2057, Sénégal.

(**) Le centre de pré vulgarisation des supplémentations minérales de Labgar est implanté en pleine zone sylvo-pastorale du Sénégal. Sa mise en place et son fonctionnement à partir d'octobre 1971 résultent d'études antérieures qui ont mis en évidence dans cette région une polycarence en phosphore, calcium, cuivre favorisant l'extension du botulisme. A l'occasion de ce projet, financé par le Fonds d'Aide et de Coopération, plus d'un millier d'animaux recevront pendant deux ans minimum des suppléments minéraux d'origine diverse et on s'efforcera de dégager les conséquences économiques de ces traitements.

devant intéresser plus d'un millier de bovins pendant deux années consécutives.

1. MATERIELS ET METHODES

Les animaux d'expérience sont des zébus entiers de race Gobra, âgés de 3 à 5 ans, élevés dans le milieu naturel suivant les techniques habituelles pratiquées dans les élevages extensifs du Sénégal. Ils sont répartis au hasard dans quatre lots dont les poids moyens en début d'essai s'établissent ainsi :

TABLEAU N° I
Poids moyens des lots en début d'essai

	Témoins	Lot 1	Lot 2	Lot 3
n	5	5	4	4
\bar{x}	267 ± 27	218 ± 23	269 ± 52	229 ± 32

Conformément aux normes européennes, les besoins minéraux journaliers de ces animaux peuvent être estimés à 15 g de phosphore et à 18 g de calcium.

Les quatre lots reçoivent la même ration de base composée de 50 parties de coque d'arachide mélassée à 20 p. 100, de 49 parties de farine de maïs et d'une partie d'urée.

Les quantités d'aliment distribuées varient en cours d'expérience et permettent de distinguer trois périodes.

Pendant la première, d'une durée de 8 semaines, les animaux reçoivent 8 kg d'aliment.

Durant la seconde, correspondant aux 5 semaines suivantes, la ration journalière est portée à 10 kg. Au cours de la troisième et dernière période, étendue sur 4 semaines, la ration comporte 12 kg d'aliment. Les quantités journalières sont servies pour tous les lots en deux repas (matin et soir). Trois sortes de suppléments minéraux sont distribués.

Dans le lot 1, on utilise du phosphate bicalcique-engrais, importé à Dakar, dont la composition chimique exacte en oligo-éléments ne nous a pas encore été communiquée.

Ce phosphate auquel sont adjoints des excipients, est mis sous forme de fins granulés correspondant à la formule suivante :

Phosphate bicalcique	72 p. 100
Sel	12 p. 100
Maïs	8 p. 100
Son d'arachide	8 p. 100

Cent grammes de ces granulés contiennent donc approximativement 16,8 g de calcium et 12,7 g de phosphore.

Dans le lot 2, le phosphore utilisé est le « polyfos » obtenu après broyage et calcination de phosphate aluminocalco-ferrique du Sénégal, dont la composition chimique comporte les garanties suivantes :

Teneur minérale en P	15 p. 100
Teneur moyenne en Ca	7,4 p. 100
Teneur maximale en F	1,1 p. 100
Teneur moyenne en alumine (Al ² O ³)	36 p. 100

Ce phosphate aluminocalco-ferrique présente une teneur intéressante en oligo-éléments.

Cobalt	70 mg/kg
Cuivre	130 mg/kg
Fer	60.000 mg/kg
Manganèse	150 mg/kg
Zinc	440 mg/kg

Il est distribué aux animaux sous la forme de granulés dont la composition répond à la formule :

Polyfos	54
Carbonate de chaux	18
Sel	8
Maïs	8
Son d'arachide	8

Cent g de ces granulés apportent 10,8 g de calcium et 8,13 de phosphore.

Le lot 3, enfin, reçoit du phosphate disodique qui est mélangé à la ration.

Le protocole initial prévoyait l'administration de phosphate monosodique dans l'eau de boisson, mais ce dernier, introuvable à Dakar a été remplacé par du disodique (12 H₂O) difficilement soluble dans l'eau au pH normal.

Cent g de ce produit apportent 8,6 g de phosphore et 12,8 g de sodium.

Ces suppléments ont été distribués journalièrement et en quantité constante (50 g de granulés bicalciques, 100 g de granulés polyfos, 100 g de disodique) durant les deux premières périodes.

Les quantités en sont doublées au cours de la dernière période.

Les apports minéraux journaliers au cours de l'expérimentation s'établissent comme ci-après :

TABLEAU N°II
Apports minéraux journaliers au cours des trois périodes

1ère période							
R a t i o n 8 k g							
	C a l c i u m			P h o s p h o r e			Ca/P
	Ration de base	Supplément minéral	Total	Ration de base	Supplément minéral	Total	
Lot témoin	17,76	0	17,76	14,32	0	14,32	1,24
Lot 1	"	8,4	26,16	"	6,35	20,67	1,26
Lot 2	"	10,8	28,56	"	8,13	22,45	1,27
Lot 3	"	0	17,76	"	8,6	22,92	0,77
2e période							
R a t i o n 10 k g							
Lot témoin	22,2	0	22,2	17,9	0	17,9	1,24
Lot 1	"	8,4	30,6	"	6,35	24,25	1,26
Lot 2	"	10,8	33,0	"	8,13	26,03	1,26
Lot 3	"	0	22,2	"	8,6	26,5	0,83
3e période							
R a t i o n 12 k g							
Lot témoin	26,64	0	26,64	21,48	0	21,48	1,24
Lot 1	"	16,8	43,44	"	12,7	34,18	1,27
Lot 2	"	21,6	48,24	"	16,26	37,74	1,27
Lot 3	"	0	26,64	"	17,2	38,68	0,68

La ration de base que reçoivent les témoins, paraît donc juste suffisante du point de vue Ca et P au début de l'expérience. Par la suite, son augmentation quantitative assure une large couverture des besoins.

Les rapports Ca/P pour les témoins et les deux premiers lots supplémentés sont équivalents et supérieurs à 1.

La singularité du lot 3 (phosphate disodique) réside dans son rapport Ca/P très inférieur à l'unité.

Les animaux sont pesés une fois par semaine, à jeun et dans les mêmes conditions. Ils subissent à cette occasion un prélèvement de sang permettant le dosage de l'hématocrite, de l'urée sanguine, du phosphore inorganique, du calcium, du magnésium, du sodium, du potassium, du cuivre et du zinc.

Ces diverses observations et dosages ont conduit aux résultats présentés par la suite.

2. PRESENTATION DES RESULTATS

Les résultats intéressent d'abord l'évolution pondérale des lots. Ils portent ensuite sur les dosages biochimiques et la comparaison des lots pour chaque paramètre étudié.

2.1. Evolution pondérale

Chez les ruminants une pesée constitue une mesure incertaine du poids réel de l'animal. L'état de plus ou moins grande répletion des importants réservoirs digestifs, au moment de la pesée, introduit, en effet, des fluctuations sensibles autour de la valeur réelle. Il en résulte, à condition que la tendance au gain ou à la perte soit nette, que la droite de régression des poids en fonction du temps semble constituer la meilleure donnée pour comparer des évolutions pondérales, car cette méthode atténue les variations concernant les mesures ponctuelles.

Ce procédé de calcul a été utilisé pour exploiter les résultats des présents essais.

En début d'expérience s'est produite une perte de poids généralisée due à l'adaptation des animaux au régime et à la stabulation. Pour améliorer la « linéarité » des droites de régression, l'évolution pondérale est étudiée à

partir de la 3^e pesée, époque où s'arrête, en général, la perte de poids. Les droites de régression sont alors établies sur les poids pondérés à cette date et sur 16 données.

Le tableau n° III donne les équations de ces droites pour chaque individu.

TABLEAU N° III
Equation des droites de régression des poids pondérés.

N°	Témoins	N°	Lot 1	N°	Lot 2	N°	Lot 3
76	$Y = 2,439x + 98,770$	63	$Y = 2,807x + 97,135$	71	$Y = 2,975x + 99,775$	83	$Y = 2,753x + 98,615$
78	$Y = 0,817x + 99,997$	64	$Y = 2,580x + 100,087$	75	$Y = 1,677x + 99,428$	79	$Y = 2,032x + 96,797$
74	$Y = 0,430x + 104,712$	65	$Y = 2,066x + 99,567$	72	$Y = 2,606x + 97,986$	80	$Y = 2,368x + 99,483$
73	$Y = 0,288x + 102,465$	66	$Y = 3,733x + 99,190$	70	$Y = 1,219x + 98,713$	85	$Y = 1,9x + 105,343$
77	$Y = 2,023x + 95,933$	67	$Y = 2,707x + 96,760$				
Moyenne lot $Y = 1,146x + 100,6$		\bar{x} lot	$Y = 2,757x + 98,51$	\bar{x} lot	$Y = 2,051x + 98,95$	\bar{x} lot	$Y = 2,282x + 98,28$

On constate que le pourcentage des gains de poids calculé s'établit comme suit :

TABLEAU N° IV
Pourcentage calculé de gains de poids par lot

Témoins	Lot 1	Lot 2	Lot 3
$17,99 \pm 18,14$	$41,68 \pm 11,28$	$31,79 \pm 19,35$	$34,10 \pm 8,80$

Le lot témoin est le plus hétérogène et le lot 3 le plus homogène du point de vue de pourcentages de gains.

La comparaison pondérale des lots est effectuée par analyse de variance et les valeurs de F obtenues conduisent aux résultats suivants :

Le lot témoin est très significativement différent des 3 lots supplémentés. $F = 9,89^{++}$.

Le lot 1 est très significativement différent du lot témoin. $F = 9,51^{++}$.

Il n'y a pas de différence significative entre lot 2 et témoin ($F = 2,28$) pas plus qu'entre le lot 3 et témoin ($F = 4,28$).

Statistiquement, le lot 1 n'est pas différent du lot 2 ($F = 1,97$).

2.2. Résultats biochimiques

Les prélèvements de sang effectués chaque semaine ont donné lieu à la mesure de l'hématocrite et aux dosages sériques de l'urée, du phosphore inorganique, du calcium, du magnésium, du sodium, du potassium, du zinc et du cuivre.

Le dosage de l'urée sérique utilise la méthode à l'uréase qui fait passer l'urée à l'état d'ammoniac titré par la suite, colorimétriquement, par le réactif de Nessler.

L'analyse du phosphore inorganique a également fait appel à une méthode colorimétrique utilisant le réactif nitro-vanado molybdique (méthode de Misson). La lecture est faite à 420 millimicrons.

Les autres éléments : Ca, Mg, Na, K, Cu,

Zn, sont dosés par spectrophotométrie de flamme en absorption atomique sur un appareil Perkin-Elmer modèle 290. Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau n° V.

TABLEAU N° V
Résultats généraux des analyses biochimiques

	Témoins	Lot 1	Lot 2	Lot 3
Hématocrite	n = 80 31,5 ± 1,9	n = 78 34,1 ± 1,2	n = 64 34,8 ± 1,7	n = 61 31,8 ± 2,0
Urémie	n = 66 0,340 ± 0,03	n = 56 0,300 ± 0,03	n = 55 0,320 ± 0,02	n = 54 0,340 ± 0,03
Phosphore	n = 79 77,6 ± 2,8	n = 80 86,1 ± 3,7	n = 63 80,0 ± 3,3	n = 58 80,2 ± 3,5
Calcium	n = 75 88,1 ± 1,8	n = 74 88,3 ± 1,9	n = 59 89,0 ± 1,3	n = 55 89,3 ± 1,6
Magnésium	n = 74 20,21 ± 0,81	n = 74 21,03 ± 1,71	n = 59 21,50 ± 0,84	n = 55 21,33 ± 0,99
Sodium	n = 75 2.970 ± 20	n = 74 3.001 ± 29	n = 59 2.988 ± 21	n = 55 2.889 ± 19
Potassium	n = 75 160,7 ± 3,7	n = 73 170,7 ± 4,0	n = 58 164,5 ± 3,4	n = 54 173,1 ± 6,3
Zinc	n = 75 0,87 ± 0,05	n = 74 0,90 ± 0,04	n = 59 0,94 ± 0,05	n = 56 0,88 ± 0,07
Cuivre	n = 75 0,62 ± 0,04	n = 59 0,58 ± 0,05	n = 59 0,59 ± 0,05	n = 56 0,72 ± 0,06

Les calculs statistiques par analyse de variance font intervenir la totalité des données obtenues pour chaque élément dans chaque lot. Les conclusions ressortent du tableau suivant.

TABLEAU N°VI
Valeur de F pour les comparaisons des dosages biochimiques.

Eléments	Hématocrite	Urémie	P	Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn
Lots									
Sur les quatre lots	+	0	++	0	0	0	++	++	0
	3,34	1,05	4,64	< 1	1,33	1,29	7,03	11,5	< 1
Témoins ↑ ↓ supplémentés	+	0	+	0	0	0	++	0	0
	4,52	1,67	5,98	< 1	3,58	2,54	13,6	< 1	1,03
Témoins ↑ ↓ Lot 1	+		++	0	0	0	++	0	0
	4,72	< 1	12	< 1	1,24	2,97	22	2,3	< 1
Témoins ↑ ↓ Lot 2	+		0	0	+	0	0	0	0
	5,90	< 1	1,09	< 1	4,8	0,66	2,51	2,3	2,58
Témoins ↑ ↓ Lot 3	0		0	0	0	0	++	++	0
	< 1	< 1	1,1	< 1	3,22	1,84	13	14	< 1
Lot 1 ↑ ↓ Lot 2			+		+	0	+		
		< 1	5,33		3,95	< 1	5,07	< 1	< 1

présentant les valeurs de F pour chaque type de comparaison :

- Une différence non significative est marquée par un point;
- Une différence significative à 5 p. 100 par une croix;
- Une différence significative à 1 p. 100 par deux croix.

2.3. Discussions des résultats

Elles abordent successivement le problème de l'évolution des poids dans les quatre lots et celui des résultats biochimiques présentés pour chaque élément par un graphique.

Les courbes sont établies en fonction des trois périodes expérimentales et ont la même origine car elles sont « pondérées » sur la moyenne obtenue à partir de tous les animaux au cours du premier dosage effectué avant tout traitement.

2.3.1. Evolution pondérale

La supplémentation minérale a produit, dans l'ensemble des lots qui en ont bénéficié et par rapport au lot témoin, un gain de poids supérieur.

L'explication de ce fait peut tenir à une des trois hypothèses suivantes :

1. Il est possible que la ration de base, conçue pour couvrir théoriquement les besoins, n'y soit pas parvenue en raison d'une mauvaise utilisation des matières minérales qu'elle contient.

Les gains de poids insuffisants, enregistrés dans le lot témoin, résulteraient alors d'une carence minérale par défaut d'absorption.

2. On peut envisager que tous les animaux, au moment où ils ont été mis en expérience, se trouvaient dans un état de sub-carence liée à une insuffisance chronique des apports minéraux durant toute leur vie antérieure. Ce fait expliquerait le bénéfice qu'ont tiré les lots supplémentés d'un apport excédentaire en éléments minéraux.

3. La dernière hypothèse, la moins satisfaisante, serait qu'il existe chez les bovins tropicaux et dans les conditions normales, une relation entre gain de poids et niveau de supplémentation minérale.

En réalité, nous pensons que la vérité se situe à mi-chemin des deux premières hypothèses.

En effet, au cours de plusieurs expériences de digestibilité, il est apparu que le phosphore et le calcium contenus dans la coque d'arachide étaient de faible valeur biologique.

D'autre part, les essais d'embouche intensive ont permis de constater que les zébus de 4 ou 5 ans semblent, durant leur vie antérieure, avoir accumulé « un retard de croissance », qu'une alimentation rationnelle leur permet de combler rapidement. Ce « rattrapage » exige sans doute des apports minéraux plus importants que ceux correspondant aux normes admises pour les animaux du même âge.

Les lots traités, ayant reçu des suppléments minéraux différents, le deuxième point à considérer est donc l'étude du comportement pondéral de chaque lot par rapport au lot témoin.

Le graphique n° I présente les droites de régression des poids moyens pondérés en fonction du temps.

Ces droites répondent aux équations suivantes :

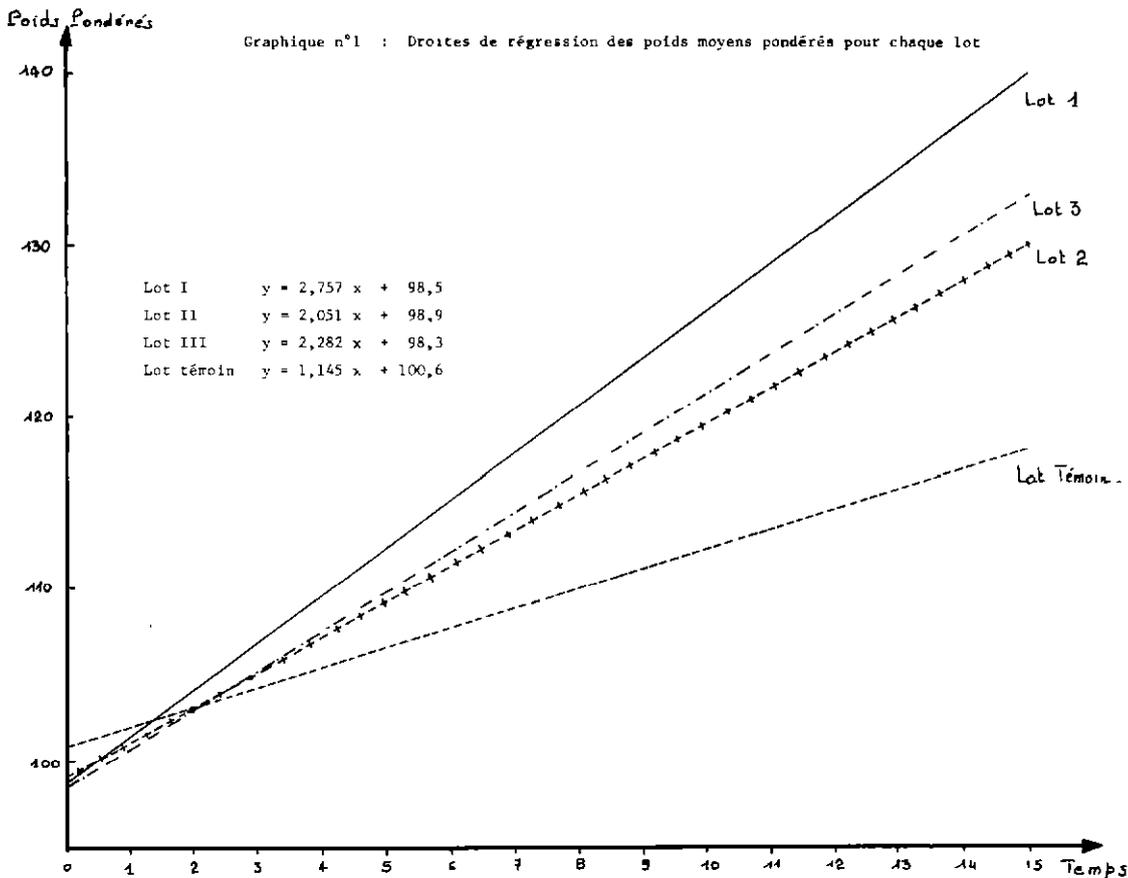
$$\begin{aligned} \text{Témoins } y &= 1,145 x + 100,60 \\ \text{Lot 1 } y &= 2,757 x + 98,51 \\ \text{Lot 2 } y &= 2,051 x + 98,95 \\ \text{Lot 3 } y &= 2,282 x + 98,27 \end{aligned}$$

La pente la plus forte est celle du lot 1; viennent ensuite, très proches, celles des lots 2 et 3 et enfin celle du lot témoin.

Le phosphate bicalcique semble donc avoir produit le meilleur effet sur le poids, le polyfos et le phosphate disodique lui étant inférieurs. L'insuffisance numérique des données ne permettant pas de séparer nettement ces deux lots, les calculs statistiques confirment ce résultat. En effet, si on compare par analyse de variance le lot témoin à chacun des lots supplémentés, on obtient respectivement pour L 1, L 2, L 3 les valeurs de F suivantes : 9,58 - 3,90 - 4,27.

Le lot 1, recevant le phosphate bicalcique a donc le comportement pondéral qui s'écarte le plus de celui des témoins.

Le phosphate disodique et le polyfos ne se distinguent plus significativement des témoins.



2.3.2. Résultats biochimiques

Les valeurs moyennes correspondant aux dosages biochimiques sont présentées dans le tableau IV et les résultats des comparaisons entre lots dans le tableau V.

Les analyses statistiques montrent que la supplémentation minérale a produit un effet sur les hémocrites, la phosphorémie, la kaliémie mais a été sans conséquence pour la magnésémie (sauf dans le lot 2), la natrémie, la cuprémie (sauf le lot 3) et les taux de zinc sérique.

Nous allons envisager séparément chacun de ces éléments.

• Hématocrites. — Les valeurs moyennes des hémocrites sont significativement plus élevées dans les lots traités et parmi ceux-ci, le lot 2, recevant le polyfos, présente les données les plus distinctes de celles des témoins. Ce fait est probablement la conséquence d'une hyperglobulie provoquée par les apports supplémentaires de fer et de cuivre, éléments pour lesquels le polyfos est particulièrement riche.

• Urémie. — Les taux moyens d'urée sanguine sont comparables dans tous les lots. Un effet de la supplémentation dans ce domaine était peu probable et n'aurait pu résulter que de la présence d'un élément toxique dans les suppléments administrés.

• Éléments minéraux. — Avant d'entreprendre la discussion des résultats, une remarque préalable s'impose.

On admet, en effet, que les valeurs sériques concernant la plupart des éléments minéraux constituent un reflet plus ou moins fidèle des métabolismes correspondants. Il faut cependant souligner la complexité des facteurs qui contribuent à assurer le niveau de la phosphorémie ou de la calcémie par exemple. En effet, les « entrées » en provenance de l'absorption digestive, ou des organes de réserve, interfèrent avec les diverses sorties qui sont l'utilisation, le stockage ou l'élimination. Pour ces diverses raisons, nous parlerons d'un éventuel effet des suppléments sur le niveau de la calcémie ou de la phosphorémie sans préjuger des

répercussions sur la totalité du métabolisme calcique ou phosphoré qui ont pu en résulter.

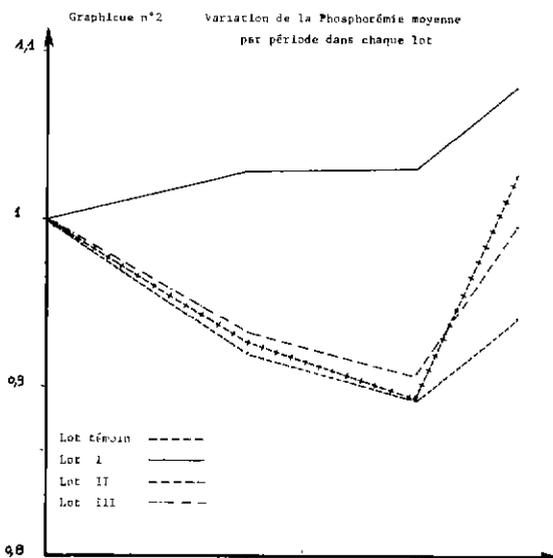
• **Phosphorémie.** — Sur la totalité des lots, les fluctuations de la phosphorémie ont été beaucoup plus faibles que celles observées généralement. L'entretien en stabulation n'est certainement pas étranger à la stabilisation relative de cette donnée.

Les valeurs moyennes obtenues ($77,6 \pm 2,8$ pour les témoins) sont supérieures à celles observées au cours de deux expérimentations antérieures. Sur un troupeau de Dara, suivi mensuellement, tout au long de l'année 1970, la phosphorémie moyenne a été de 69 mg/litre. Dans les enquêtes effectuées dans la zone sylvo-pastorale du Sénégal, on avait obtenu en 1968 les valeurs de $49,4 \pm 12,3$ en saison sèche et de $66 \pm 10,9$ en saison des pluies.

Considérés en bloc, les lots supplémentés ont une phosphorémie différente de celle de témoins ($F = 5,98$) mais si l'on compare chaque lot traité avec le lot témoin, on constate que seul le lot 1 accuse une différence hautement significative ($F = 12^{++}$).

Pour les deux autres, il n'y a pas de différence.

Le phosphate bicalcique est donc le seul supplément qui produise une élévation sensible de la phosphorémie située nettement au-dessus de celle des témoins.



Si l'on considère le graphique n° 2, on constate que chaque période expérimentale est marquée par un aspect différent des courbes.

Dans le lot 1, on observe d'abord une élévation de la phosphorémie qui revient en plateau dans la 2^e période. L'augmentation de la ration entraîne une diminution de concentration du supplément dans l'aliment. En fin d'essai, le fait de doubler les quantités de phosphates se traduit par un brusque relèvement de la courbe. Dans ce lot, l'allure de la phosphorémie paraît liée essentiellement au supplément minéral administré.

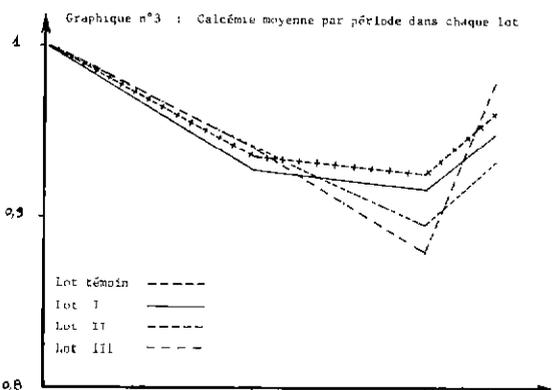
Dans les trois autres lots en revanche, on observe, durant la première période, une chute progressive de la phosphorémie malgré les suppléments minéraux distribués. Cette chute se ralentit lorsqu'on augmente la ration et s'inverse totalement en fin d'essai après nouvelle augmentation portant sur la ration et les suppléments.

Pour ces trois derniers lots donc, la phosphorémie paraît beaucoup plus dépendante du phosphore de la ration que de celui apporté par les suppléments.

Ces deux types d'évolution soulignent à nouveau l'efficacité différente sur la phosphorémie du phosphate d'une part et des phosphates disodiques, et aluminocalciques d'autre part.

• **Calcémie.** — Les taux moyens du calcium sérique ont été relativement constants au cours de l'expérimentation et n'ont pas présenté de différence d'un lot à l'autre.

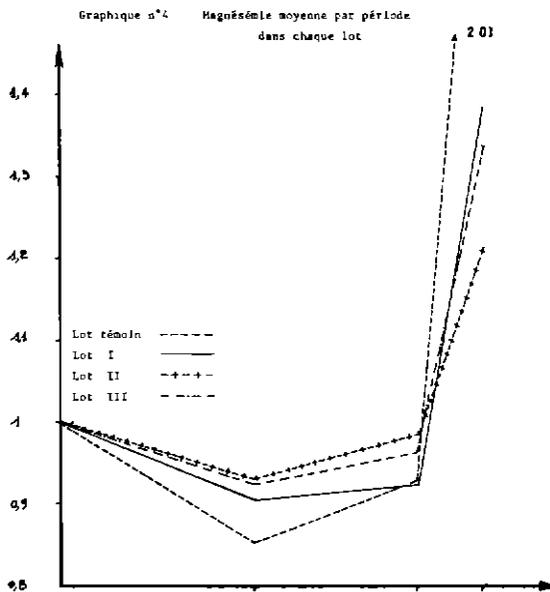
Le graphique n° 3 montre une évolution



comparable dans tous les lots. Aucune des supplémentations minérales ne semble avoir eu d'effet sur la calcémie.

• **Magnésémie.** — La magnésémie tout au long de cet essai a paru relativement basse. Les valeurs observées par ailleurs, à Dara et au Ferlo en saison des pluies, sont plus élevées (26,7 mg/litre à Dara et 23,1 au Ferlo). On peut donc penser que la ration de base présente un certain degré de carence en magnésium.

La supplémentation minérale n'a produit une différence significative par rapport aux témoins que dans le lot 2 qui reçoit du polyfos. Ce dernier supplément paraît donc constituer une source de magnésium plus intéressante que les autres phosphates utilisés.

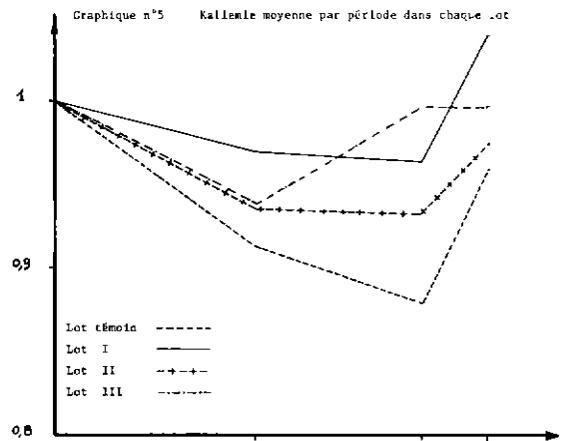


Le graphique n° 4 présente ces résultats et souligne la très vive remontée des taux de magnésium dans la dernière partie de l'essai.

Si l'on admet que la ration de base est insuffisante en magnésium, ce fait peut justifier un niveau relativement bas de la calcémie tel qu'il a été observé. On sait, en effet, que calcium et magnésium interfèrent souvent et qu'il s'avère difficile de maintenir une calcémie normale avec des rations carencées en magnésium. Dans les tétanies, l'affaiblissement du taux de magnésium qui précède l'apparition des troubles s'accompagne presque toujours d'une chute de la calcémie.

• **Kaliémie.** — Les taux moyens de potassium sérique au cours de cet essai ont été inférieurs à ceux rencontrés au Ferlo et en Casamance en saison sèche (180 mg/l et 198 mg/l).

Pour cette donnée, on observe des différences hautement significatives entre témoins et supplémentés ($F = 13,6$). Seul, le lot 2, recevant le polyfos, constitue une exception puisque sa kaliémie moyenne n'est pas différente de celle des témoins.



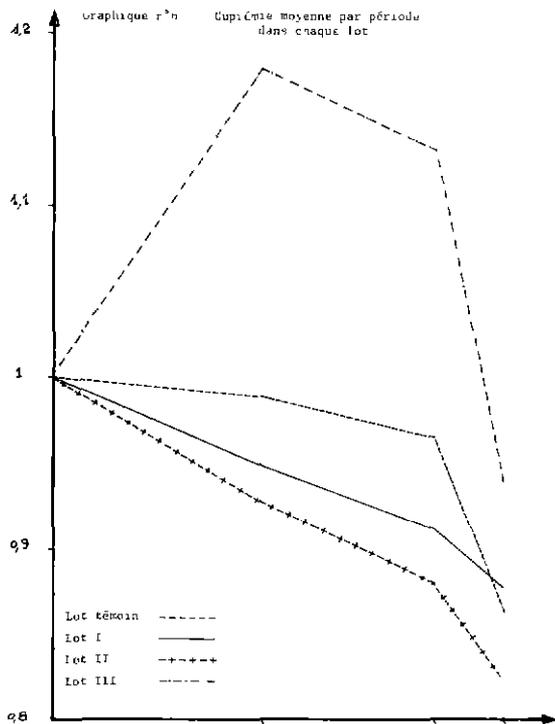
En ce qui concerne le lot 1, on peut admettre que le bicalcique utilisé contenait sous forme d'impuretés des nitrites de potasses rencontrés fréquemment dans les phosphates naturels et qui ont pu constituer un apport supplémentaire en potassium. La véracité de cette hypothèse sera établie avec le résultat des analyses en cours. Un autre mécanisme peut être invoqué pour justifier la kaliémie élevée dans le lot 3.

On connaît, en effet, la compétition des ions K et Na au niveau de l'élimination urinaire.

Avec le phosphate disodique, on a apporté dans ce lot un excès de sodium qui a pu entraîner une économie de potassium au niveau du tube rénal.

• **Natrémie.** — Les taux de sodium sériques ne présentent aucun intérêt particulier. Ils sont comparables dans tous les lots, et même dans le n° 3 dans lequel, malgré un important apport en sodium, on n'observe aucune différence.

• **Cuprémie.** — Les taux moyens de cuivre sériques ont été comparables dans tous les lots à l'exception du lot 3 pour lequel on observe une différence hautement significative ($F = 14$).



Par rapport aux précédents, le graphique n° 6 présente plusieurs singularités :

1. La courbe des témoins est située en position intermédiaire entre le lot recevant le phosphate disodique et les deux autres lots supplémentés.

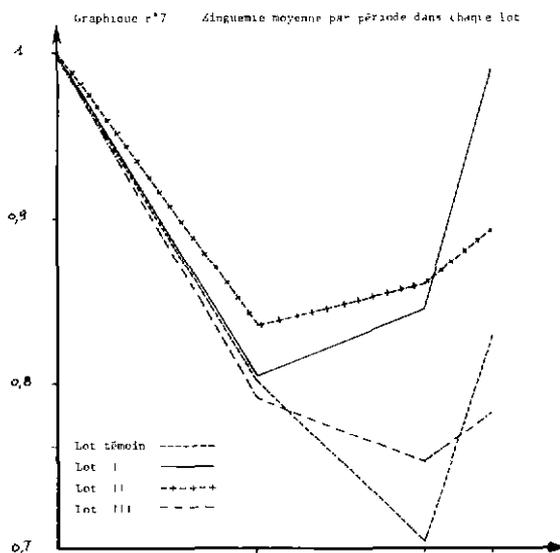
2. Contrairement à ce qu'on observe pour les autres éléments, la cuprémie chute à la 3^e période lorsqu'on augmente la ration. Tout se passe donc comme s'il existait dans la ration un facteur particulier capable de s'opposer à l'absorption du cuivre.

Vis-à-vis de ce facteur antagoniste du cuivre, les suppléments minéraux se comportent de deux façons : Polyfos et bicalcique le potentialisent puisque la cuprémie dans ces lots est inférieure à celle des témoins. Le phosphate disodique semble déprimer cet antagoniste tout au moins dans la première période correspondant à la distribution d'une faible quantité

d'aliment. Cet antagoniste du cuivre pourrait être le calcium ou une certaine valeur du rapport Ca/P.

Dans le cadre restreint de cet essai, on observe, en effet, que lorsque Ca/P est supérieur à 1, la cuprémie est basse. Dans le cas contraire, elle est élevée.

• **Zinguémie.** — On n'observe pas sur cette donnée de différence d'un lot à l'autre. Les valeurs moyennes en sont inférieures à celles rencontrées en saison sèche au Ferlo et en Casamance ($2,20 \pm 0,5$ et $2,21 \pm 0,36$).



Le graphique n° 7 présente ces derniers résultats. Les lots supplémentés, en particulier le lot 2, y apparaissent comme étant supérieurs aux lots témoins, ce qui ne confirme pas les calculs.

CONCLUSIONS

L'objet de cette note était d'aborder les éventuelles particularités des bovins tropicaux face à une supplémentation minérale.

L'expérimentation a fait appel à des taurillons zébus de 4 à 5 ans ramenés du milieu naturel et entretenus en stabulation au laboratoire durant 17 semaines.

La ration distribuée est un mélange de coque d'arachide mélassée à 20 p. 100 et de farine

de maïs capable de couvrir théoriquement les besoins minéraux des animaux.

L'administration de deux phosphates naturels et d'un phosphate disodique s'est traduite par des apports minéraux largement excédentaires. Dans ces conditions et dans ce cadre expérimental restreint, les résultats ont montré que la supplémentation minérale a produit une amélioration sensible du gain de poids.

Ce fait semble dû d'une part à une faible valeur biologique du calcium et du phosphore apporté par les rations à base de coque d'arachide, mais, surtout à un caractère particulier des zébus utilisés qui, même à l'âge de 4 ans, sont capables de reprendre leur croissance limitée par les privations subies dans les années antérieures. Pour assurer ce « sursaut de

croissance » les besoins minéraux se trouvent sensiblement augmentés.

La conséquence de caractère pratique est que les rations utilisées pour l'embouche intensive des zébus de ce type et de cet âge doivent contenir de fortes proportions de sels minéraux, tout spécialement lorsque la coque d'arachide en constitue l'élément de lest.

Parmi les phosphates utilisés, seul le phosphate bicalcique a eu un effet significatif. Le pourcentage de gain de poids observé dans le lot qui le recevait est nettement supérieur à celui des témoins. Ce fait est souligné par les analyses biochimiques dont les résultats montrent pour le lot 1 un taux moyen de phosphate inorganique supérieur à celui observé dans les deux autres et le lot témoin.

SUMMARY

Influence of mineral feed supplements on growth and some biochemical patterns of mineral metabolism in tropical cattle

Mineral compounds: calcium, phosphate dibasic, « sodium, phosphate dibasic » (polyfos), incorporated in a basic ration (50 p. cent groundnut-shell mixed with 20 p. cent molasses, 49 p. cent maize flour, and 1 p. cent urea) were given for 17 weeks to zebu bulls 4 to 5 years old. The experimental animals were brought from their original bush pasture land and kept in stabulation to demonstrate the effect of the adjunction of a mineral supply.

The study of the weight gains and the results of biochemical tests (haematocrite, urea, P, Ca, Mg, Cu, Zn, Na, K) show:

- the improvement of weight gains when an excess of minerals is given;
- the better biological value of calcium phosphate dibasic compared to sodium phosphate dibasic and polyfos.

RESUMEN

Influencia de los aditivos minerales sobre el crecimiento y ciertos testigos bioquímicos del metabolismo mineral en los bovinos tropicales

Se administran los compuestos minerales fosfato bicálcico, « fosfato aluminio cálcico » (polyfos), fosfato disódico, incorporados en una ración básica (50 p. 100 de cáscara de cacahuete con 20 p. 100 de melaza, 49 p. 100 de harina de maíz, 1 p. 100 de urea), durante 17 semanas, en torillos cebús, de 4 a 5 años de edad, vueltos del medio natural y mantenidos en estabulación para evidenciar las particularidades eventuales de dichos animales para con una ración mineral complementaria.

El estudio de la evolución de los incrementos de peso y los resultados de las pruebas bioquímicas (hematocrito, urea, P, Ca, Mg, Cu, Zn, Na, K) permitieron comprobar:

- la mejora del incremento de peso por una adición excedente de sales minerales;
- la superioridad del fosfato bicálcico sobre el fosfato disódico y el fosfato aluminio cálcico.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOHMAN (V. R.), MELENDY (H.) et WADE (M. A.). Influence of dietary supplements on growth of beef calves on semi-desert range. *J. Anim. Sci.*, 1961, **20** (3) : 553-557.
2. CALVET (H.) et Collab. Aphosphorose et botulisme au Sénégal. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1965, **18** (3) : 249-282.
3. FRIOT (D.) et CALVET (H.). Etude complémentaire sur les carences minérales rencontrées dans les troupeaux du Nord Sénégal. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1971, **24** (3) : 393-407.
4. HARRIS (L. E.), BUTCHER (J. E.), JAMES (L. F.) et COOK (C. W.). Influence of protein and phosphorus supplements on range cattle production. *J. Anim. Sci.*, 1957, 1059 (Abstract).
5. WARD (H. K.). Supplementation of beef cows grazing on veld. *Rhod. J. Agric. Res.*, 1968, **6** (2) : 93-101.

Une nouvelle variété de *Pennisetum purpureum* var. *Kisozi* Son exploitation et sa valeur fourragère à Madagascar

par P. GRANIER (*)

RESUME

Parmi les fourrages à couper dont on dispose actuellement, la variété « *Kisozi* » du *Pennisetum purpureum*, introduite récemment à Madagascar, est celle dont la rapidité de croissance, la productivité et l'appétibilité permettent un étalement des productions dans les meilleures conditions.

Son implantation est facile et ne demande pas de sarclage.

Des clones ont été testés dans des climats et sur des sols très différents toujours avec succès.

Sa productivité et sa valeur fourragère en font une des meilleures espèces pour l'affouragement en vert à l'étable et sa précocité permet de disposer de fourrage vert avant l'installation régulière des pluies.

Son utilisation dans l'alimentation des vaches laitières nécessite une correction dans les apports de certains éléments (calcium, potasse, sodium).

Elle devrait prendre une grande importance dans l'embouche bovine tant paysanne qu'industrielle.

INTRODUCTION

Le problème de l'affouragement à l'étable est particulièrement difficile à résoudre à cause soit de l'existence d'une longue saison sèche, soit de la diminution de la valeur des fourrages conservés dans les conditions tropicales, ou de l'élévation rapide du taux de cellulose en milieu humide. Les techniciens cherchent à mettre au point des variétés susceptibles de fournir un fourrage qui, malgré l'arrêt de la végétation en hiver, puisse fournir une réserve « sur pied » qui couvrirait une partie des besoins du bétail en énergie.

Pendant longtemps on ne disposa que de la canne UBA (*Saccharum sinense*) et de l'Herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*). Ces plan-

tes trop ligneuses furent remplacées vers les années 1960, par le Guatemala grass (*Tripsacum laxum*) et une variété de *Pennisetum purpureum* dite « à collets rouges », espèces à croissance plus rapide et à rendements bruts très élevés.

C'est en 1965, que le Service d'Agrostologie de l'I.E.M.V.T. à Madagascar a entrepris l'étude d'une souche de *Pennisetum purpureum* originaire de la République Démocratique du Congo et baptisée « *Kisozi* » en raison de sa provenance.

En fait, cette variété de *Pennisetum purpureum* a été introduite à Madagascar à l'occasion d'un envoi de quelques boutures prélevées dans son pays d'origine, effectué par un chercheur de l'Institut de Recherches Agronomiques de Madagascar, en mission d'étude au Zaïre, à un de ses collègues de la Station Agronomique

(*) I.E.M.V.T., Région de Recherches Vétérinaires et Zootechniques de Madagascar, B.P. n° 862, Tananarive.

du Lac Alaotra où elles furent mises en collection.

Elle semble avoir été trouvée par ce chercheur au hasard d'une herborisation, ce qui expliquerait l'absence, à notre connaissance, de toute étude la concernant, dans son pays d'origine.

C'est à partir de boutures prélevées dans la collection du Lac Alaotra qu'ont été conduites tant des études bromatologiques que sa diffusion.

Les études de comportement et la bromatologie donnant des résultats positifs, la souche a été multipliée sur de grandes surfaces et, trois années après seulement, les organismes chargés de la vulgarisation agricole diffusaient cette espèce dans de nombreux secteurs de développement.

RECAPITULATION DES FOURRAGES A COUPER UTILISES ACTUELLEMENT

Saccharum sinense = canne UBA (en voie de disparition).

Tripsacum laxum = Guatemala grass.

Pennisetum purpureum =

- sensu stricto = herbe à éléphant = Napier (en voie de disparition);
- var. « à collets rouges ».
- var. « *Kisozi* ».

I. DESCRIPTION

La variété « *Kisozi* » est une plante cespitueuse pérenne, formant de grosses touffes robustes, solidement enracinées par des rhizomes profonds et étendus. Les épillets sont stériles. Elle se distingue de la variété « à collets rouges » avec laquelle elle est souvent confondue par les caractères suivants :

- les talles sont beaucoup plus nombreuses et les chaumes moins épais et glabres alors que la variété « à collets rouges » est couverte de poils irritants;
- la gaine enveloppe complètement l'entrenœud, elle est uniformément verte. Dans la variété dite à « collets rouges », les collets,

mais surtout la base et l'intérieur des gaines, sont rouges lie-de-vin;

- le limbe est moins large avec une nervure centrale moins blanche et moins individualisée;
- le chaume a des entre-nœuds moins épais et des nœuds moins accusés;
- la structure est beaucoup plus lignifiée chez la variété à « collets rouges » qui montre à la coupe des formations continues et épaisses de sclérenchyme, au lieu d'îlots comme la var. « *kisozi* »;
- les faisceaux vasculaires sont localisés chez « *kisozi* » au pourtour de la tige dont le centre est occupé par une cavité médullaire;
- enfin, l'existence des poils bicellulaires est déterminante sur la var. « à collets rouges ». (Tableau n° I.)

II. ECOLOGIE

Sur le plan climatique, cette variété s'adapte à des milieux très variés puisqu'elle a été implantée avec succès dans des domaines aussi différents que ceux de l'Est (climat perhumide), le Centre (humide modifié par l'altitude), le Moyen-Ouest (subhumide), le Nord-Ouest (subhumide chaud) et le Sud-Ouest (semi-aride).

Il faut noter une sensibilité au gel qui limite son extension en altitude (\triangleright 1.600 m). Des essais ont été effectués sur des sols représentant également la plupart des catégories rencontrées en milieu tropical :

- sables roux de l'Ouest;
- argiles noires tropicales de l'Ouest;
- sols ferrallitiques du Moyen-Ouest, du Centre, du Sud-Est;
- sols volcaniques de l'Itasy;
- sols argileux ou tourbeux du Centre.

Elle affectionne malgré tout les sols perméables, humides, riches en matières organiques, et semble peu sensible à la température (exception faite du gel). Son milieu d'élection est le colluvium proche de la nappe phréatique.

Elle peut être plantée sur sols hydromorphes à condition que ceux-ci soient drainés. Si la submersion est totale et persistante, elle est éliminée. Avec cette précaution, elle a donné d'excellents rendements sur les colluvions humi-

TABLEAU N° I

Principales dimensions (en mm)

		<i>Kisozi</i>	"collets rouges"
Feuilles	(Limbe		
	(Longueur maximale	800 à 830	1 150 à 1 350
	(Largeur maximale	450 à 470	500 - 660
	(Gaine		
	(Longueur maximale	280 - 300	200 - 240
	(Rapport		
	(Gaine		
	(Limbe	0,35	0,10
	(Ligule		
	(Hauteur des poils	2	3
(Largeur de la ligule	25 - 30	35 - 40	
Tiges	(Nombre de noeuds	14 pour 2 200 de hauteur	14 pour 1 700 de hauteur
	(Longueur des entre-noeuds	140-167-215	36-83-120
	(Epaisseur des entre-noeuds	20 - 22	36 - 38
	(Epaisseur des noeuds	26	42

des (Kianjasoa) et les sols de rizières (Tananarive). Elle est aussi sensible à l'engorgement permanent que le *Tripsacum* et beaucoup plus que le *Pennisetum purpureum* (s.s.) mais a donné de bons résultats sur des tourbes où le « collets rouges » a disparu.

Sa résistance à la sécheresse est nettement supérieure à celle des autres fourrages. Au Centre de Recherches Zootechniques et Fourragères de Miadana (Ouest), sa croissance est continue pendant la saison sèche, et au mois d'octobre après 7 mois de sécheresse, on peut observer des rejets au pied des touffes, et les chaumes âgés de plusieurs mois, atteignant 2 m de hauteur, ne sont pas lignifiés.

III. CULTURE

Le *Pennisetum purpureum* var. « *Kisozi* » peut être implanté facilement à partir d'éclats de souche ou de boutures (3 nœuds). On enterre obliquement les boutures, en laissant affleurer le dernier nœud. Sa rapidité de croissance permet d'éviter les sarclages.

L'écartement des souches est réduit par rapport aux autres fourrages à couper. Selon

les cas, et la richesse des sols, on peut bouturer avec des écartements de 50×50 , 50×40 ou 40×40 (cm). Lorsque l'écartement est réduit, le tallage finit par donner une plantation continue de chaumes dressés, faciles à exploiter à la main ou mécaniquement mais rendant l'enfouissement du fumier plus délicat.

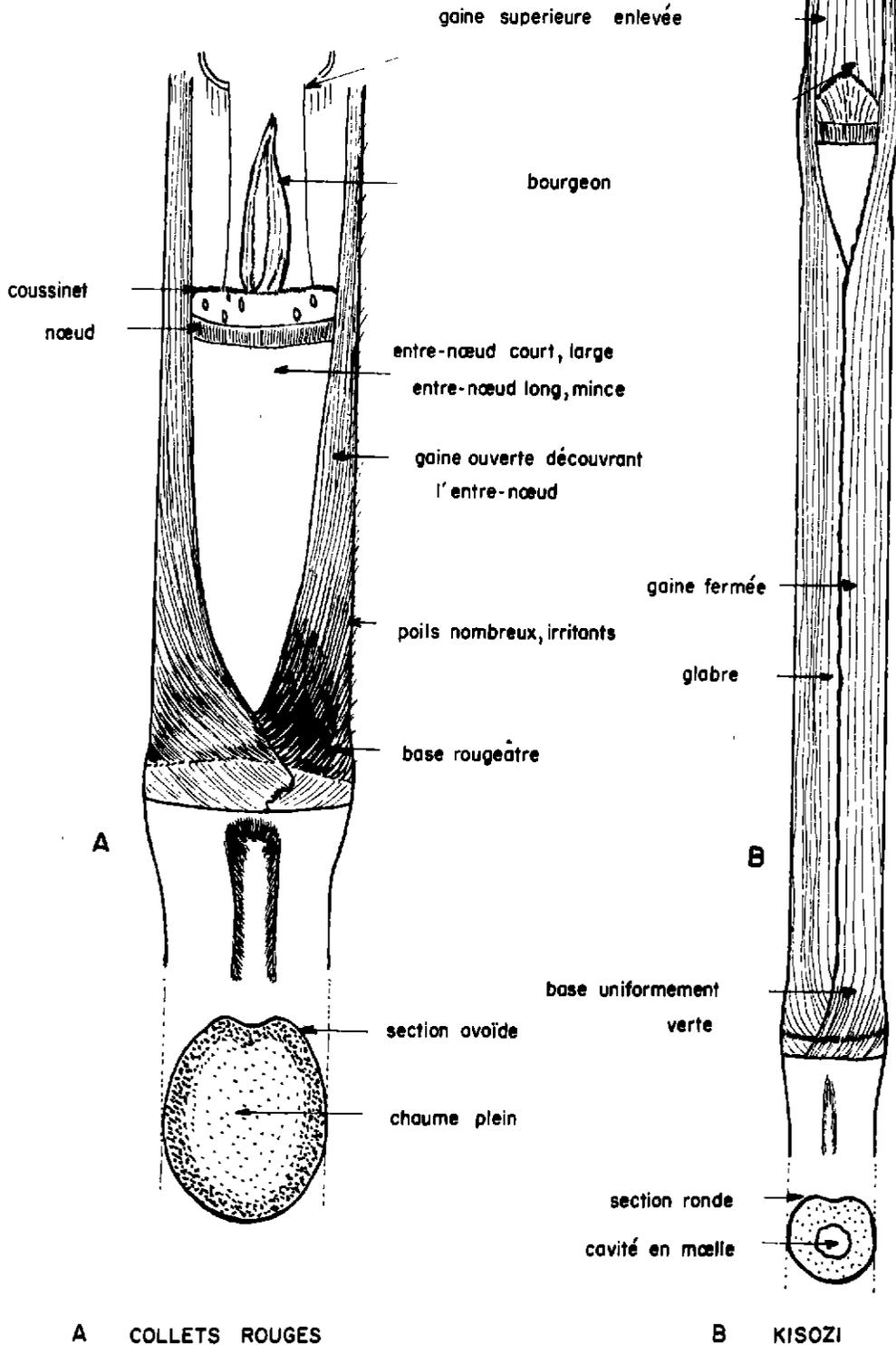
Deux mois après la plantation, il y a intérêt à butter les souches pour enterrer les racines culmaires qui apparaissent sur les premiers nœuds et améliorer l'ancrage de la plante. Après la première coupe, on enfouit du fumier entre les lignes afin d'accroître l'allongement des racines et des rhizomes ce qui favorise le tallage et permet une exploitation par les racines d'un plus grand volume de sol. Il faut éviter la pratique, souvent traditionnelle, qui consiste à recouvrir la touffe de fumier après la coupe, ce qui provoque un pourrissement (mycelium) des nœuds et donne des chaumes qui versent et se cassent.

L'enfouissement du fumier peut se faire au début et à la fin des pluies.

L'apport d'engrais minéraux est fractionné tout au long de l'année (Potasse essentielle).

Fig. 1

PENNISETUM PURPUREUM



grandeur naturelle : souches d'âge identique

IV. CARACTERISTIQUES FOURRAGERES

1. Rapidité de croissance

Le graphique n° I représente la productivité du « Kisozi » en culture de bas-fond avec irrigation. Celle-ci débute à la fin août et apporte un supplément d'eau de l'ordre de 2.500 m³/ha entre août et novembre (début des pluies).

La courbe A représente la productivité d'une parcelle ayant reçu 600 kg/ha de Dolomie (carbonate de calcium et magnésium) et 50 t/ha de fumier.

La courbe B celle d'une parcelle ayant reçu la même dose de Dolomie et 25 t/ha de fumier.

La parcelle A est sur colluvions drainées, la parcelle B située plus bas est engorgée temporairement.

On voit que l'exploitation peut débiter à partir du 60^e jour (30 t/ha/vert). Dans la pratique, on exploite lorsque les rendements atteignent 30 t/ha/vert, soit 6 t/ha de matière sèche et on évite de dépasser 60 t/ha/vert, soit 12 t/ha de matière sèche pour limiter les refus. Ces rendements correspondent à des hauteurs de la plante comprises entre 1,20 m et 1,80 m de hauteur.

Il faut noter que les courbes A et B du graphique n° I n'établissent pas une comparaison entre les effets d'un facteur (sol ou fumure) mais donnent les résultats de deux exploitations différentes.

Graphique I.

PRODUCTIVITE DU PENNISETUM PURPUREUM

VARIETE " KISOZI "

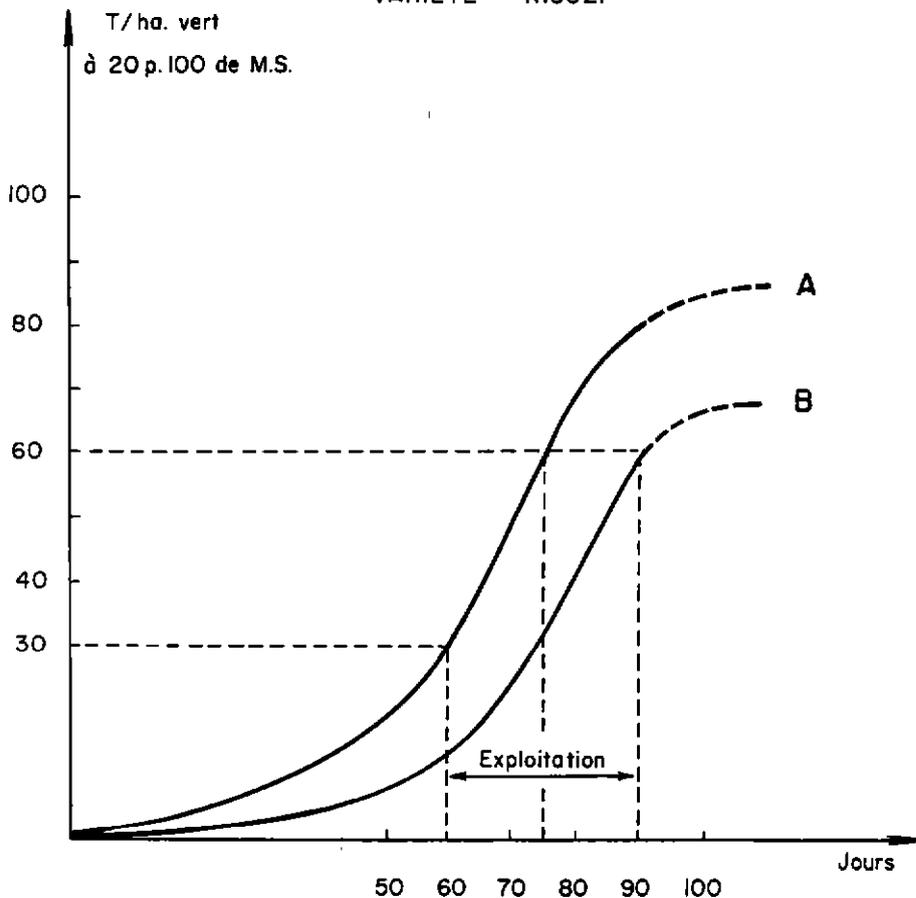


TABLEAU N°II

Essai de Belanitra (d'après l'IRAM)
mise en place : Janvier 1967 (en t/ha/ en vert)

Sols argileux

Année	Date des coupes												Total annuel	
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		
1 967					12,4					23,5			32,7	68,6
1 968		24,1	7,5			7,7							48,2	95,8
1 969		55,7			25								48,7	129,4
1 970		38,2			26,3									

Production moyenne annuelle 112,6 t/ha ;

Fumure = 390 kg/ha de P₂O₅ et 50 kg N/ha)
50 kg K₂O/ha) après chaque coupe

TABLEAU N°III

Essai de Laniera (d'après l'IRAM)
mise en place : Janvier 1967

Sols tourbeux

Année	Date des coupes												Total annuel	
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre		
1 967					15					30			64,4	109,4
1 968	49,1		44,9		22,6								35,6	181,4
1 969	30,9	35				45,9				30,5			38,1	180,4
1 970		52,3				48								

Production moyenne annuelle 180,9 t/ha ;

Fumure = 600 kg/ha de P₂O₅ et 50 kg Na/ha)
50 kg K₂O/ha) après chaque coupe.

2. Rendements élevés

La rapidité de la croissance permet de faire 4 coupes dans l'année, lorsque la saison sèche est marquée (6 mois).

On peut augmenter le rythme des coupes avec l'irrigation, ou en climat perhumide (7 à 8).

La parcelle B citée ci-dessus a été exploitée de la façon suivante :

Plantation le 12 octobre

	t/ha en vert à 20 p. 100 de M.S.
1 ^{re} coupe le 24 janvier	62,5
2 ^e coupe le 12 mai	60
3 ^e coupe le 26 octobre	31
4 ^e coupe le 27 décembre	50
	203,5

Cette plantation, effectuée en 1965, maintient depuis 5 années ces rendements avec l'application d'une fumure d'entretien.

Les tableaux n^{os} II et III, établis d'après les résultats des essais effectués par CELTON et MARQUETTE dans la plaine de Tananarive, montrent que même sur sols de rizières les rendements, surtout sur tourbes, sont élevés (180 t/ha).

En zone sèche (Majunga), avec un complément d'irrigation en septembre pour obtenir une coupe supplémentaire (4^e) on obtient des rendements bruts de 218 t/ha. Sans irrigation, les rendements, selon la pluviométrie de l'année, sont de 120 à 150 t/ha/vert en 3 coupes.

Des essais de comportement, effectués en zone humide (2 m de pluies/an) sur colluvions, sans fumure ont montré que les rendements

annuels étaient de l'ordre de 80 t/ha/vert à 30 p. 100 de matière sèche environ.

3. Absence de lignification - Refus - Appétibilité

Jusqu'à un âge avancé (5 mois) les chaumes ne sont pas lignifiés, demeurent souples, verts, aqueux et se laissent aisément écraser entre les doigts. Grâce à cette absence de tissus ligneux, le pourcentage de refus reste très bas, et la plante verte peut être utilisée par les bovins sans être tronçonnée. Du fait de sa rapidité de croissance, liée peut-être à une richesse exceptionnelle en phosphore, de l'absence de lignification, de son tallage développé, le « *Kisozi* » est utilisé en totalité par le bétail, ou bien, avec un pourcentage de refus identique à ceux que l'on observe avec les autres espèces fourragères pâturées.

<i>Appétibilité</i>	<i>Refus</i>
<i>Rendement brut sur une coupe</i>	
32 t/ha	néant
60 t/ha	10 p. 100
80 t/ha	25 à 30 p. 100

Un pourcentage de refus de 10 p. 100 est normal. A partir de 25 p. 100, les refus sont trop élevés, la distribution doit être précédée d'un passage (onéreux) au hache paille. Si l'on ne dispose pas de hache paille, il faut éviter d'exploiter au-delà de 60 t/ha sinon les refus correspondant à des exportations d'éléments fertilisants ne sont restitués au sol que s'ils sont incorporés au fumier.

A titre comparatif, nous donnons les résultats d'un essai d'appétibilité effectué avec les deux variétés de *Pennisetum* et le *Tripsacum laxum*.

TABLEAU N° IV

Nature et présentation	R e f u s		
	"Collets rouges"	<i>Tripsacum</i>	<i>Kisozi</i>
Fourrage entier	71 p. 100	50 p. 100	30 p. 100
Fourrage haché	40 p. 100	15 p. 100	néant

4. Tallage

Sur des parcelles homogènes ayant reçu la même fumure, une plantation des deux variétés a été effectuée à la même date à partir de boutures. Un an après la mise en place, alors que l'exploitation a été identique (4 coupes) les touffes de « collets rouges » comportent une moyenne de 15 rejets, alors que celles de « *Kisozi* » en comportent environ 60. Cette propriété, liée à la rapidité de croissance, permet d'envisager la mise en place de pâturages qui pourraient être exploités par fauchage, passage d'un silorator et éventuellement par le bétail directement.

Un essai a été effectué au Centre de Recherches Zootechniques et Fourragères de Kianjasoa, et a montré que le « *Kisozi* » pouvait être fauché par une faucheuse à lames classique, et qu'il résistait au piétinement.

Un pâturage de « *Kisozi* » installé sur terres hautes était scindé en 2 parcelles, dont l'une était fauchée et l'autre pâturée. La parcelle pâturée a permis pendant deux saisons des pluies consécutives, 3 passages d'un troupeau constitué de 45 têtes (vaches adultes) qui restait 2 jours et demi sur une parcelle de 20 ares environ. Les refus constitués essentiellement par les bases des chaumes étaient de l'ordre de 40 p. 100 du rendement brut. La parcelle fauchée s'est épuisée plus rapidement que celle qui était pâturée.

Cette technique pourrait être appliquée dans les grandes exploitations, où après élimination mécanique des refus laissés par le pâturage, on pourrait accélérer le démarrage de la végétation par l'irrigation et l'épandage d'un engrais.

5. Absence de poils

La variété « *Kisozi* » est absolument glabre et l'absence de trichome est considérée comme une caractéristique favorable pour une plante fourragère. La variété « collets rouges » est couverte de poils qui, en séchant, deviennent irritants pour l'homme et ne sont peut-être pas sans inconvénients pour le bétail (égagrophiles ?).

V. ETUDE BROMATOLOGIQUE

Cette étude a été effectuée à partir de

25 échantillons prélevés sur des parcelles dont on connaissait le rythme d'exploitation et la fumure. Elle a porté essentiellement sur :

— les matières azotées; la cellulose; les carotènes; les éléments minéraux; les acides aminés.

1. Variations de la teneur en matières azotées

Le graphique n° II montre les variations de la teneur en matières azotées totales étudiées dans trois milieux différents avec des exploitations comportant des fumures différentes, ce qui ne permet pas de tirer de la comparaison des courbes entre elles, des renseignements précis concernant l'influence de l'un ou l'autre facteur.

Dans chaque milieu, on a relevé la hauteur en matières azotées totales sur des échantillons de même hauteur et sensiblement du même âge mais, exploités à des époques différentes.

a) *Fumure optimale* : il s'agit d'une culture intensive faite à Tananarive avec des applications de doses très élevées de fumier (60 t/ha) et une fumure minérale.

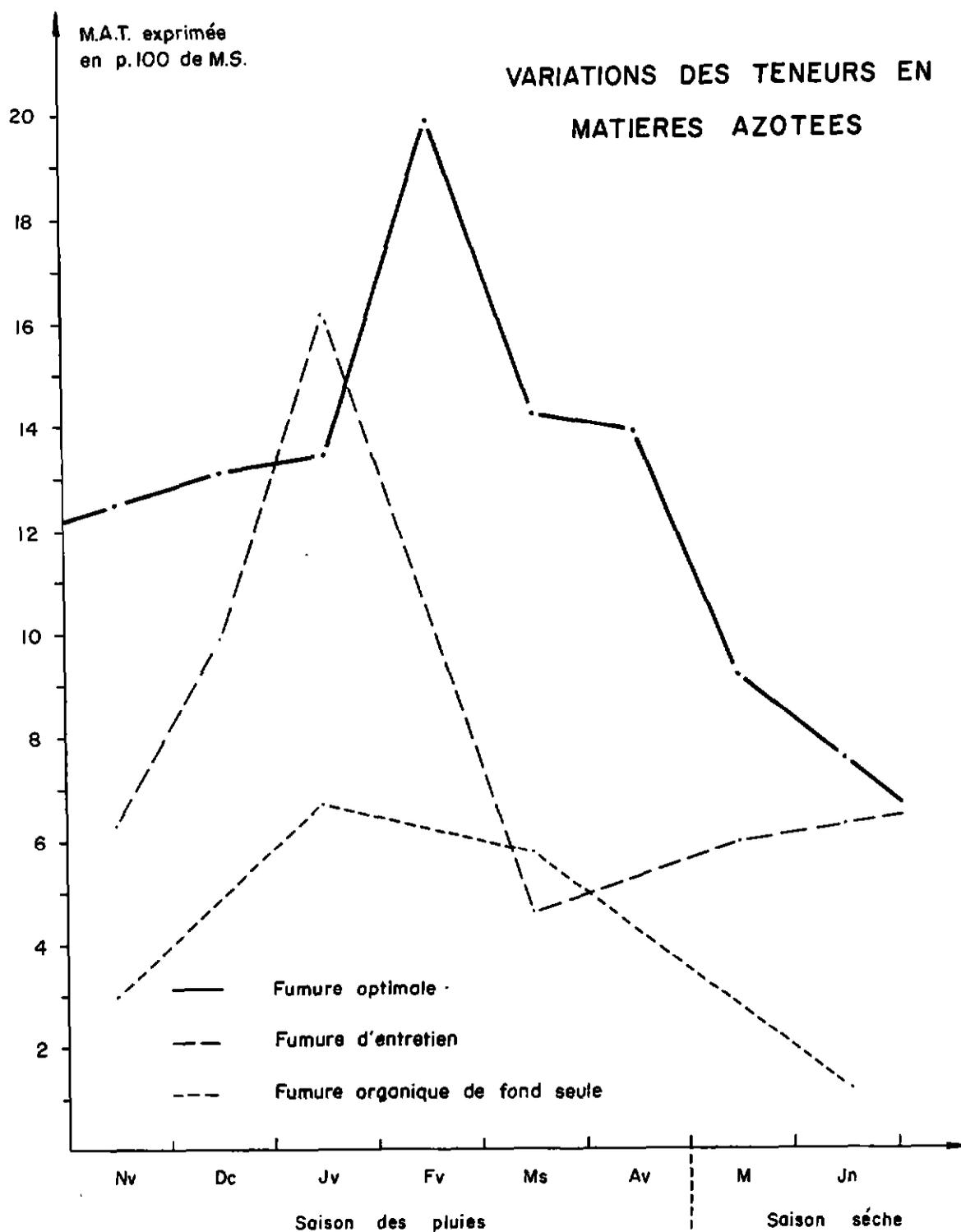
b) *Fumure d'entretien* : culture intensive au CRZF de Kianjasoa (Moyen Ouest) avec apport de 40 t/ha de fumier et 300 kg/ha de CIK par an.

c) *Fumure organique de fond seule* : exploitation semi-intensive faite au CRZF de Miadana (Ouest) sur une fumure de fond avec du fumier de fosse (40 t/ha).

Pendant les mois de janvier, février, les matières azotées peuvent atteindre 18,96 p. 100 de la matière sèche à Tananarive et, 16,16 p. 100 à Kianjasoa, ce qui pour une graminée à haut rendement est considérable. Lorsque la fumure est optimale, le pourcentage se maintient au-dessus de 10 p. 100 pendant toute la durée de la saison des pluies. Si l'on applique les coefficients de digestibilité trouvés par plusieurs auteurs et concernant des fourrages très voisins, on peut estimer qu'à ce niveau là, un kg de matière sèche apporte plus de 80 g de matières azotées digestibles et que ce fourrage peut permettre une certaine production laitière.

En saison sèche, la teneur est dépendante de la richesse des sols, du mode d'exploitation (hauteur de la plante), des réserves en eau du

Graphique II.



sol et ne peut en aucun cas caractériser la plante.

2. Cellulose

Lorsque la plante est exploitée alors qu'elle ne dépasse pas 1,50 m de hauteur, le taux de cellulose est inférieur à 30 p. 100 (matière sèche). Sur des échantillons riches en matières azotées on peut avoir des taux de cellulose situés entre 20 et 22 p. 100, ce qui est très bas pour une graminée aussi grossière. Cette faible teneur, alliée à la richesse en matières azotées permet d'utiliser le « *Kisozi* » dans l'alimentation d'animaux, autres que les bovins, tels que les porcs, les oies, les chevaux, etc.

3. Teneur en carotènes

Des dosages ont été effectués à deux stades pouvant représenter les limites inférieures et supérieures de l'exploitation, c'est-à-dire lorsque la plante a seulement 60 cm de hauteur, et lorsqu'elle atteint 2 m. Les teneurs sont les suivantes :

— à 60 cm 267 mg/kg de M.S.
— à 2 m 89 mg/kg de M.S.

Ces deux chiffres peuvent donner une échelle des variations. Dans tous les cas, les apports en carotènes peuvent couvrir les besoins du bétail même avec une supplémentation de l'ordre de 2 kg de vert/jour. (30 mg de carotènes/jour pour un bœuf adulte).

4. Teneurs en P et Ca

Le tableau n° V établit une comparaison des teneurs en P et Ca relevées sur des échantillons concernant des zones climatiques très différentes. On remarque qu'il y a régulièrement une inversion du rapport $\frac{Ca}{P}$, et que la plante contient (sauf dans une analyse) toujours plus de phosphore que de calcium. On considère généralement que les légumineuses contiennent de 5 à 10 fois plus de calcium que de phosphore, et que les graminées en contiennent en moyenne 3 fois

TABLEAU N° V
Dosages de Ca et P
en g/1 000 g de M. S.

Numéro de l'échantillon	P	Ca	$\frac{P}{Ca}$
Zone Centrale			
82	5,7	3,5	1,6
58	5,0	1,7	2,9
107	3,1	2,4	1,2
39	5,0	1,7	2,9
561	5,2	2,1	2,4
562	5,8	2,9	2,0
134	4,9	2,8	1,7
33	5,0	2,5	2,0
Moyen ouest			
235	2,2	1,6	1,3
14	1,7	1,8	0,9
419	2,3	1,7	1,3
189	2,1	1,7	1,2
149	1,8	1,6	1,1
554	2,3	2,4	0,9
83	2,4	1,2	2,0
Ouest			
101	3,0	1,4	2,1
197	4,1	2,7	1,5
300	1,7	0,9	1,8

plus ($\frac{Ca}{P} = 3$). Il semble que cette variété possède une physiologie particulière relative au phosphore et l'on sait que cet élément est un facteur de croissance essentiel, qu'il joue un rôle important dans les synthèses, et qu'en favorisant le développement racinaire il est un facteur de la précocité.

Cette richesse en phosphore est une des caractéristiques principales de la variété, elle est liée à la rapidité de croissance et à la productivité élevée.

5. Teneur en Potasse

Le tableau n° VI récapitule les teneurs concernant les principaux éléments de la nutrition de la plante.

Ces analyses révèlent un fait qui souvent n'est pas mentionné; la richesse en potasse,

ce qui peut avoir une incidence sur l'alimentation du bétail (excès de potasse) et qui nécessite de prévoir la restitution au sol des quantités exportées.

Les bovins consommant du « *Kisozi* » contenant 30 g de K par kg de matière sèche peuvent absorber par jour jusqu'à 200 g de K. L'élimination du potassium et du sodium étant liées et la teneur des plantes en Na étant faible ($\frac{K}{Na} = 15$), l'ingestion de grandes quantités de potassium va provoquer l'élimination urinaire de quantités importantes de sodium à laquelle il faut ajouter l'exportation due à la lactation. Il est donc utile de compenser cette élimination en mettant à la disposition du bétail des pierres à sel.

On estime, malgré cela, que la tolérance des bovins est très grande à l'égard d'un excès de potassium.

TABLEAU N°VI
Compositions moyennes en N, P, K, Ca
en g/kg de M. S.

Numéro de l'échantillon	N	P	K	Ca
Zone Centrale				
58	30	5,0	61,4	1,7
561	21	5,2	64,4	2,1
562	20	5,8	61,6	2,9
Moyenne	25	5,5	62,4	2,2
Moyen-Ouest				
14	16	1,71	45,3	1,84
419	10	2,28	22,9	1,68
189	10	2,11	23,9	1,74
554	9,4	2,3	38,8	2,4
83	7,3	2,39	26,14	1,25
Moyenne	10,5	2,15	31,4	1,7
Ouest				
101	10	3,0	42,9	1,4
197	9,3	4,1	29,3	2,7
300	4,6	1,7	28,0	0,9
Moyenne	8	2,9	33,4	1,66

6. Valeur fourragère

Dans le tableau n° VIII, nous donnons des valeurs approximatives de la valeur en U.F. dans un but essentiellement pratique. Ces

valeurs concernent la saison des pluies, car comme nous l'avons déjà noté, en saison sèche, la valeur dépend d'un trop grand nombre de facteurs. Il faut remarquer que si l'usage veut

TABLEAU N°VII

<i>Pennisetum purpureum</i> , variété <i>Kisozi</i> provenant du Laboratoire Central d'Elevage de Tananarive. Age de plantation : 5 ans Fumure : Fumier de ferme (40 t/ha + fumure minérale)			Composition en acides-aminés			
				p.100 de produit sec	p.100 de protéines	
ANALYSE BIOCHIMIQUE			Cystine	0,14	1,04	
			Acide aspartique	1,07	7,96	
			Thréonine	0,52	3,89	
			Sérine	0,56	4,13	
		Résultats pour 100 g	Acide glutamique	1,21	8,98	
		de produit brut (en g)	de produit sec (en g)	Proline	0,71	5,27
Eau	91,07	-	Glycine	0,62	4,59	
Matières minérales	1,45	16,27	Alanine	0,76	5,66	
Matières grasses	0,34	3,84	Valine	0,64	4,75	
Matières azotées	1,20	13,46	Méthionine	0,24	1,76	
Cellulose brute	2,30	25,81	Iso-leucine	0,50	3,70	
Extractif non azoté (Glucides, composés pectiques etc..)	3,64	40,62	Leucine	0,90	6,67	
Déterminations complémentaires			Tyrosine	0,36	2,66	
			Phényl-alanine	0,55	4,11	
Insoluble chlorhydrique	0,44	4,97	Lysine	0,37	2,72	
Phosphore (en P)	0,04	0,50	Histidine	0,19	1,37	
Calcium (en Ca)	0,02	0,17	Tryptophane	0,26	1,92	
			Arginine	0,54	3,99	

TABLEAU N°VIII

Valeur fourragère

Hauteur approximative de la plante	M.S. en pourcentage	Cellulose brute en pourcentage	M.A.T. en pourcentage	U.F. par kg de M. S.	U.F. au kg brut
<1 m	13 - 20	20 - 25	19 - 14	0,94 - 0,84	0,12 - 0,16
1,50 m environ	20 - 28	25 - 28	14 - 10	0,80-0,65 ⁽¹⁾	0,16 - 0,18
>1,70 m	28 - 32	28 - 33	10 - 6	0,55-0,45 ⁽¹⁾	0,15 - 0,14

(1) avec une correction de (-0,1) à cause de la teneur élevée en cellulose.

qu'on attribue une valeur moyenne de 0,12 U.F./kg/brut aux fourrages à couper, cette indication n'est valable que pour des plantes dont la hauteur est inférieure à 1 m, et que dans la pratique, l'exploitation se fait toujours lorsque les touffes atteignent 1,50 m de hauteur. Dans ce cas, en saison favorable, il faut bien noter que, à cause de l'élévation

du taux de matière sèche, et de la faible teneur en cellulose brute, la valeur du kg vert peut atteindre 0,17 U.F.

7. Dosage des acides aminés

La composition en acides aminés a été déterminée après hydrolyse, séparation par

chromatographie sur colonne de résine, et réaction colorée à la ninhydrine (GAULIER). (Tableau n° VII.)

Elle peut avoir un intérêt dans le cas où le « *Kisozi* » entre dans l'alimentation des porcs ou des volailles; elle est superflue pour l'alimentation des bovins.

VI. LES EXPORTATIONS D'ÉLEMENTS FERTILISANTS

Le tableau n° VI permet d'établir une évaluation des exportations en éléments fertilisants que nous donnons dans le tableau n° IX.

TABLEAU N° IX
Exportations en N, P₂O₅, K₂O, CaO

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Zone Centrale :				
- en kg/t de matière sèche	25	24,7	150	3
- globale pour une exploitation annuelle de 150 t/ha à 20 p.100 de M.S. (en kg)	750	740	4 500	90
Zone Centrale (d'après l'IRAM) :				
- globale pour une exploitation annuelle de 150 t/ha à 20 p.100 de M.S. (en kg)	570	201	1 050	105
Moyen-Ouest :				
- en kg/t de matière sèche	10,5	9,6	75	2,4
- globale pour une exploitation annuelle de 150 t/ha à 20 p.100 de M.S. (en kg)	315	288	2 250	72
O u e s t :				
- en kg/t de matière sèche	8	13	80	2,2
- globale pour une exploitation annuelle de 150 t/ha à 20 p.100 de M.S. (en kg)	240	390	2 400	66

Les chiffres concernant la potasse sont très élevés, et pour la zone centrale correspondent vraisemblablement à un déséquilibre dans la fumure (consommation de luxe?). Il n'en demeure pas moins que le maintien des rendements à un niveau élevé nécessite un apport de potasse régulier, et que le facteur azote qui est toujours avancé lorsqu'il s'agit de graminées, semble ici passer en second plan (à cause de l'utilisation de fumier de fosse). Traditionnellement, ces cultures fourragères bénéficient d'un apport de fumier, mais il faut bien remarquer que cette fumure organique seule ne peut pas assurer un entretien suffisant. Si l'on tient compte des compositions moyennes du fumier, la couverture des exportations en potasse nécessiterait des apports dépassant largement les 100 t/ha, ce qui est impossible à réaliser, alors qu'une fumure de 50/60 t/ha est suffisante pour compenser les pertes en azote, phosphore et calcium.

Le maintien des rendements est possible si l'on apporte en plus du fumier, de la potasse après chaque coupe, ou au moins 2 fois par an.

VII. UTILISATION

A partir des caractéristiques fourragères, on peut préciser les conditions d'utilisation du *Pennisetum purpureum* var. « *Kisozi* » dans l'alimentation du bétail.

Les teneurs en matières azotées de la plante exploitée à un stade convenable (< 1,50 m de hauteur) en saison des pluies permettent une certaine production lactée. Des essais effectués au C.R.Z. de Kianjasoa ont montré qu'une ration constituée de « *Kisozi* » préfané, distribué *ad libitum* permettait à des vaches métis-Friesland et Sahiwal de maintenir une production journalière de 8 l de lait.

En saison sèche, la ration doit être supplémentée en azote (urée, tourteau, issues de riz). En toutes saisons, le fourrage vert peut permettre une production de viande. Des essais de préfanage ont montré que cette technique permettait d'accroître l'ingestion de matière sèche par tête et par jour d'environ 15 p. 100, et des bœufs adultes à l'embouche dont la ration était composée essentiellement de

« *Kisozi* » ont eu des gains de poids journaliers moyens allant de 300 à 600 g selon l'âge et la race (zébu ou métis-Friesland).

Nous avons vu que ce fourrage couvrait, en toutes saisons, les besoins en carotènes, et en phosphore.

Si la ration comporte de grandes quantités de « *Kisozi* », il faut la compléter avec du calcium, et du sodium (pour éviter une trop grande ingestion de potassium).

Le fourrage est habituellement distribué à l'étable, en vert, ou préfané, mais il peut être pâturé sur les terres hautes et irrigables. Des essais de fanage n'ont pas été concluants, des moisissures s'installant à l'intérieur des gaines avant que le fanage soit suffisant pour permettre le stockage du foin. Par contre, on peut très facilement l'ensiler, et l'ensilage est supérieur à celui effectué à partir d'espèces à tiges plus fines comme le *Chloris gayana*.

Il faut noter que par suite de sa productivité élevée en saison des pluies, dans le cadre d'une exploitation ne disposant pas de moyens d'irrigation, il est nécessaire d'ensiler une ou deux coupes en saison des pluies si l'on ne veut pas être obligé d'éliminer un fort pourcentage de refus.

Enfin, ajoutons que grâce à sa rapidité de croissance et son enracinement, c'est une

excellente plante anti-érosive.

CONCLUSION

Parmi les fourrages à couper dont on dispose actuellement, la variété « *Kisozi* » du *Pennisetum purpureum*, introduite récemment à Madagascar, est celle dont la rapidité de croissance, la productivité et l'appétibilité permettent un étalement des productions dans les meilleures conditions.

Son implantation est facile et ne demande pas de sarclage.

Des clones ont été testés dans des climats et sur des sols très différents toujours avec succès.

Sa productivité et sa valeur fourragère en font une des meilleures espèces pour l'affouragement en vert à l'étable et sa précocité permet de disposer de fourrage vert avant l'installation régulière des pluies.

Son utilisation dans l'alimentation des vaches laitières nécessite une correction dans les apports de certains éléments (calcium, potasse, sodium).

Elle devrait prendre une grande importance dans l'embouche bovine tant paysanne qu'industrielle.

SUMMARY

A new variety of *Pennisetum purpureum* var. *Kisozi*. Its utilization and its feeding value in Madagascar

Among actually available forage, *Kisozi* variety of *Pennisetum purpureum* recently introduced in Madagascar is that growth rapidly, productivity and palatability of which allow a good distribution of productions.

Its planting is easy and does not entail weeding.

Clones were tested always successfully under very different climates and in very different soils.

With its productivity and its feeding value it is one of the best species for green feeding in stall and its earliness allows to have green forage before the regular rains.

Its use for feeding of dairy cows entails an alteration of mineral feed supplement (calcium, potash, sodium).

It must be great importance for traditional as well as industrial fattening.

RESUMEN

Una nueva variedad de *Pennisetum purpureum* var. *Kisozi*. Su explotación y su valor alimenticio en Madagascar

Entre los forrajes para cortar actualmente disponibles, la variedad *Kisozi* del *Pennisetum purpureum*, recientemente introducida en Mada-

gasca, es la cuyos rapidez de crecimiento, productividad y gusto permiten una extension de las producciones en las mejores condiciones.

Su implantación es fácil y no necesita escarda.

Se probaron clones bajo climas y sobre suelos muy diferentes siempre con éxito.

Por su productividad y su valor alimenticio es una de las mejores especies para la alimentación de forraje verde en el establo y su precozidad permite tener forraje verde antes de la estación de las lluvias.

Su utilización para la alimentación de las vacas lecheras necesita una corrección en las aportaciones de ciertos elementos (calcio, potasa, sodio).

Debería de tener una gran importancia para el engorde lugareño e industrial de los bovinos.

1. ANSLOW (R. C.) et BELCOURT (M. S.). Fodder production from elephant grass in Mauritius. *Rev. agric. sucr. Ile Maurice*, 1958, **37** (3): 132-142.
2. BATEMAN (J. V.) et DECKER (G.). Production, analysis and acceptability by cattle of some varieties of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) *Trop. Agric., Trin.*, 1962, **39** (2): 133-140.
3. BLASER (R. E.) et Collab. Experiments with Napier grass. *Bull. Florida Agric. exp. Stn.*, 1955, (568): 32.
4. BUCK (G.), CARRE et METZGER (G.). Le *Pennisetum* à collet rouge (*Pennisetum merckeri*). *Bull. Madagascar*, 1962, (188): 73-81.
5. BUTTERWORTH (M. H.) et ARIAS (P. J.). Nutritive value of elephant grass cut at various ages. 9th int. Grassld Congress, Sao-Paulo (Brazil), 1964-1965. 5 p.
6. CELTON (J.) et MARQUETTE (J.). Plaine de Tananarive. Synthèse des études et essais agronomiques. Rapport IRAM., oct. 1970.
7. DEMARQUILLY (C.). Variation de la valeur alimentaire des fourrages verts. *Bull. tech. Inf. Ingrs. Servs. Agric.*, 1968, (226): 27-37.
8. DEMOLON (A.). Croissance des végétaux cultivés. Paris, Dunod, 1956, 576 p.
9. FERRANDO (R.). Les bases de l'alimentation. Paris, Vigot Frères, 1964, 388 p.
10. FONSECA (J. B.), CAMPOS (J.) et CONRAD (J. H.). Studies on the digestibility of tropical forages by the conventional method. 9th int. Grassld Congress, Sao-Paulo (Brazil), 1964-1965.
11. GAULIER (R.). Composition en acides aminés des principales légumineuses fourragères de Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (1): 103-112.
12. GRANIER (P.). Note sur l'aménagement des bas-fonds malgaches pour la production fourragère. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1965, **18** (3): 317-320.
13. HERRERA (P. G.), BERNAL (E. J.) et LOTERO (C. J.). Height of cutting elephant grass. *Agric. trop.*, 1967, **23** (8): 521-527.
14. LITTLE (S.) et Collab. Yield and protein content of irrigated Napier grass, guinea grass and pangola grass as affected by nitrogen fertilization. *Agron. J.*, 1959, **51** (2): 111-113.
15. MARTIN (J. L.), PRESTON (T. R.) et WILLIS (M. B.). Sous-produits de la canne à sucre et production intensive de viande. Napier et maïs comme sources fourragères à deux niveaux dans les rations alimentaires à base de mélasse-urée. *Revta cubana Cienc. Agric.*, 1968, **2** (2): 175-181.
16. OAKES (A. J.). Germination of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum). *J. Agric. Univ. P. Rico*, 1959, **43** (2): 140.
17. SHENG (C. Y.). Studies on the optimum amounts and sources of fertilizer elements for Napier grass. *J. agric. Ass. China N.S.*, 1964 (47): 49-56.
18. STEPHENS (D.). Effects of fertilizers on grazed and cut elephant grass leys at Kawanda Research Station, Uganda. *E. Afr. agric. For. J.*, 1967, **32** (4): 383-392.
19. VELLY (J.). Contribution à la détermination de la fumure d'entretien. Les exportations en éléments minéraux de principales cultures. *Bull. Madagascar*, 1969 (282): 872-890.
20. VICENTE-CHANDLER (J.) et Collab. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three tropical grasses. *Agron. J.*, 1959, **51** (4): 202-206.
21. VICENTE-CHANDLER (J.), PEARSON (R. W.), ABRUNA (F.) et SILVA (S.). Potassium fertilization of intensively managed grasses under humid tropical conditions. *Agron. J.*, 1962, **54** (5): 450-453.

Desmodium intortum

Utilisation dans l'alimentation des vaches laitières

par P. GRANIER (*) et G. CHATILLON (*)
(avec la collaboration technique de G. SEJOURNE et R. RAZAFINDRATSITA)

RESUME

Dans cette étude les auteurs montrent que *Desmodium intortum*, adapté aux terres de colluvions des zones d'altitude de Madagascar, intégré dans une exploitation laitière, permet d'améliorer la production lactée tout en enrichissant les sols.

INTRODUCTION

L'évolution de l'élevage vers une forme semi-intensive ou intensive pose le problème du maintien de la fertilité des sols. Les graminées des pâturages permanents doivent recevoir des quantités importantes d'engrais organiques (fumier) et chimiques si l'on veut maintenir les rendements pendant au moins trois ans. Les légumineuses offrent l'avantage de fournir un fourrage riche en matières azotées et carotènes tout en maintenant la fertilité des sols.

En effet, les légumineuses, essentiellement les pérennes, surtout si elles sont lianescentes, une fois installées, grâce à la nodulation et à la formation d'un mulch important peuvent se passer de fumure d'entretien et leur culture enrichit le sol en azote et matière organique. De plus, les analyses de sol montrent que les teneurs en calcium, acide phosphorique, magnésium évoluent dans un sens positif.

Elles présentent donc un intérêt certain pour la vulgarisation de la culture fourragère qui, à notre avis, doit être pensée, non seulement en fonction de l'amélioration de l'élevage mais

surtout dans le cadre de l'intégration de l'élevage à l'agriculture. Autrement dit, les cultures fourragères doivent être introduites dans l'exploitation par le biais de l'amélioration des cultures suivantes dans l'assolement. Ce n'est qu'après avoir montré leur influence sur l'augmentation des rendements qu'on pourra mettre en évidence l'augmentation de la charge à l'hectare, la production de fumier accrue et faire adopter un mode d'exploitation plus intensif.

C'est dans ce but que l'étude de *Desmodium intortum* a été entreprise par l'IEMVT. Les expérimentations ont concerné l'Ouest, le Moyen-Ouest et la Région Centrale, mais dans cette note nous montrerons que les exigences de cette espèce font qu'elle doit être réservée aux terres riches, fraîches d'altitude et en particulier aux terres de colluvions.

I. *DESMODIUM INTORTUM* :

DESCRIPTION

Desmodium intortum est une légumineuse de la famille des Papilionacées, tribu des Hédysarées (fruit jointé).

Son port est lianescent, la tige et les feuilles

(*) I.E.M.V.T., Région de Recherches vétérinaires et zootechniques de Madagascar, B.P. n° 862, Tananarive.

sont très pubescentes et les poils sont accrochants.

La fleur comporte 10 étamines, avec une étamine libre et 9 soudées.

Les feuilles comportent des stipules et les folioles (3) des stipèles facilement caducs. Le calice est herbacé. Le fruit est jointé, (la gousse se fractionne en éléments avant de s'ouvrir), compressé et également très accrochant.

Les tiges anciennes portent des racines adventices qui permettent un marcottage et donc une multiplication par boutures.

Après un an d'exploitation, *Desmodium* donne au niveau du sol, un lascis de tiges enchevêtrées plus ou moins enracinées qui, avec les feuilles sèches, forment un mulch très important qui reconstitue l'humus et protège efficacement le sol contre l'érosion.

II. CULTURE

Sol : l'expérimentation a montré que *Desmodium* exigeait des sols profonds, riches, et frais. Il est très sensible à la sécheresse.

Semis : les graines sont relativement petites et les doses de semis peuvent être réduites à 3 kg/ha si on sème en poquets. En lignes ou à la volée, il faut utiliser une dizaine de kg/ha. Il est préférable de semer en lignes si l'on veut faciliter les sarclages.

Boutures : étant donné l'importance des pertes à la reprise, il faut bouturer avec 2 boutures chaque fois, avec des espacements de 1 m × 0,50 m.

Sarclages : la croissance du *Desmodium* est lente, aussi il est nécessaire de sarcler deux ou trois fois avant que le sol soit suffisamment couvert. Après la première année, la plantation fournit une masse de verdure atteignant 1,50 m de hauteur qui élimine la plupart des mauvaises herbes. Seules, des nitrophiles comme *Amaranthus* et *Erigeron* parviennent à percer à travers la masse des feuilles.

Mode d'exploitation

Sur une parcelle bien installée et en pleine production, la coupe est effectuée au-dessus du lascis de tiges enracinées qu'il ne faut pas enlever, sinon on retarde la repousse et on risque de faire régresser la plante. De toute

façon, les tiges qui étaient au contact du sol, sont le plus souvent refusées par le bétail.

L'exploitation doit se faire à la floraison (voir « Etude bromatologique »). *Desmodium* est exploité en vert ou fané. Pour faire du foin, il y a intérêt à le faner sur les lieux mêmes du stockage, pour ne pas perdre les feuilles qui se détachent dès que le séchage est prolongé, et si possible à l'ombre pour limiter la perte en carotènes.

Le foin de *Desmodium* pourrait servir à fabriquer une farine qui remplacerait la farine de luzerne dans la fabrication des aliments concentrés pour les bovins, ovins, porcs et volailles.

Besoins en eau

Dans la Région Centrale et le Moyen-Ouest, sur les colluvions, *Desmodium* donne 3 coupes par an (début des pluies, fin des pluies et fin de saison sèche). S'il est irrigué au milieu de la saison sèche, on obtient une coupe supplémentaire en septembre sans que, semble-t-il, les rendements des autres coupes soient diminués.

Sur les terres hautes, donc sèches, il se défeuille en hiver et sur la Côte Ouest et dans le Moyen-Ouest, il est éliminé par la végétation naturelle au cours de la saison des pluies suivante.

Sur les terres hautes de la Région Centrale, il se défeuille également mais recouvre à nouveau le sol à partir du mois de novembre. A Tananarive, avec l'installation d'un compteur volumétrique d'eau sur le réseau d'irrigation, on a pu préciser que 500 m³/ha étaient suffisants en saison sèche pour obtenir une coupe supplémentaire, sur sols très riches.

III. ETUDE EXPERIMENTALE

• Région Ouest

Installé sur sols riches de colluvions, *Desmodium* a été éliminé par la sécheresse, là où *Pueraria javanica*, bien adapté, se développe normalement.

• Moyen-Ouest

Terres hautes : bien que la climatologie soit plus favorable dans cette zone que dans l'Ouest,

Desmodium, qui avait bien couvert le sol pendant les pluies, n'a pas résisté à une exploitation par fauchage ou par pâturage et a été éliminé également en première année.

Colluvions : implanté par boutures sur les colluvions des bas fonds en 1963, *Desmodium* s'est maintenu et produit encore régulièrement, en 1969, de 50 à 60 t de vert à l'ha en 3 coupes par an.

Il supporte une submersion temporaire, et s'associe avec la végétation spontanée à base de *Panicum maximum*, *Hyparrhenia*.

En bordure des zones humides et plantées en *Brachiaria mutica* (Herbe de Para), il donne avec cette graminée une bonne association exploitée par fauchage pour l'affouragement à l'étable.

• Région de Tananarive

1. Culture

Pour une étude expérimentale, *Desmodium* a été installé par boutures en août 1966 sur une parcelle de colluvions dont les antécédents culturaux sont les suivants :

- 1964 : *Vigna sinensis*;
- 1965 : Maïs;
- 1966 : Avoine.

Fumure des cultures précédentes :

- Fumier de ferme = 40 t/ha.
- Engrais complet (10-10-20) = 400 kg/ha.

Fumure avant l'installation du *Desmodium* :

- Scories de déphosphoration = 500 kg/ha.

La reprise des boutures en saison sèche a été rendue possible grâce à l'irrigation.

2. Rendements en matière verte et rythme des coupes

Les rendements ont été calculés en pesant la totalité de la parcelle dont la superficie est de 440 m² (voir tableau ci-après).

Résultats

Première année = Rendement global = 61,8 t/ha.

Deuxième année = Rendement global = 83,3 t/ha.

Rythme des coupes Bouturé en août 1966	Rendements en vert de la parcelle
1967	
28 janvier . . .	640 kg
11 juin . . .	630 kg
5 septembre . . .	428 kg
27 novembre . . .	1.022 kg
Soit 61,8 t/ha	2.720 kg
1968	
26 janvier . . .	960 kg
2 avril . . .	800 kg
12 août . . .	632 kg
30 décembre . . .	1.276 kg
Soit 83,3 t/ha	3.668 kg
1969	
10 mars . . .	854 kg

Les rendements de la deuxième année sont supérieurs sans qu'aucune fertilisation n'ait été apportée. C'est un des intérêts majeurs de la culture d'une légumineuse pérenne.

Il est certain que la plantation bénéficie d'un sol enrichi. Sur un sol moyen, les rendements peuvent être bien inférieurs, mais, s'il est implanté sur colluvions fraîches, *Desmodium* doit pouvoir fournir, sans fertilisation, de 30 à 35 t/ha de verdure dans l'année en 2 ou 3 coupes.

IV. ETUDE BROMATOLOGIQUE

Cette étude a été effectuée au Laboratoire Central de l'IEMVT à Tananarive. A chaque coupe, un échantillon était prélevé pour analyse. L'étude a permis de préciser l'époque optimale de l'exploitation, l'évolution de la composition et de la valeur fourragère.

1. Evolution de la composition en fonction du cycle végétatif

Des prélèvements, effectués à tous les stades, ont permis de donner les éléments du tableau n° I et du graphique.

Sur le plan énergétique, *Desmodium* doit être exploité à la floraison, c'est à ce stade que sa valeur fourragère est la plus élevée (0,72 U.F./kg de matière sèche) en raison du

TABLEAU N° 1

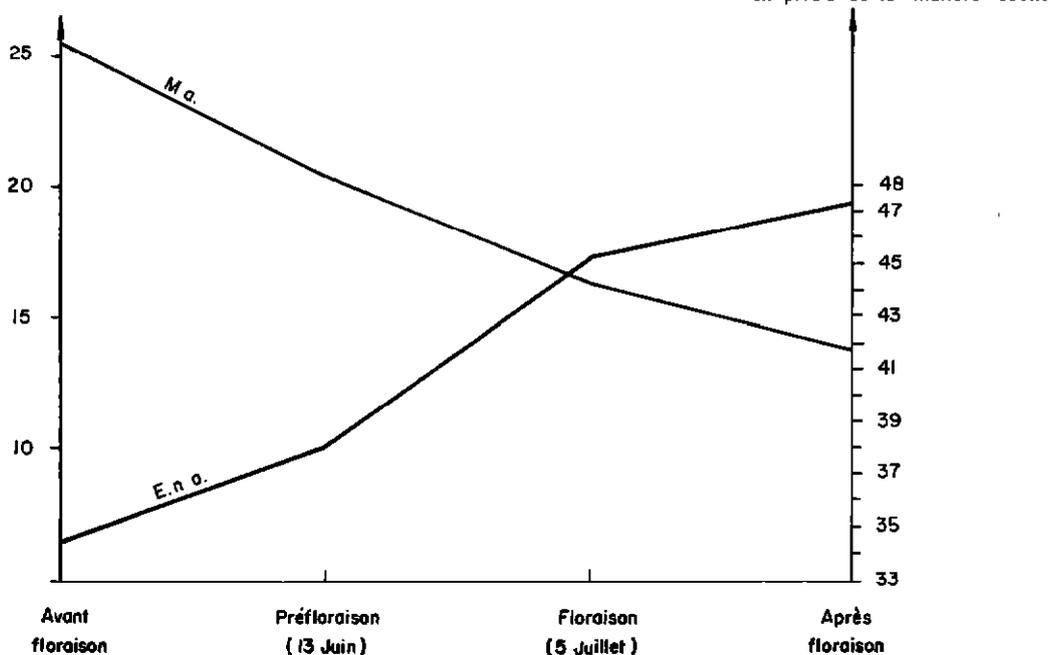
Evolution de la composition du *Desmodium intortum*
(en p.100 de produit sec)

	Stade végétatif			
	Feuilles jeunes	Pré-floraison	floraison	fructification
Matière sèche	19,5	18	30,2	34,6
Matières minérales	10,27	9,95	9,64	7,44
Matières grasses	4,62	4,10	4,22	1,93
Matières azotées	25,42	20,21	16,35	13,86
Cellulose brute	25,12	27,60	24,42	29,49
Extractif non azoté	34,57	38,14	45,37	47,28
Silice	1,16	1,01	1,01	0,73
Phosphore	0,327	0,372	0,258	0,242
Calcium	1,252	1,275	1,262	0,663
Valeur U/kg/M.S.	0,69	0,64	0,72	0,60

**EVOLUTION DE LA COMPOSITION DU DESMODIUM INTORTUM
EN FONCTION DU STADE VEGETATIF**

Matières azotées en p.100
de la matière sèche

Extractif non azoté
en p.100 de la matière sèche



taux élevé des glucides. A noter que, bien que le taux de matières azotées soit en baisse, 16,35 p. 100 est une teneur très satisfaisante.

Il faut retenir que, pour l'alimentation du bétail, l'exploitation doit impérativement se faire avant la fructification, car à ce moment là, non seulement la valeur fourragère est faible, mais le taux de matières azotées n'est pas supérieur à celui d'une bonne graminée, et la teneur en calcium chute rapidement (0,66 p. 100 au lieu de 1,27 p. 100).

L'intersection des deux courbes donne la date favorable pour l'exploitation qui se situe au moment de la floraison, ce qui confirme ce qui a été précisé par ailleurs pour toutes les légumineuses. Dans la pratique, il faut commencer à couper dès qu'apparaissent les premières fleurs.

2. Production annuelle

a) Matière sèche

S'il est exploité à la floraison, le taux de matière sèche est d'environ 30 p. 100. A la préfloraison ce taux n'est que de 20 p. 100, ce qui confirme le choix de la période d'exploitation.

Production annuelle de matière sèche :

$$\frac{60 \text{ t} \times 30}{100} = 18 \text{ t}$$

b) Matières azotées

$$0,1635 \text{ kg} \times 18.000 = 2,9 \text{ t/ha}$$

c) Calcium

$$0,012 \text{ kg} \times 18.000 = 216 \text{ kg/ha}$$

d) Phosphore

$$0,002 \text{ kg} \times 18.000 = 36 \text{ kg/ha}$$

e) Carotènes

Etant donné l'importance des carotènes dans l'alimentation du bétail, et surtout, des vaches laitières, une étude particulière a permis de préciser les teneurs en carotènes et leur évolution au cours du fanage.

L'analyse des échantillons correspondant aux divers traitements donne les résultats suivants :

— *Desmodium* vert : 900 mg/kg de matière sèche;

— *Desmodium* séché à l'ombre : 532 mg/kg de matière sèche;

— *Desmodium* séché au soleil : 99,2 mg/kg de matière sèche.

En vitamine A, les besoins journaliers des bovins sont de l'ordre de 50.000 U.I. pour des bovins à viande à 75.000 U.I. pour des vaches laitières.

Les 900 mg/kg de carotènes que contient *Desmodium* vert correspondent à environ 1 million d'Unités Internationales.

Pour couvrir les besoins d'une vache laitière, il suffit qu'elle consomme :

$$\frac{75.000}{1.000.000} = 75 \text{ g de matière sèche,}$$

soit environ 250 g de *Desmodium* vert. Avec du foin, dont la teneur n'est que le 1/10 de la teneur du fourrage vert (100.000 U.I./kg sec) les besoins sont couverts avec 2,5 kg de foin par jour.

Mais il faut savoir qu'au cours du stockage, étant donné les températures élevées, les carotènes sont rapidement détruits et que l'apport de carotènes repose essentiellement sur le fourrage vert.

Conclusion

Desmodium, comme la plupart des légumineuses, est un fourrage dont l'intérêt repose sur l'apport de matières azotées, de carotènes, et de calcium. Son insuffisance en phosphore nécessite que la ration soit équilibrée par un aliment riche en cet élément (tel le son de riz par exemple).

L'étude de l'évolution des rendements et de sa composition indique qu'il doit être exploité à la floraison.

V. DESMODIUM DANS L'ALIMENTATION DES VACHES LAITIÈRES

Appétibilité et influence sur la lactation

D'avril à octobre 1967, une expérience d'alimentation a été menée, visant à déterminer dans quelle mesure des plantes fourragères à haut rendement peuvent couvrir les besoins de vaches laitières.

Le protocole

Six vaches métisses des environs de Tananarive, pesant de 300 à 380 kg ont été utilisées. On admet couramment que le niveau de lactation de tels animaux varie entre 1.000

et 2.000 l. Elles ont été mises individuellement en expérience 4 semaines après le vêlage, suivant un système expérimental à essais tournants. L'alimentation et la production de chaque vache étaient contrôlées. Les trois régimes essayés étaient les suivants :

	Distribution quotidienne		
	Régime A	Régime B	Régime C
<i>Tripsacum</i> vert haché (kg)	35	25	41
<i>Desmodium</i> vert (kg)	9	—	—
Poudre d'os vert (kg)	1	1	1
Manioc sec broyé (kg)	1	1	1
Provende (kg)	—	2	—
(50 p. 100 manioc, 50 p. 100 tourteaux d'arachide)			

Ils correspondent, en fait, à une distribution de *Tripsacum* à volonté et on peut considérer qu'il y a deux types de supplémentation, l'un à base de provende, l'autre à base de *Desmodium*.

Les résultats

Bien que les résultats n'aient pu être analysés avec la rigueur statistique souhaitable, plusieurs phénomènes sont nettement apparus.

1. Appétence

Aucun refus de *Desmodium* n'a jamais été enregistré, ce qui montre son excellente appétibilité, notamment par rapport au *Tripsacum*.

2. Niveaux de consommation

Le niveau de consommation moyen journalier de *Tripsacum* pour l'ensemble des animaux soumis à chaque traitement a été le suivant :

- Régime A = 27,5 kg;
- Régime B = 20,0 kg;
- Régime C = 29,0 kg.

L'adjonction de *Desmodium* n'a donc pas diminué de façon sensible le niveau de consommation de *Tripsacum*, contrairement à ce qui s'est passé lorsque l'on a offert de la provende.

Conséquemment, l'adjonction de *Desmodium* a entraîné une élévation du niveau d'ingestion

de matière sèche de près de 25 p. 100. Exprimé sur la base de 100 kg de poids vif, le niveau d'ingestion de matière sèche n'a pas dépassé en moyenne 2,5 kg chez les vaches soumises au régime C, alors qu'il a atteint et même dépassé 3 kg lorsque l'on a offert également du *Desmodium*.

En d'autres termes, *Desmodium* a permis aux vaches d'ingérer une plus grande quantité d'énergie sous forme de fourrages.

3. Equilibre alimentaire de la ration

Le rapport calculé des matières azotées digestibles aux unités fourragères correspondantes est convenable dans le cas des régimes A et B. Par contre, dans le régime C, l'insuffisance azotée du *Tripsacum* n'est pas corrigée.

Ceci s'est traduit par une chute systématique de la production laitière chaque fois que l'on est passé au régime C.

Les distributions de 9 kg de *Desmodium* ou de 2 kg de provende se sont montrées équivalentes dans leur capacité à maintenir le niveau de la production laitière qui s'est établi au cours de l'expérience entre 5 et 7 l par jour pour les régimes A et B alors qu'il variait entre 3 et 5 l pour le régime C.

De cette expérience d'alimentation de vaches laitières, il ressort donc que *Desmodium* est un fourrage très apprécié dont la présence dans la ration permet d'accroître la quantité de

matière sèche et par suite l'énergie ingérée par l'animal sous forme de fourrages verts.

Sa présence correspond également à un apport élevé de matières azotées qui concourt à un meilleur équilibre énergie-azote de la ration.

Finalement, l'introduction de *Desmodium* dans une ration à base de fourrages verts à haut rendement, du type de *Tripsacum*, permet de couvrir des besoins de production laitière plus élevés et donc d'accroître cette production laitière dans la mesure où les animaux en ont la capacité génétique.

Ce résultat peut également être obtenu par complémentation avec la provende. Il ne fait aucun doute cependant que la complémentation en *Desmodium* lui soit économiquement préférable, aussi longtemps qu'elle demeure possible. A efficacité égale, son coût de revient est moindre et la production de fourrages verts n'exige pas d'effort de trésorerie pendant les 3 à 5 ans sur lesquels elle s'étale.

CONCLUSION

Une étude expérimentale du *Desmodium intortum* a permis de mettre en évidence les caractéristiques suivantes :

- exigence en matière de sol;
- sensibilité très nette à la sécheresse;
- rendements élevés en matières azotées, carotènes et calcium;
- culture pérenne de longue durée (au moins 6 ans).

Ces caractéristiques font que cette espèce fourragère est adaptée aux terres de colluvions

des zones d'altitude à Madagascar, et que son intégration dans une exploitation laitière permet d'enrichir les sols et d'améliorer la production lactée.

Elle peut être utilisée en vert en complément d'un fourrage à haut rendement du genre *Tripsacum* ou *Pennisetum purpureum* et permet alors d'atteindre un niveau de production laitière supérieur à celui que permettrait l'affouragement exclusif des graminées, et égal, dans certaines limites à celui qu'on obtient avec de la provende. L'intérêt économique d'une substitution de *Desmodium* à de la provende est à considérer. On peut penser que *Desmodium* distribué sous forme de foin en complément d'autres fourrages, peut avoir une efficacité du même ordre, grâce à sa teneur élevée en matières azotées. De la même façon, il permettrait de valoriser l'énergie de la paille de riz distribuée au bétail ayant des besoins peu élevés (vache en gestation ou au repos, génisses).

Après un certain nombre d'années, la légumineuse pourrait être enfouie, comme un engrais vert, et en augmentant les rendements des cultures suivantes dans l'assolement (Maïs) inciterait les cultivateurs à adopter le principe de la sole fourragère. Ce serait le point de départ de l'intégration de l'élevage à l'agriculture et de l'adoption d'un mode d'exploitation intensif et rationnel.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

DELHAYE (R.E.). Quelques considérations sur les problèmes agrostologiques à Madagascar et dans la région du Lac Alaotra en particulier. Document IRAM, juillet 1963.

RESUMEN

Desmodium intortum. Utilización en la alimentación de las vacas lecheras

En este estudio, los autores muestran que *Desmodium intortum*, adaptado a las tierras de coluvión de las zonas de altitud de Madagascar, integrado en una explotación lechera, permite mejorar la producción lechera al enriqueciendo los suelos.

Elevage et coopération en Afrique tropicale

L'exemple du Sénégal

par A. L. N'DIAYE (*) et C. BA (**)

RESUME

Les auteurs montrent l'importance qu'il y a à encadrer le monde pastoral par un système de coopératives d'éleveurs s'appuyant de préférence sur la spécificité de la zoo-économie sénégalaise plutôt que de copier, comme c'est le cas actuellement, les structures coopératives propres aux productions végétales.

INTRODUCTION

Le Sénégal, récemment indépendant, situé en zone tropicale, tire ses principales ressources de l'agriculture. Mais celle-ci est dominée par les contraintes d'un milieu physique extrêmement sévère par endroits, ce qui conduit à une répartition des terres propices aux productions végétales et aux productions animales.

Par ailleurs, le fait colonial a contribué à développer le déséquilibre de cette agriculture en favorisant les productions végétales, plus particulièrement la culture de l'arachide, dans le cadre de la spécialisation des colonies par la métropole en vue de la fourniture de denrées agricoles tropicales.

Après l'indépendance, le Sénégal a continué à développer ces productions dans la direction tracée par le colonisateur tout en essayant d'augmenter celles-ci par l'amélioration des

techniques, le renforcement ou la création de structures nouvelles d'encadrement et d'assistance aux cultivateurs (CER, CAR, ONCAD) (***)).

Il lui a fallu attendre d'avoir vécu concrètement la détérioration des termes de l'échange pour s'orienter vers la diversification des spéculations.

Et c'est dans ce cadre qu'à l'heure actuelle on tente de développer les productions animales.

L'évolution de l'agriculture, de la colonisation à ces dernières années, essentiellement orientée vers la végétaliculture, avait créé ou renforcé sur le plan technique et économique un fossé énorme entre cultivateur et éleveur, entre productions végétales et productions animales.

Alors que le cheptel sénégalais représente une valeur estimée à près de 40 milliards F CFA (****), les productions animales ne représentent que 11 p. 100 du produit intérieur

(*) Docteur-Vétérinaire, Maître-Assistant. Institut des Sciences et Médecine Vétérinaire, Université de Dakar, Sénégal.

(**) Maître-Assistant, Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université de Dakar.

(***) CER : Centre d'expansion rurale; CAR : Centre d'animation rurale; ONCAD : Office National de Coopération et d'Assistance pour le développement.
(****) 100 F CFA = 2 FF.

brut contre 16 p. 100 pour les productions végétales (*).

Il est donc urgent, et c'est la préoccupation actuelle des responsables de l'élevage sénégalais, d'intégrer les productions animales et les éleveurs dans l'économie moderne.

Dans la recherche de solution à ce problème fondamental de développement, nous nous proposons de réfléchir ici sur une organisation des éleveurs dans un mouvement coopératif dynamique et adapté, parce que reposant sur les particularités du milieu aussi bien humain que physique.

Après avoir dégagé, dans une première partie, les aspects économiques et sociaux de l'élevage sénégalais, nous tenterons de définir, dans la seconde, les bases matérielles d'une coopération en milieu éleveur.

I. ASPECTS ECONOMIQUES ET SOCIAUX DE L'ELEVAGE AU SENEGAL

Dans cette étude nous ne traiterons que de l'élevage des Ruminants car pour les petites espèces (porc, volailles, etc.) les problèmes sont assez différents. L'élevage des grandes espèces est si complexe dans les zones arides qu'on le définit parfois comme de l'écologie appliquée.

Cela nous amène à étudier tout d'abord le milieu géographique avec ses deux composantes : physique et humaine.

A. MILIEU GEOGRAPHIQUE

a) Milieu biogéographique

Données climatiques. — Situé entre 12°20 et 16°40 de latitude N et 12°10 et 17°30 de longitude W, le Sénégal se trouve entièrement dans la zone tropicale.

Sur ces latitudes, l'élément fondamental de climat qui intervient dans les faits d'élevage est les précipitations. Leur quantité, leur réparti-

tion diminuent sensiblement du Sud au Nord. Les conditions de l'alimentation du bétail en eau et en herbe deviennent de plus en plus sévères du Sud vers le Nord, selon donc les domaines et secteurs climatiques.

Le domaine sahélien couvre le nord du pays depuis la frontière avec la Mauritanie jusqu'à une ligne reliant N'Dande à Matam — entre les isohyètes 300 mm au Nord et 500 mm au Sud —. La durée de la saison des pluies varie de 3 à 4 mois avec un maximum au mois d'août.

C'est le domaine de la steppe avec une strate ligneuse essentiellement à base d'épineux et une strate herbacée, pauvre en légumineuses et surtout composée de graminées de petite taille. Celles-ci forment sur les sols ferrugineux tropicaux non lessivés de belles prairies d'hivernage, rapidement desséchées dès novembre par la chaleur, la sécheresse et l'harmattan, caractérisant ce domaine.

Le domaine soudanien couvre les portions centrale et méridionale du pays entre les isohyètes 500 et 1.500.

La saison des pluies est plus longue, 4 à 6 mois. Les sols plus variés portent une végétation de savane avec une strate ligneuse de plus en plus élevée et dense vers le Sud et une strate herbacée à base de graminées de grande taille souvent pérennes.

Dans le bassin de la Gambie et au Sud de celle-ci, le milieu biologique (prolifération des glossines, tabanidés, etc.) limite les possibilités d'élevage de certaines espèces.

Le domaine sub-guinéen qui couvre la partie sud ouest de la Casamance est plus réduit.

C'est le plus arrosé du pays — 1.500 à 2.000 mm/an — mais on retrouve toujours les deux saisons nettement tranchées avec cependant une réduction de la durée de la saison sèche.

Les sols renferment de l'humus.

On y trouve une strate arbustive, composée d'arbres de taille moyenne à cimes plus ou moins jointives, qui domine un tapis herbacé essentiellement graminéen et plus ou moins dense selon les conditions édaphiques, mais largement entamé par l'homme.

(*) En 1970 le P.I.B. est de 190 milliards dont 51,31 milliards pour l'agriculture et l'élevage et 30,4 milliards pour l'agriculture.

Du fait de la sécheresse de ces dernières années, la production arachidière, qui était de 1.122.000 t. en 1965, est tombée à 788.800 t. en 1970.

Ces domaines climatiques déterminent ainsi deux grands secteurs de production agricole.

Secteur agropastoral. — Il englobe les domaines climatiques soudanien et sub-guinéen et constitue le grenier du pays. Le paysan y pratique, bien sûr, la culture de l'arachide. Depuis ces dernières années, avec le programme de diversification des cultures, sont apparues d'autres cultures industrielles (coton, riz) à côté des cultures vivrières traditionnelles (mil, niébé).

Ce secteur de grande culture convient moins bien à l'élevage car très souvent à une alimentation parfois insuffisante s'ajoute un parasitisme important favorisé par l'humidité et la chaleur. C'est là cependant qu'agriculture et élevage peuvent être associés.

L'élevage est sédentaire. Dans les troupeaux on trouve quelques zébus (*Bos indicus*), adaptés à la sécheresse mais très sensibles aux trypanosomes et surtout des taurins (*Bos taurus*) trypanotolérants, ou des types intermédiaires issus du croisement naturel zébu \times taurin (Djakoré). A côté des moutons et de la chèvre du Sahel sont exploitées des races à format réduit, mieux adaptées aux zones pluvieuses; ce sont le mouton et la chèvre Djalokés (du Foutah Djallon) qui seront avec le N'Dama (taurin), les seules races exploitées dans le domaine sud soudanais et sub-guinéen.

Secteur pastoral. — Il correspond au domaine climatique sahélien et couvre plus précisément le Ferlo, le Nord Boundou et la Vallée du Sénégal, du delta aux environs de Matam.

Dans ce secteur, la faible quantité des précipitations atmosphériques et leur répartition irrégulière sont la cause essentielle du caractère aléatoire de la production agricole. Dans une telle zone, seul l'animal permet la mise en valeur des terres en transformant les fourrages qui poussent naturellement en produits utilisables pour l'homme (lait, viande, force de travail, etc.). Aussi, est-ce la zone d'élevage par excellence qui supporte 2/3 des effectifs bovins et ovins-caprins (*).

(*) En 1970 ce cheptel est estimé à : 2.615.000 bovins, 2.700.000 ovins-caprins, 199.000 chevaux, 184.000 ânes, 65.000 chameaux et 168.000 porcs. (Direction de l'Élevage et des Industries Animales. Rapport annuel.)

L'élevage subit étroitement le rythme climatique. Les migrations qu'entraînent celui-ci sont dictées essentiellement par la recherche de pâturages et aussi et surtout par la recherche de l'eau.

On y exploite deux races de zébu (Zébu Gobra et zébu Maure) et des petits ruminants du type sahélien, hauts sur pattes, représentés par :

- le mouton Maure avec ses 2 variétés (poil ras, poil long);
- le mouton Peul;
- la chèvre bariolée.

Ainsi les traits dominants de ce milieu biogéographique sont :

- L'existence de domaines climatiques parfaitement définis qui constituent des milieux biologiques homogènes conditionnant les activités agricoles;
- L'existence de deux secteurs de productions bien distincts.

— Un secteur agropastoral, à élevage sédentaire où le propriétaire d'animaux est avant tout cultivateur. Faible zone de production, il renferme les plus grands centres de consommation.

— Un secteur essentiellement pastoral où les cultures se réduisent à la production de petites quantités de produits vivriers et où le propriétaire consacre toute sa vie à son troupeau.

b) Milieu humain

Le développement de l'économie d'élevage au Sénégal est resté longtemps bloqué par les techniques pastorales traditionnelles et le commerce de traite colonial. Ce n'est que depuis quelques dizaines d'années, avec l'augmentation de la demande (intérieure et extérieure) en produits d'élevage, que s'amorce un déblocage. On perçoit alors toutes les difficultés auxquelles se heurtent les éleveurs en quête de structures nouvelles leur permettant de s'insérer au mieux dans l'économie monétaire actuelle du Sénégal.

Élevage et commerce colonial de traite

L'élevage a toujours été une activité peu intéressante pour le système d'exploitation

coloniale. Le gros du cheptel constitue un capital immobilisé par les Peul. Rapidement, l'économie d'élevage est donc devenue marginale, marginales aussi les cultures vivrières traditionnelles (mil, fonio, niébé, riz), face à la spéculation arachidière.

La faible pénétration de l'économie monétaire joue comme cause et conséquence de la limitation des ventes du bétail sur pied ou de viande chez les pasteurs Peul. L'économie coloniale, à ce niveau, s'est conjuguée avec la mentalité traditionnelle du nomade pour limiter l'importance économique de l'élevage. Chez les sédentaires (Diola, Sérér, Wolof), la marginalité de l'élevage se confirme encore par la contribution d'un capital bétail immobile à partir de la vente de produits agricoles.

L'utilisation de quelques animaux (bœufs, chameaux, ânes) comme moyen de transport, bien qu'existant, était trop faible et peu rentable dans le cadre d'une économie de prélèvement.

Elevage et système agricoles

Dans les systèmes agricoles de type traditionnel, élevage et agriculture sont généralement dissociés. A l'exception des Sérér, détenteurs de gros troupeaux de bovins, l'animal n'est pratiquement pas associé au champ. La dissociation de ces deux types d'activités ne gênait nullement le système colonial qui s'accommodait bien des techniques culturales extensives dans le domaine arachidier, mais pas d'une économie agricole intégrée, trop évoluée pour des colonisés.

L'utilisation de l'animal se limitait à des contrats de fumure entre agriculteurs et éleveurs Peul (*).

L'extension des superficies cultivées a réduit de beaucoup les parcours.

Le développement récent de la culture attelée a cependant impulsé la vente du bétail de trait (bœuf de labour ...).

Evolution des centres de consommation

Le marché des produits de l'élevage se

(*) Pendant la saison sèche, le paysan fait fumer ses champs par les animaux des Peul. En contre partie ceux-ci reçoivent des grains (mil) ou du sucre, soit de l'argent (taux variable selon les régions). La vente du lait est assurée par et pour le Peul.

caractérise par son anarchie tant au niveau des structures que des prix et des agents économiques. Les centres de consommation, en l'occurrence les villes, sont d'anciennes escales de traite ou des ports. Ils ont pu se développer grâce aux infrastructures de transport et de commerce conçues surtout pour la commercialisation de l'arachide. Du point de vue de l'élevage, la plupart des escales ferroviaires étaient et demeurent des marchés où transite le bétail (bovins et petits ruminants). Le plus gros centre de consommation reste l'agglomération dakaroise (1).

L'éloignement des zones de production par rapport aux centres de consommation impose aux éleveurs, surtout les Peul, des migrations saisonnières. Ceux-ci, pendant la saison sèche, se rapprochent de ces centres (Bassin arachidier, Cap-Vert) afin de commercialiser surtout le lait. Les déplacements ont donc un sens Est-Ouest : Région du Fleuve et zone pastorale vers les villes du Bassin arachidier (Louga, Diourbel, M'Backé, Thiès, Kaolack, ...) et la région du Cap-Vert (Grand Dakar) Région du Fleuve et du Sénégal Oriental vers la Casamance (Kolda, Sédhiou, Bignona et surtout Ziguinchor).

La distance intervient alors comme un facteur de baisse de la qualité d'un bétail pratiquement voué à la marche.

B. TYPES ACTUELS D'ELEVAGE. IMPORTANCE ECONOMIQUE ET SOCIALE

Des caractéristiques du milieu que nous avons dégagées, il ressort que l'élevage n'a pas la même importance dans tous le pays et que les productions d'origine animale n'y sont pas organisées de manière uniforme.

On distingue trois modes de production :

a) L'élevage moderne

C'est la forme de production la plus évoluée et partant la dernière née. En dehors des centres de recherches, elle a fait son apparition avec la création du ranch de Doli par la SERAS (Société d'exploitation des ressources animales du Sénégal) et la mise en place d'un atelier d'embouche par « Nutrisénégal » à Bambylor, non loin de Dakar.

Il s'agit de sociétés qui exploitent uniquement des bovins. Elles achètent des animaux mâles d'un âge et d'un format définis, les soumettent à un mode d'entretien amélioré par rapport aux conditions traditionnelles. Pour Doli, c'est sur *pâturage naturel*, mais avec utilisation rationnelle des parcours grâce à une répartition judicieuse des points d'eau et à la constitution de réserves fourragères sous forme d'herbe sur pied. A Bambylor, on réalise l'exploitation intensive par l'embouche, en « Feed-lot », l'alimentation étant à base de sous-produits agro-industriels (coque d'arachide mélassée, issues de meunerie, etc.).

Si de telles unités de production peuvent servir d'exemple de ce qui peut être fait dans l'amélioration de l'élevage en zone aride et apporter des profits appréciables aux promoteurs, leurs incidences économiques et sociales sur l'élevage et les éleveurs restent encore faibles.

En effet, sur le plan économique, Doli est conçu pour exploiter annuellement 10.000 têtes, effectif que le ranch n'a pas encore atteint et qui représente moins de 1/10 des abattages bovins contrôlés dans le pays (*).

Quant à Nutrisénégal, ses effectifs sont encore plus réduits, mais aussi et surtout, compte tenu du mode de production d'une part, du pouvoir d'achat de la masse des consommateurs d'autre part, un faible tonnage de la viande de Bambylor est commercialisé sur place; c'est un produit avant tout d'exportation.

Quant à l'incidence sociale en direction des éleveurs, elle se réduit, pour Bambylor, au recrutement de quelques bergers Peul et à l'achat annuel des effectifs dont le ranch a besoin. Ceux-ci sont fournis en majorité par la SERAS et les Dioulas qui approvisionnent le marché de Dakar.

En ce qui concerne Doli, cette même incidence semble plus importante, mais reste tout de même modeste. La conception de l'opération qui n'est ni plus ni moins qu'une division du travail tend à faire des éleveurs traditionnels des naisseurs; le véritable problème est d'amener cet éleveur à améliorer son mode de

production, à faire du ranching, soit à l'échelon individuel (ce qui semble difficile) soit à l'échelon d'un groupe.

b) L'élevage sédentaire

Ce mode d'exploitation se rencontre dans le secteur agropastoral où de plus en plus on tente de développer l'association agriculture élevage, activités complémentaires dans le travail de la terre. Le plus souvent, tous les troupeaux d'un village sont confiés à un berger Peul recruté pour la conduite des animaux. Là le problème du gardiennage des troupeaux se pose surtout en saison de pluies, où les divagations d'animaux dans les champs sont sources de conflits parfois sanglants. Le matin, le berger rassemble les animaux qui lui sont confiés, les conduit toute la journée pour rentrer au crépuscule. Ils passent la nuit dans des parcs, des enclos ou simplement attachés chacun à un piquet planté dans une jachère pour la fumure.

Ainsi, les animaux vivent en permanence à proximité du village. Les propriétaires sont donc fixés, ce qui est un élément favorable à leur organisation immédiate.

c) L'élevage « transhumant »

On a considéré ce mode d'élevage comme nécessaire à l'équipement économique des régions désertiques. Il consiste en une oscillation annuelle des troupeaux entre la zone sahélienne, sèche, pauvre en eaux, riche en pâturage, où les animaux sont conduits juste avant les premières pluies et les zones à points d'eaux permanents (cours d'eau, puits, forages, ...) où ils séjournent en saison sèche. Pendant la saison des pluies, l'existence de nombreuses mares pouvant assurer l'abreuvement des troupeaux conduit à une dispersion des troupeaux alors qu'en saison sèche ceux-ci sont concentrés autour des points d'eau.

Ainsi, le point de départ de la transhumance est la recherche de l'eau. Mais il arrive que le manque d'herbe, à la suite de feux de brousse, de pluies insuffisantes ou mal réparties, dicte un départ précoce des troupeaux.

Un troisième facteur, la recherche des débouchés autour des grands centres pour la commercialisation des produits laitiers, est à

(*) En 1965, pour 115.974 abattages de bovins contrôlés, le Service de l'Elevage et des Industries animales les estime à 181.000 têtes.

l'origine de certaines migrations en direction surtout du bassin arachidier.

Cet élevage est essentiellement entre les mains des Peul qui sont le groupe ethnique dominant chez les éleveurs. Tous ceux qui se sont penchés sur eux (explorateurs, sociologues, zootechniciens) témoignent de l'intérêt qu'ils portent aux animaux et principalement aux bovins. D'aucun ont même reconnu l'existence d'une certaine symbiose entre le Peul et son troupeau bovin : l'homme conduisant sa vie durant l'animal à la recherche de points d'eau et de pâturage et recevant en retour lait, beurre et viande.

En général, le Peul est propriétaire des animaux qu'il conduit. Les troupeaux sont de taille plus importante qu'en zone sédentaire.

On peut dire, sans exagérer, que de l'étude de ces différents types d'élevage il apparaît qu'aucun ne présente à la fois l'importance économique et sociale qu'il devient essentiel et urgent de leur conférer. Comblent le retard de l'organisation et du développement du monde pastoral sur celui des cultivateurs devient urgent, et, déjà en 1960, Abdoulaye FALL, vétérinaire africain sénégalais, notait dans un rapport de tournée : « l'effort de progrès porté sur le monde cultivateur commence à prendre aux yeux des éleveurs un caractère discriminatoire. Le Peul se considère comme un refoulé qui n'a droit à rien » (2).

Un tel développement pose des problèmes à la fois techniques et humains dont la solution passe nécessairement par l'organisation des éleveurs. La mise en place d'un mouvement coopératif bien conçu doit pouvoir y conduire.

II. BASES MATERIELLES ET TECHNIQUES D'UNE COOPERATION EN MILIEU ELEVEUR

La solution des problèmes complexes et difficiles posés par un milieu éleveur en pleine mutation nécessite un encadrement, qui, du reste, a été tenté. Comme pour les agriculteurs, des coopératives d'éleveurs ont été créées depuis une vingtaine d'années. Leur nature, leur nombre, leur répartition, leur efficacité ont fait et font encore l'objet d'un débat

souvent mal maîtrisé, mais essentiellement axé sur la promotion de l'éleveur (*).

Quel est le bilan de cette coopération ?
Quelles sont les perspectives qui s'en dégagent ?

A. BILAN DE LA COOPERATION EN MILIEU ELEVEUR

a) Histoire du mouvement

Les premières tentatives d'organisation des producteurs ont été faites à partir des années 1950 par les services de l'Élevage (**). La création du premier groupement pré-coopératif en avril 1950 à Birkelane, dans le bassin arachidier, fut suivie de celle d'un marché périodique, en 1952, à Penda Yayaké (Département de Dagana, Région du Fleuve). Ce fut alors une longue période d'hésitations et de tâtonnements. A partir de 1960 naquirent les premières Associations d'Intérêt Rural (A.I.R.) et coopératives d'éleveurs dont la plupart étaient des coopératives artisanales de bouchers (Saint-Louis, Kaolack).

La politique officielle de résorption du commerce de traite par la multiplication systématique des coopératives agricoles fit école chez les éleveurs. Actuellement, la situation se résume dans le tableau ci-après (p. 439).

b) Résultats obtenus

Les coopératives d'éleveurs sont calquées sur les coopératives agricoles. L'anarchie dans leur création et leur implantation, la mauvaise gestion par un personnel non qualifié et issu presque toujours de familles influentes, l'absence de démocratie sont autant de facteurs limitants communs.

En effet, la faiblesse du mouvement coopératif en milieu éleveur réside dans trois séries de données : techniques, sociologiques, économiques.

Le volume des transactions est généralement faible du fait de l'irrégularité non seulement

(*) La Direction de l'Élevage et des Industries Animales comporte une division « Promotion de l'Éleveur » chargée de l'étude des problèmes humains de l'élevage sénégalais.

(**) La lettre 136/EL/IA du 10 mai 1949. La Direction de l'Élevage jetait alors les premières bases d'une organisation propre des éleveurs en coopératives.

Nombre et répartition des coopératives d'éleveurs en 1971

R é g i o n s	Nombre de coopératives	Nombre d'adhérents	Parts sociales en F CFA
Cap-Vert	2	170	241 000
Casamance	6	122	1 165 000
Diourbel	37	2 071	2 293 000
Fleuve	9	1 052	1 730 000
Sénégal - oriental	15	867	1 087 000
Sine - Saloum	14	1 948	1 678 000
Thies	3	125	305 000
Total - Sénégal	86	6 355	8 500 000

(Renseignements fournis par la Direction de l'Elevage et des Industries Animales, division : promotion de l'Éleveur).

des livraisons d'animaux, mais encore des prix pratiqués de façon toujours traditionnelle. L'absence de crédit, contrairement à ce qui a lieu en milieu agricole, fait que les coopératives ne remplissent qu'une seule de leurs fonctions : celle de collecte à partir de points de vente d'animaux. Les ventes, au lieu de s'opérer au siège même de la coopérative, se font le plus souvent dans des points de rassemblement de troupeaux. L'exemple le plus caractéristique est celui des coopératives implantées en milieu Peul où la mobilité de l'habitat limite la rationalisation des opérations.

Ce dernier phénomène est étroitement lié aux données d'ordre sociologique. La dispersion des éleveurs (surtout dans le Nord du Sénégal) favorise, en effet, l'isolement, l'individualisme et l'analphabétisme, trois phénomènes qui pratiquement sont en contradiction avec toute organisation coopérative.

Les aspects économiques du problème sont encore plus complexes et plus lents à résorber. Le poids des circuits commerciaux traditionnels et des réflexes économiques des éleveurs pèse encore lourdement sur la commercialisation des produits de l'élevage. Les intermédiaires (dioula, téfanké, chevillards) concurrencent fortement les coopératives, et, dans bien des régions du Sénégal (Régions administratives de Diourbel et du Fleuve), contrôlent encore les transactions. Les éleveurs, par ailleurs, du fait même des modalités « dramatiques » de leur insertion dans l'économie monétaire, manquent le plus souvent de besoins (*).

L'inégalité de développement entre coopé-

ratives d'éleveurs d'une part, la liaison très faible entre centres de production et centres de consommation, de l'autre, sont entretenues par l'inexistence d'infrastructures de transport et de commerce adéquates. Les coopératives d'éleveurs se servent mal de ces infrastructures conçues et réalisées pour la commercialisation des produits d'origine végétale. C'est ce qui explique, du reste, la mauvaise répartition actuelle des coopératives d'éleveurs : 46 se trouvent dans les zones d'élevage fondamentales (Fleuve et Diourbel), mais 40 dans la zone arachidière.

B. CHANCES DE REUSSITE D'UN MOUVEMENT COOPERATIF EN MILIEU ELEVEUR

L'allure à laquelle les coopératives d'éleveurs ont été créées depuis les années 1960 n'a pas été de nature à favoriser une organisation efficace. La centralisation de l'encadrement coopératif par l'Office National de Coopération et d'Assistance pour le développement (ONCAD), si elle a eu des effets positifs sur l'impulsion du mouvement coopératif en général, n'a pas souvent abouti à une appréciation correcte des problèmes spécifiques posés par les coopératives d'éleveurs. La solution de ceux-ci comporte des données techniques et humaines sur lesquelles nous voudrions insister.

(*) « Pourquoi vendre notre bétail étant donné que nos besoins de pasteurs sont limités, contrairement à ce qui a lieu chez les Wolof » disent généralement les Peul.

a) Solutions techniques

Il s'agit en substance de l'amélioration des conditions techniques de l'élevage.

En secteur pastoral, si les efforts actuels de l'agriculture et de l'élevage, une fois réalisés et généralisés, constituera une donnée technique révolutionnaire fondamentale. L'intensification des systèmes agricoles en sera renforcée par l'utilisation systématique de la force de l'animal et l'introduction de la fumure. En revanche, l'alimentation de l'animal en sera améliorée.

Il est possible d'y développer une exploitation rationnelle des troupeaux grâce à une composition judicieuse de ceux-ci, et à l'utilisation d'une alimentation complémentaire à base de sous-produits agro-industriels disponibles, (de brasserie, de sucrerie, de rizerie, ...). Bien sûr, cette association sera menée en fonction non seulement du système agricole en vigueur mais encore des types de civilisation agraire et des données générales du marché.

En secteur agro-pastoral, l'association de solution des problèmes posés par l'eau et les pâturages (forages, puits, protection contre les feux de brousse) sont continués et intensifiés, les migrations pastorales pourront sinon disparaître, du moins s'amortir. C'est tout le problème, fort complexe, de la sédentarisation et des possibilités de charge des pâturages que n'ont pu résoudre jusqu'à présent les nombreux forages et puits implantés en zone pastorale. Le mouvement coopératif pourrait alors être mieux contrôlé et plus efficace, si les pasteurs actuels, en l'occurrence les Peul, trouvaient moins d'occasions de se déplacer et moins de terrains démesurés pour conserver d'énormes troupeaux.

Certes, actuellement le taux de commercialisation des troupeaux est faible aussi bien en zone sédentaire qu'en zone pastorale. Mais il ne faut pas perdre de vue que ce taux est en parfait équilibre avec le croît actuel du troupeau. Augmenter la commercialisation sans augmenter parallèlement le croît est dangereux car très rapidement on entamera ce précieux capital bétail.

Mais toutes ces actions sont vouées à l'échec si on ne tient pas compte, comme on l'a trop souvent fait, des particularités et de la diversité des hommes pour qui « on aménage ».

b) Solution humaine

L'intégration des éleveurs dans les circuits économiques du pays doit faire d'eux des producteurs de denrées d'origine animale et des consommateurs de biens divers, notamment d'équipement.

Faire des éleveurs des consommateurs de biens, en particulier d'équipement, tend à leur créer des besoins, donc à développer leurs conditions matérielles de vie. Quelles que soient les modifications heureuses apportées au milieu, on fera difficilement disparaître les migrations des troupeaux en zone pastorale, mais il est possible de réduire leur ampleur et de leur donner une certaine régularité dans le temps et dans l'espace.

Si on arrive à fixer la famille de l'éleveur à l'intérieur d'un terroir, il sentira alors la nécessité de posséder un logis utilisable pendant un temps suffisamment long pour justifier sa construction et son équipement. A l'intérieur de ce périmètre, la famille vivra fixée; les troupeaux et leurs bergers, en fonction des ressources en eaux et en herbe, se déplaceront selon un itinéraire défini. C'est, à une échelle très agrandie, l'élevage en ranching.

Mais, parallèlement à cette création de besoins qui conduira à un taux de commercialisation plus grand du bétail, il faudra, grâce à l'amélioration technique, augmenter le croît du troupeau, mais aussi mettre en place des structures permettant l'écoulement régulier et de manière rentable des produits de l'élevage. Ce sera, bien entendu, une des activités essentielles de la coopérative.

Ces coopératives, pour remplir pleinement leur rôle, c'est-à-dire être des instruments à la disposition des éleveurs, seront conçues de manière telle que les éleveurs eux-mêmes puissent les faire fonctionner, les utiliser.

On doit arriver à créer des structures à la hauteur des hommes auxquels elles sont destinées. Cela signifie que sur le plan de l'administration et surtout de la gestion une confiance plus grande, donc une liberté plus large doit être laissée aux coopérateurs. C'est le lieu de souligner, ici aussi, le rôle particulièrement important que peut jouer l'alphabétisation des masses rurales dans les langues nationales.

Une aide et un encadrement de ces coopératives sont nécessaires, mais sous des formes différant de celles qui existent à l'heure actuelle. Leur faiblesse réside dans l'utilisation d'un mode uniforme d'encadrement aussi bien des coopératives agricoles que des coopératives d'éleveur et leur tendance à se substituer aux coopérateurs pour faire le travail au lieu de le leur apprendre et surtout de les éduquer en leur faisant connaître les principes et le fonctionnement des coopératives.

Le service de l'Élevage et des Industries Animales qui a vocation d'intervenir en milieu éleveur est tout naturellement indiqué pour jouer ce rôle (*). Il dispose de cadres qui, cela est très important, connaissent parfaitement la psychologie de l'éleveur pour avoir pendant longtemps vécu à ses côtés. Informés de leurs problèmes, ils jouissent en outre de leur confiance. L'action des cadres de ce service sera complété ou prolongé par des vulgarisateurs qui seront des éleveurs choisis et formés. Ce choix repose sur l'influence qu'ils pourront exercer sur le groupe, mais surtout leur disponibilité et leur réceptivité vis-à-vis des techniques nouvelles. Une fois sa formation achevée, ce vulgarisateur, obligatoirement, retournera dans le groupe pour y servir d'élément catalyseur de l'action du service de l'Élevage, chargé de l'encadrement.

De par la nature de ses attributions — protection sanitaire et exploitation des ressources animales — le service de l'Élevage contribuera à rendre dynamiques les structures ainsi créées en leur trouvant des activités concrètes.

Sur le plan sanitaire, l'intervention de l'État reposera sur une structure bien définie, ce qui, dans la prophylaxie collective, renforce l'efficacité des interventions, réduit les dépenses grâce à une rationalisation plus poussée des programmes d'action. Comme cela se fait actuellement dans certaines coopératives du Sénégal Oriental, la constitution de dépôts de médicaments, de denrées destinées à l'alimentation animale (compléments minéraux, aliments du bétail...) peut se généraliser, procurant ainsi à la coopérative des ressources. Ainsi, le moment ne serait plus loin où il serait possible

d'envisager la participation financière des coopératives aux campagnes de prophylaxie, ce qui soulagerait ainsi l'État, sans que cela entraîne des dépenses supplémentaires pour l'éleveur.

Sur le plan de l'exploitation des ressources animales, la coopérative trouvera un domaine de choix pour mener des activités lucratives. Pourvoir en animaux les besoins du programme agricole annuel (**), assurer la commercialisation des produits d'origine animale seront les activités dominantes. A cet égard, même si actuellement le Sénégal compte environ 90 coopératives d'éleveurs regroupant près de 7.000 adhérents et dont le montant des parts sociales libérées s'élève à 8.500.000, il faut reconnaître que le mouvement coopératif en milieu éleveur a été un échec, parce que constitué d'organismes figés.

La meilleure illustration de cet échec est fournie par l'approvisionnement en animaux du ranch de Doli. Conçu pour régulariser le commerce des animaux de boucherie, Doli devait être le débouché naturel des coopératives. En raison de l'inexistence de celles-ci ou de leur manque d'activité, la SERAS, pour acheter des animaux, est réduite à se plier aux méthodes traditionnelles, utilisant les services de démarcheurs pour contacter les éleveurs.

L'approvisionnement de l'usine laitière de Saint-Louis est une seconde illustration de l'inutilisation des coopératives d'éleveur, existant dans la zone d'emprise du complexe.

Le ramassage du lait se fait par du porte à porte, dans l'ignorance complète des organisations d'éleveurs qui ont dû précéder l'implantation de l'usine.

Par contre, au Sénégal oriental où existent des coopératives dynamiques, une bonne partie de l'approvisionnement en bœufs du programme agricole est assuré par celles-ci ainsi que les ventes d'animaux d'élevage à des clients étrangers. C'est là la vocation de toutes

(*) Par décision ministérielle, l'encadrement des coopératives d'éleveur vient d'être enlevé à l'ONCAD au profit de la Direction de l'Élevage et des industries animales.

(**) Programme annuel de planification de la fourrure et de l'utilisation du matériel agricole en milieu paysan (engrais, fongicides, instruments, animaux de trait, vivres de soudure, semences sélectionnées, etc.). Ces opérations sont menées sous la responsabilité de l'ONCAD bien que de nombreux autres services y participent.

les coopératives d'éleveurs et elles peuvent et doivent toutes atteindre cet objectif. Car c'est à ce moment, et à ce moment seulement, qu'elles disposeront de suffisamment de fonds capables de servir de garantie pour l'accès des éleveurs au crédit. A partir de là, l'équipement du monde pastoral sera possible en même temps que la diversification de ses activités : troupeaux d'embouche, poulaillers, ruchers, ... de la coopérative.

Les animaux, quel que soit leur nombre, ne peuvent constituer, aux yeux des organismes de crédit, une garantie suffisante. Il faut donc que les coopératives, par leur dynamisme et leur travail, arrivent à se créer des fonds nécessaires à leur propre développement.

La relance des coopératives doit être fonction des centres d'activités. Plus que tout autre critère, l'implantation dépendra de l'efficacité du travail que la coopérative serait amenée à fournir; ici peu importe le nombre, l'essentiel est le volume des affaires à traiter. Aussi est-il préférable dans un premier temps, d'avoir des coopératives en nombre limité, mais à activités polyvalentes qui par la suite pourront être éclatées. Plutôt que la mise en place de coopératives en nombre très élevé, l'accent doit être mis d'abord sur leur viabilité dont la seule illustration concrète est le bilan en fin de gestion.

Enfin, toujours dans le souci de dynamiser ces structures, il convient de donner aux

coopératives d'éleveurs un rôle de consommation qui, bien sûr, ne s'entend que dans le cadre d'un élevage amélioré. Ici il s'agit beaucoup plus de l'amélioration des conditions de vie de l'éleveur que de l'élevage à proprement parler. Le Peul, tant qu'il effectue ses migrations, se contente, faute de mieux, des productions de son troupeau, essentiellement du lait. Fixé, ses conditions de vie et partant son alimentation changeront radicalement. Là aussi, la coopérative doit arriver à satisfaire ses besoins nouveaux.

CONCLUSION

Le but visé dans cette étude est de montrer l'importance du problème de l'encadrement du monde éleveur.

Un mouvement coopératif bien conçu, parce que adapté aux particularités du milieu, peut constituer une voie intéressante de recherche.

Cela nous a conduits, après avoir dégagé les caractéristiques du milieu, à faire une étude critique de l'encadrement qui existe actuellement et, à partir de ses faiblesses, à esquisser les bases d'un mouvement plus dynamique.

Notre objectif sera pleinement atteint dans la mesure où, autour de ce document, s'organisera une saine réflexion capable de combler le fossé grandissant entre économie agricole et économie d'élevage.

SUMMARY

Animal husbandry and cooperation in tropical Africa with reference to Senegal

The authors show that it is necessary to organize for agricultural population a system of stock-breeder co-operatives leaning on specificity of senegalese zoo-economy rather than to copy, as this is the case now, co-operatives structures peculiar to plant productions.

RESUMEN

Cría y cooperación en Africa tropical. El ejemplo de Senegal

Los autores muestran que se necesita organizar para el mundo pastoral un sistema de cooperativas de ganaderos apoyandose sobre la especificidad de la zoeconomía de Senegal en lugar de copiar, como eso es el caso actualmente, las estructuras cooperativas propias a las producciones vegetales.

BIBLIOGRAPHIE

1. LY (Bocar). *L'économie de la viande dans la région du Cap-Vert*. Thèse Doctorat 3^e cycle. Faculté des Lettres et des Sciences humaines. Université de Dakar, 1971.
2. *Rapports de la Direction de l'Elevage et des Industries Animales*. Dakar, 1960.

Etude de la mortalité bovine au Centre de Recherches Zootechniques de Dara (Sénégal)

par J. P. DENIS (*) et J. VALENZA (*)

RESUME

Le taux moyen annuel de mortalité bovine au C.R.Z. de Dara est faible : 6,21 p. 100; 1,9 p. 100 de la population meurt avant d'avoir atteint 6 mois; 3,25 p. 100 avant 1 an et 5 p. 100 avant deux ans. 26 p. 100 des morts ont moins de 50 jours, 29 p. 100 entre 6 et 12 mois, 80 p. 100 moins de 2 ans.

Le poids et l'époque de naissance et le poids au sevrage ont une influence certaine sur cette mortalité, de même que la saison : c'est entre avril et août et surtout en juillet que la mortalité est la plus élevée; mais cette période correspond à celle où il y a le plus de naissances. D'autre part, les mâles sont moins sensibles.

Les causes principales de mortalité sont constituées par les accidents septicémiques survenant chez les jeunes veaux, et les accidents survenant après le sevrage.

INTRODUCTION

Le bilan économique d'un élevage bovin tient compte pour une large part de la mortalité potentielle dans le troupeau.

Deux périodes sont critiques : celle immédiatement après la naissance, puis celle après le sevrage. Cette dernière est particulièrement importante compte tenu des conditions alimentaires précaires de la zone sylvo-pastorale du Sénégal.

Annuellement, dans les troupeaux de cette zone, la mortalité chez les jeunes peut atteindre 30 à 40 p. 100 des naissances, et même 50 p. 100 durant les années où l'hivernage a été particulièrement pauvre. Par contre, chez les adultes, la mortalité a été fortement dimi-

nuée par l'application des moyens de prophylaxie systématique.

Au C.R.Z. de Dara, les vaccinations sont régulièrement pratiquées, et il apparaît aussi que la mortalité est surtout importante chez les animaux jeunes.

Il a semblé, par conséquent, intéressant d'étudier l'évolution de cette mortalité, les facteurs de variation entrant en jeu, la répartition selon l'âge des animaux dans les conditions de vie du C.R.Z. de Dara déjà définies (1).

L'étude dans son ensemble couvre une période de 16 années. Elle sera divisée en trois parties principales. Dans une première partie, seront étudiées les causes de mortalité sur le plan pathologique. L'analyse ne portera cependant pas sur l'ensemble de la période annoncée car, pour un certain nombre d'années, les informations sont insuffisantes. Mais néanmoins, les principales causes responsables de la mortalité sont nettement perceptibles.

(*) Centre de Recherches zootechniques de Dara-Djollof, Laboratoire national de l'Elevage et de Recherches vétérinaires, B.P. n° 2057, Dakar-Hann, Sénégal.

La seconde partie sera consacrée à l'analyse numérique de la mortalité, de sa répartition, de l'action de différents facteurs sur son évolution.

Dans la troisième partie enfin, la mortalité chez les jeunes animaux sera particulièrement étudiée.

I. LES CAUSES DE MORTALITE

Cette étude mérite quelques précisions préliminaires.

Les buts des actions zootechniques entreprises au C.R.Z. de Dara ont imposé la nécessité de ne pas s'éloigner trop des conditions d'entretien des animaux à l'extérieur pour que les géniteurs cédés aux éleveurs à partir du Centre puissent s'y adapter. Par conséquent, le mode d'entretien adopté consiste en une gestion tenant compte davantage de ces conditions (en particulier climatiques) que de méthodes faisant intervenir, entre autres, la supplémentation alimentaire systématique.

Aussi, un pourcentage important des causes de mortalité est la conséquence directe au cours des années examinées des considérations précédentes.

Les différentes causes de mortalité observées apparaissent au tableau n° I. Elles sont exprimées en pourcentage de la mortalité globale par ordre de valeur décroissante :

TABLEAU N° I

	Pourcentage
Septicémie des jeunes	22,8
Accidents au sevrage	18,8
Charbon	10,7
Peste	10,7
Anaplasmose	7,3
Accidents	5,9
Mortinatalité	2,9
Agalactie maternelle	2,9
Envenimation ophidienne	2,9
Botulisme	2,5
Indigestion aiguë	2,2
Rage	1,8
Enterotoxémie	1,4
Cachexie sénile	1,1
Actinomycose	0,7
Pneumonie gangréneuse	0,7
Bronchopneumonie par corps étranger	0,7
Tuberculose (sacrifice)	0,3
Météorisation	0,3
Congestion pulmonaire	0,3
Non diagnostiqués	2,9

De ce tableau, il ressort que l'essentiel de la mortalité est causé par les accidents atteignant les jeunes animaux, à savoir :

— septicémie	22,8
— agalactie	2,9
— mortinatalité	2,9
— accidents au sevrage	18,8

soit environ 47 p. 100 de la mortalité totale.

Une mention particulière doit être faite pour les cas de mortalité dus au charbon symptomatique, à la peste et au botulisme. Ces mortalités constituent des accidents qui ne se produisent plus à partir du moment où des mesures de prophylaxie rigoureuses sont appliquées et, par conséquent, ont une faible importance. Dans le cas de l'anaplasmose, il s'agit d'une invasion brutale qui a été circonscrite rapidement une fois le diagnostic effectué et le traitement approprié instauré.

Si l'on fait abstraction des pourcentages relatifs à ces dernières maladies, celui des affections touchant les jeunes animaux devient environ 69 p. 100, soit une valeur proche de celle indiquée en fonction de la classe d'âge (80 p. 100 des morts surviennent entre la naissance et 24 mois, chapitre III).

Le facteur « accidents au sevrage » est responsable de la mort de nombreux animaux durant la fin de la saison sèche et le début de la saison des pluies. Faute d'une alimentation suffisante en quantité et qualité, les animaux maigrissent, leur résistance diminue et ils meurent rapidement sans signes prémonitoires. Les infections bactériennes de sortie sont très rares; on peut constater, par contre, un parasitisme interne élevé.

Les moyens de lutte, actuellement employés, sont :

1. Sur le plan pathologique, la vaccination systématique des jeunes animaux contre la septicémie à l'aide d'un stock-vaccins (*coli-Pasteurella*). Mais cette mesure semble encore insuffisante et la fabrication d'un auto-vaccin d'étable est envisagée;

2. Sur le plan nutritionnel, les veaux reçoivent un concentré titrant 0,80 U.F. et 90 g de MAD par kg à raison de 500 g à 1 kg par tête et par jour en fonction de l'avancement de la saison sèche, et les vaches sélectionnées, 1 kg par jour de ce même concentré dans un

TABLEAU N°II
Evolution des effectifs de 1954 à 1969 - Causes de variations

		54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
Mâles	Naissances annuelles	20	41	69	88	113	130	111	153	140	111	126	97	80	79	57	69
	Naissances cumulées	20	61	130	218	331	461	572	725	865	976	1102	1199	1279	1358	1415	1484
	Effectif 31.12	27	67	129	206	249	263	304	197	282	224	283	197	150	148	172	203
Femelles	Naissances annuelles	23	42	71	88	94	139	131	134	128	96	124	101	90	93	71	61
	Naissances cumulées	23	65	136	224	318	457	588	722	850	946	1070	1171	1261	1354	1425	1486
	Effectif 31.12	249	282	344	418	492	587	646	672	711	648	687	462	480	443	442	421
Total	Naissances annuelles	43	83	140	176	207	269	242	287	268	207	250	198	170	172	128	130
	Naissances cumulées	43	126	266	442	649	918	1160	1447	1715	1922	2172	2370	2540	2712	2840	2970
	Effectif 31.12	276	349	473	624	741	850	950	869	993	872	970	659	630	591	614	624
Variations des effectifs en (+)	Naissances annuelles	43	83	140	176	207	269	242	287	268	207	250	198	170	172	128	130
	Naissances cumulées	43	126	266	442	649	918	1160	1447	1715	1922	2172	2370	2540	2712	2840	2970
	Achats	101	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Variations des effectifs (-)	Réformés	-	-	-	-	28	110	66	247	98	199	98	461	117	118	24	101
	Morts	6	11	16	25	42	50	75	106	46	123	47	29	76	61	50	14
	Cessions	-	-	-	-	20	-	1	15	-	6	7	19	6	32	31	5
	Total	6	10	16	25	90	160	142	368	144	328	152	509	199	211	105	120

double but : participation aux besoins d'entretien et aux besoins de fin de gestation.

L'effet de ces quelques mesures, particulièrement chez les animaux après le sevrage, a permis de diminuer le taux de mortalité qui est devenu 1,88 p. 100 en 1969 et 2,2 p. 100 en 1970.

II. EVOLUTION GENERALE DU TROUPEAU DE 1954 A 1969

Effectifs :

Leur évolution, pour une période s'étendant sur 15 années consécutives (1954-1969), est concrétisée dans le tableau n° II (p. 447).

L'étude de cette évolution montre :

- que pour 2.470 naissances cumulées, la proportion des mâles est de 49,96 p. 100 pour 50,04 de femelles;
- que la courbe des naissances évolue de façon parallèle à celle des effectifs totaux des femelles, ce qui est l'indice d'une continuité certaine dans les taux annuels de vêlage;
- que pour diverses années — de 1961 à 1964 notamment, il existe un certain parallélisme entre les taux de réforme et de

mortalité, ce qui indique — compte tenu des conditions climatiques donc alimentaires défavorables provoquant un accroissement périodique de la mortalité — une baisse générale de l'état des animaux avec comme possible incidence des réformes peut-être prématurées.

Il est par conséquent nécessaire, sauf dans des cas particuliers, de maintenir un âge fixe pour les jugements de sélection sur la croissance; cet âge fixe donne aux animaux le maximum de chances de faire preuve de leurs capacités propres en éliminant autant que possible l'influence des variations climatiques annuelles dont l'importance est extrême.

Répartition annuelle de la mortalité.

Dans l'ensemble, l'évolution de la mortalité suit celle des effectifs globaux. Cependant, certaines années, comme 1960, 1961, 1963 et 1966 apparaissent comme très néfastes du fait notamment de saisons des pluies particulièrement courtes aux précipitations peu abondantes et de la pathologie.

Le taux moyen annuel de mortalité est de 6,23 p. 100 sur 15 années, de 1955 à 1969 (tableau n° III).

TABLEAU N° III
Evolution du taux annuel de mortalité

1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
3,06	3,27	3,85	5,05	4,95	6,86	8,56	4,04	10,25	4,18	2,48	9,16	7,60	6,95	1,88

Répartition mensuelle de la mortalité.

Sur dix années, de 1960 à 1969, la répartition mensuelle de la mortalité apparaît sur le tableau n° IV.

La mortalité maximale a lieu au cours du mois de juillet. Cette observation recoupe celles concernant la diminution très importante de

pois des animaux adultes en juillet (1) qui est concomitant d'un affaiblissement général des défenses organiques.

307 morts sur 627, soit 48,9 p. 100, ont lieu entre avril et juillet, durant la deuxième partie de la saison sèche. La période favorable se situe entre août et novembre.

TABLEAU N° IV

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
	47	38	45	63	73	79	92	45	35	29	32	49	
Pourcentage	7,4	6,0	7,1	10,0	11,6	12,5	14,6	7,1	5,5	4,6	5,1	7,8	100

Répartition de la mortalité en fonction de la classe d'âge

- Par rapport au nombre d'animaux morts

Cette répartition apparaît au tableau n° V.

Sur la totalité des animaux morts en 10 ans, 52,1 p. 100 meurent avant un an et 80 p. 100 avant deux ans.

TABLEAU N° V

	A g e s	Nombre	Pourcentage	0 à 24 mois		0 à 12 mois	
				Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
1	0 à 6 mois	191	30,4	503	80,2	327	52,1
2	6 à 12 mois	136	21,6				
3	12 à 24 mois	176	28,0			300	47,8
4	2 à 3 ans	30	4,7				
5	3 à 4 ans	17	2,7				
6	> 4 ans	77	12,2				
T o t a l		627	100	2 ans à >		1 an à >	

- Par rapport à la totalité du troupeau pour les années 60 à 69

A la lecture du tableau n° VI, il apparaît que 1,90 p. 100 de l'ensemble de la population meurt avant d'avoir atteint ses premiers 6 mois, 3,25 p. 100 avant d'avoir atteint la première année, et 5 p. 100 avant la deuxième année.

- En fonction du trimestre de mortalité

Il s'agit de mettre en évidence les classes d'âge plus particulièrement sensibles à la saison sèche.

TABLEAU N° VI

A g e s	Nombre	Pourcentage
0 - 6	191	1,90
6 - 12	136	1,35
12 - 24	176	1,75
24 - 36	30	0,29
3 - 4	17	0,16
4 et plus	77	0,76
T o t a l	627	6,21

TABLEAU N° VII

A g e s	1 ^{er} trimestre		2e trimestre		3e trimestre		4e trimestre		Total
	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage	
0 - 6	39	20,4	61	31,9	54	28,3	37	19,4	191
6 - 12	39	28,6	56	41,1	18	13,2	23	16,9	136
12 - 24	21	11,9	61	34,6	60	34,5	34	19,3	176
24 - 36	8	26,6	4	13,3	13	43,3	5	16,6	30
3 - 4	3	17,6	5	19,4	6	35,2	3	17,6	17
4 et plus	18	23,3	31	40,2	20	25,9	8	10,3	77
									627

A la lecture du tableau n° VII, il apparaît que dans l'ensemble, au cours des 2^e et 3^e trimestres, quelle que soit la tranche d'âge considérée, la mortalité est maximale. Donc, c'est

essentiellement pendant la fin de la saison sèche et le début de la saison des pluies qu'on observe le maximum de morts. Il faut cependant signaler que cette mortalité est minimale

pendant le 3^e trimestre pour la période du post-sevrage.

Répartition de la mortalité en fonction du sexe

TABLEAU N°VIII

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Mâles	21	15	21	22	33	34	48	18	10	12	12	27	273
Femelles	26	23	24	41	40	45	44	27	25	17	20	22	354

Durant les dix dernières années, la mortalité femelle est de 56,4 p. 100 contre 43,5 p. 100 de mortalité mâle, et la différence entre les deux taux est significative. Donc dans l'ensemble, les femelles sont plus sensibles que les mâles aux diverses agressions.

En ce qui concerne l'évolution des pourcentages respectifs mâles et femelles au cours de l'année, les résultats sont donnés dans le tableau n° IX suivant :

TABLEAU N°IX

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Mâles	3,3	2,3	3,3	3,5	5,2	5,4	7,6	2,8	1,5	1,9	1,9	4,3	627
Femelles	4,1	3,6	3,8	6,5	6,3	7,1	7,0	4,3	3,9	2,7	3,1	3,5	

Il apparaît que la répartition dans l'année des mortalités femelles est régulière avec une augmentation apparaissant dès le mois d'avril et durant jusqu'en juillet.

Quant aux mâles, il y a une augmentation régulière du mois de février à juin, un pic au mois de juillet, puis une descente très brusque au mois d'août.

Ceci semblerait indiquer qu'une brusque aggravation des conditions écologiques éprouve plus durement les mâles que les femelles.

III. ETUDE PARTICULIERE DE LA MORTALITE DE LA NAISSANCE A 24 MOIS

80 p. 100 des mortalités ont lieu entre la naissance et deux ans; 5 p. 100 de la population meurt avant d'avoir atteint sa deuxième année, c'est dire l'importance de cette période et justifier son étude spéciale.

La répartition de cette mortalité est tout d'abord étudiée semaine par semaine pour mettre en évidence les points critiques.

Puis l'étude d'un certain nombre de facteurs est abordée :

- pour la période post-natale :
 - poids à la naissance,
 - sexe,
 - époque de naissance.
- pour la période post-sevrage :
 - poids au sevrage,
 - époque.

Répartition de la mortalité de 0 à 24 mois.

Les données recueillies permettent de faire les remarques suivantes :

a) la mortalité est maximale entre la naissance et 50 jours : 26 p. 100 du total dont 12,3 p. 100 durant les 45 premiers jours;

b) elle diminue progressivement jusqu'au sevrage effectué à 6 mois;

c) de 6 à 12 mois (29 p. 100) apparaît un taux élevé dont le maximum se situe à la 46^e semaine, soit 10 mois et demi;

d) de 12 à 18 mois, la mortalité diminue progressivement mais reste relativement élevée (24,4 p. 100 du total des morts). Ceci peut être imputé au mode d'élevage. En effet, à

12 mois, les animaux mâles et femelles sont séparés et inclus respectivement dans les troupeaux de taureaux - taurillons et de génisses. Ils y trouvent des animaux beaucoup plus âgés, donc mieux armés sur le plan de la concurrence vitale. Il s'agit d'une sorte de « second sevrage » auquel il est difficile d'échapper compte tenu des possibilités actuelles d'utilisation des pâturages du Centre.

Elles montrent également que la mortalité durant les deux premiers jours représente 3,1 p. 100 des morts de la naissance à 24 mois et 23,8 p. 100 des animaux morts durant les premiers 15 jours qui représentent 13,3 p. 100 du total.

Les pourcentages de mortalité en fonction du mois de naissance figurent au tableau n° X.

TABLEAU N° X

Mois de naissance	Nombre d'animaux morts	Pourcentage
1	28	5,7
2	40	8,2
3	40	8,2
4	33	6,7
5	64	13,1
6	80	16,4
7	76	15,6
8	43	8,8
9	27	5,5
10	14	2,8
11	13	2,6
12	28	5,7
T o t a l	486	100

Si l'on compare cette répartition par rapport à celle des naissances, on observe qu'à la plus forte mortalité, qui intervient entre mai et juillet correspond le maximum des naissances.

Ces données produites en courbes donnent des traits qui coïncident à peu près parfaitement, ce qui permet d'affirmer que le mois de naissance n'a que peu d'influence sur la mortalité des jeunes avant l'âge de deux ans.

Facteurs influençant cette mortalité

Différents facteurs peuvent agir sur le taux de mortalité avant deux ans durant deux périodes de la vie des animaux.

Pendant la première, de la naissance au sevrage (6-7 mois), poids, mois de naissance

et sexe agissent; au cours de la deuxième (après sevrage), ce sont le poids de sevrage et la période de naissance.

Mortalité entre 0 et 6 mois

Poids à la naissance

Il semble agir sur la mortalité avant sevrage. En effet, le poids moyen à la naissance des animaux morts entre 1960 et 1969 avant le sevrage est de 20,480 kg (115 animaux) contre 21,590 kg pour l'ensemble des produits (2.052 animaux) nés durant la même période. Il existe donc une différence de 1,1 kg. Ceci conduit à penser que, chez les animaux les moins lourds à la naissance, la mortalité est supérieure pendant la période de pré-sevrage. Toutefois, ces résultats ne peuvent être considérés d'une façon absolue car de nombreux animaux, mourant très rapidement dès leur naissance, ne sont pas pesés, ce qui introduit un facteur de variation non contrôlé dans l'observation.

Période de naissance

Si l'on compare les taux d'animaux morts entre 0 et 6 mois par rapport aux naissances pendant chaque trimestre, il apparaît que le taux est maximal durant le quatrième. Sachant que cette mortalité est la plus forte durant les deux premiers mois de la vie de l'animal, l'influence du trimestre peut être considérée comme certaine et directe.

Ce taux supérieur du quatrième trimestre, peut être dû, malgré des conditions alimentaires des mères plus favorables, à un développement accru de parasitisme interne des jeunes durant la période qui suit la fin de la saison des pluies (hypothèse à vérifier), tableau n° XI.

TABLEAU N° XI

Trimestre	Nombre de morts	Nombre de naissances	Pourcentage
1	39	560	7,8
2	61	654	9,3
3	54	643	8,3
4	37	255	14,5

Sexe

De la naissance au sevrage, 46,5 p. 100 du total des morts (191 animaux) sont des mâles et 53,5 p. 100 des femelles. Mais cette différence n'est pas significative contrairement à ce que l'on constate sur l'ensemble de la mortalité.

Mortalité entre 6 mois et 2 ans*Influence du poids au sevrage*

Dans les conditions alimentaires précaires de la zone sylvo-pastorale, la période après le sevrage est difficile. Seuls, les animaux ayant acquis au sevrage un poids suffisant auront les meilleures chances de survivre. Ainsi, en comparant la moyenne des poids au sevrage des animaux morts entre 6 et 24 mois à celle des animaux vivants ou morts après 24 mois, il apparaît une différence significative entre ces deux groupes d'animaux (15,6 kg).

Cette observation rentre bien dans la ligne de la sélection appliquée au C.R.Z., puisqu'on y recherche les femelles qui présentent les meilleures qualités laitières, c'est-à-dire celles qui assurent à leurs produits la meilleure croissance entre la naissance et le sevrage.

Epoque de la naissance

A la lecture du tableau n° VII, il apparaît que le sevrage éprouve particulièrement les animaux lorsqu'il survient au premier trimes-

tre, c'est-à-dire ceux nés au 3^e trimestre. Or, c'est précisément à ce moment qu'a lieu le maximum des naissances lors d'une monte naturelle. Deux solutions sont à proposer : la première consiste à assurer durant la saison sèche une supplémentation aux animaux récemment sevrés, et la seconde à diminuer l'âge du sevrage de manière à ce que la transition entre l'alimentation lactée et l'alimentation à l'herbe se fasse pendant une période encore favorable sur le plan de la valeur des pâturages.

CONCLUSIONS

Les deux premières années de la vie des animaux sont particulièrement critiques car, 80 p. 100 des morts ont lieu pendant cette période; mais le taux de mortalité reste faible, 5 p. 100. Par ailleurs, et d'une manière générale, elle est plus faible durant les 1^{er} et 4^e trimestres; la fin de saison sèche et la saison des pluies se révèlent assez néfastes pour les animaux.

Cette étude permet de connaître les périodes de moindre résistance des animaux et, par conséquent, de conduire son élevage pour utiliser au mieux les conditions naturelles et de savoir à quel moment intervenir pour appliquer des mesures conservatoires, en particulier sur le plan de la supplémentation alimentaire. De plus, les différentes remarques peuvent trouver une application, en particulier dans le choix de la saison de monte.

SUMMARY**Study of cattle mortality in zootechnical Research Center of Dara (Senegal)**

The annual mean rate of cattle death in C.R.Z. Dara is low: 6,21 p. 100; 1,9 p. 100 dy before 6 months old, 3,25 before one year and 5 p. 100 before two years.

26 p. 100 of the deaths are less than 6 months old, 29 p. 100 between 6 and 12 months, and 80 p. 100 before two years. Birth-time, birth weight and weaning time have an influence on the death, like the season: between April and August and specially in July the death is the highest; but during this period, the births are the most numerous. Males are less sensible than females.

RESUMEN

Estudio de la mortalidad de los bovinos en el Centro de investigaciones zootécnicas de Dara (Senegal)

El termino medio anual de mortalidad de los bovinos en el Centro de investigaciones zootécnicas de Dara es poco elevado: 6,21 p. 100; 1,9 p. 100 de los animales mueren antes de tener 6 meses de edad; 3,25 p. 100 antes de 1 año y 5 p. 100 antes de 2 años. 26 p. 100 de los muertos tienen menos de 50 días, 29 p. 100 entre 6 y 12 meses, 80 p. 100 menos de 2 años de edad.

El peso, la época de nacimiento y el peso al destete tienen una influencia cierta sobre dicha mortalidad, así como la estación: entre abril y agosto y sobretodo en julio es cuando la mortalidad es más elevada; pero este periodo corresponde a el cuando se encuentra el máximo de nacimientos. Por otra parte, los machos son menos sensibles.

Las principales causas de mortalidad son los accidentes septicémicos ocurriendo después del destete.

BIBLIOGRAPHIE

1. DENIS (J.P.) et VALENZA (J.). Le comportement pondéral des femelles adultes de race Gobra. Comparaison avec les animaux importés Pakistanaï et Guzera. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, 23 (2): 229-241.
2. Rapports annuels du Centre de Recherches zootécnicas de Dara-Djolloff (Sénégal), 1954 à 1969.

L'ensilage des racines de manioc

par H. SERRES (*) et J. P. TILLON (*)

Le manioc est un excellent aliment énergétique pour le bétail. Mais après son arrachage, il se détériore rapidement par hydrolyse de l'amidon et début de fermentation qui lui donne une odeur alcoolique. Les moisissures compliquent rapidement ce processus. Passé trois jours, en climat chaud, il devient inutilisable. En outre, l'arrachage n'est pas réalisable en saison des pluies.

Une solution très généralement utilisée est le séchage au soleil des racines coupées en rondelles ou en cossettes. Mais la dessiccation demande de huit à quinze jours suivant la dimension des fragments, et surtout exige un climat parfaitement sec, ce qui n'est pas toujours le cas.

Soit que le climat soit humide, soit qu'une exploitation ait des dimensions trop importantes, il est possible que le séchage ne constitue pas toujours la solution de la mise en réserve du manioc.

Cela nous a amenés à envisager son ensilage. La récolte peut se faire alors au moment où les racines ont le maximum d'amidon, en saison sèche.

Dans les essais que nous avons réalisés, les racines ont été débarrassées de la terre par nettoyage grossier à sec, très facile si la terre

est sèche. Les racines ont été coupées soit en gros fragments au coupe-coupe manuel, soit débitées plus finement au coupe racines. L'ensilage a été fait soit en cuve cylindrique cimentée, soit en tranchée de terre avec feuille plastique, soit en cuve métallique. Les résultats sont rassemblés au tableau I.

Il convient de souligner que nous n'avons employé que des maniocs doux couramment cultivés à Madagascar et qui contiennent dans la majorité des cas moins de 100 mg d'acide cyanhydrique par kg.

DISCUSSION

Au vu des analyses, les ensilages sont généralement d'excellente qualité, avec une bonne acidification, un pourcentage d'acides acétique et surtout lactique élevé, tandis que la proportion d'acide butyrique est faible voire nulle.

La distribution aux bovins (ensilage n° 3), aux porcs et aux bovins (les autres) a révélé une excellente appétibilité et une consommation sans aucun refus pour des quantités de 3 kg/jour par porc et 5 kg/jour par bœuf. La distribution prolongée ne s'accompagne d'aucun trouble cliniquement décelable.

Nous concluons que l'ensilage est une forme de mise en réserve du manioc qui peut présenter un grand intérêt lorsque le séchage pose des problèmes.

(*) I.E.M.V.T., Région de Recherches vétérinaires et zootechniques de Madagascar, B.P. n° 862, Tananarive.

TABLEAU N° 1

Ensilage des racines de manioc

	1	2	3	4	5
Date d'ensilage	8 Novembre	29 Octobre	Mai	25 Juillet	25 Juillet
Date d'ouverture	25 Janvier	15 Février	Septembre	5 Octobre	5 Octobre
Silo	Tranchée de terre + film plastique	Tranchée de terre + film plastique	Cuve cimentée	Cuve métallique	Cuve métallique
Hachage	Machine	Machine	Main	Machine	Main
Prélèvement	Surface	Profondeur	Profondeur	Profondeur	Profondeur
<u>Pour 1.000 g en g</u>					
Matière sèche	354,2	382,7	416,6	405,7	399,8
Matières azotées	10,0	9,3	8,3	12,3	11,0
Matières grasses	1,7	1,6	1,4	1,7	3,4
Cellulose brute	14,6	14,1	13,9	9,2	8,9
Minéraux	12,7	13,7	6,4	12,5	10,4
Calcium	0,57	0,59	0,54	0,88	0,70
Phosphore	0,26	0,28	0,16	0,45	0,45
pH	4,0	4,0	3,72	4,3	4,0
<u>Pour 100 g d'ensilage en g</u>					
Acidité brute	0,772	0,872	0,581	0,632	0,657
Acidité volatile totale	0,358	0,250	0,196	0,784	0,368
Acidité acétique	0,301	0,286	0,194	0,806	0,454
Acidité butyrique	0,087	0,000	0,017	0,078	0,027
Acidité lactique	0,900	1,039	0,892	0,584	1,067
<u>N ammoniacal</u>					
<u>N total</u>	14 p.100	20 p.100	13 p.100	40 p.100	20 p.100
Appréciation	Bon ensilage	Bon ensilage	Bon ensilage	Assez bon ensilage	Bon ensilage

Analyses

Pathologie

- 72-115 **DENIS (J. P.), VALENZA (J.).** — Etude de la mortalité bovine au Centre de recherches zootechniques de Dara (Sénégal). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (3) : 445-454.

Le taux moyen annuel de mortalité bovine au C.R.Z. de Dara est faible : 6,21 p. 100; 1,9 p. 100 de la population meurt avant d'avoir atteint 6 mois ; 3,25 p. 100 avant 1 an et 5 p. 100 avant deux ans. 26 p. 100 des morts ont moins de 50 jours, 29 p. 100 entre 6 et 12 mois, 80 p. 100 moins de deux ans.

Le poids et l'époque de naissance et le poids au sevrage ont une influence certaine sur cette mortalité, de même que la saison : c'est entre avril et août et surtout en juillet que la mortalité est la plus élevée; mais cette période correspond à celle où il y a le plus de naissances. D'autre part, les mâles sont moins sensibles.

Les causes principales de mortalité sont constituées par les accidents septicémiques survenant chez les jeunes veaux et les accidents survenant après le sevrage.

Maladies à virus

- 72-116 **PROVOST (A.), BORREDON (C.), BOCQUET (P.).** — Note clinique. Deux maladies aviaires nouvelles au Tchad : la laryngo-trachéite infectieuse et la maladie de Gumboro. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (3) : 347-356.

La laryngo-trachéite infectieuse, sous une forme particulièrement meurtrière, et la maladie de Gumboro sont apparues en 1971 dans les élevages améliorés de la région de Fort-Lamy.

- 72-117 **RATULD (Y. de) et WERNER (G. H.).** — Isolement de virus herpétiques équins à partir des leucocytes de chevaux atteints d'affections fébriles et respiratoires. Essai de caractérisation sérologique. *Rec. Méd. vét.*, 1972, 148 (1) : 95-110. (Résumé.)

A partir de cultures de leucocytes de 4 chevaux atteints de syndromes respiratoires ou fébriles, il a été possible d'isoler dans tous les cas des virus que leurs propriétés biologiques font classer dans le groupe des herpesvirus et plus particulièrement dans celui des cytomégalovirus. Chez un des chevaux, il s'agissait d'un cas pathologique isolé, sans autres symptômes qu'une hyperthermie rebelle à toute thérapeutique; dans les 3 autres cas, il s'agissait d'une épizootie très limitée avec prédominance des symptômes respiratoires.

Les isolements ont été effectués sur cellules rénales de lapin, sauf dans un cas, où il a été réalisé d'emblée en cellules rénales de cheval, ce qui

expliquerait la présence dans cet isolement de 2 souches antigéniquement distinctes, dont l'une pourrait provenir de la culture cellulaire elle-même.

L'étude sérologique des 5 souches isolées, à l'aide d'immunsérums spécifiques préparés sur lapin, montre que ces virus sont reliés par des parentés antigéniques certaines sans qu'il soit possible de conclure à une identité absolue de ce point de vue.

- 72-118 **MASON (R. J.) et JENSEN (K. E.). — Maladie de Marek : résistance des poussins infectés d'Herpesvirus de dindon contre l'agent léthal JM-V.** (Marek's disease: resistance of turkey Herpesvirus-infected chicks against lethal JM-V agent). *Am. J. vet. Res.*, 1971, **32** (10): 1625-1627.

Des poussins Leghorn âgés de 2 à 3 jours ont été vaccinés avec 1.000 à 40.000 P.F.U. (unités-plage) d'une souche d'Herpesvirus de dindon, par la voie péritonéale. L'épreuve, effectuée 7 à 9 jours plus tard avec la souche virulente JM-V de leucose aviaire, tua 19,5 p. 100 des vaccinés et 73,3 p. 100 des témoins.

- 72-119 **WILLEMART (J. P.). — Maladie de Marek. Essai sur le terrain de trois vaccins.** *Rec. Méd. vét.*, 1972, **148** (2): 203-216. (Résumé.)

Grâce à un dispositif expérimental favorable, 3 vaccins atténués contre la maladie de Marek, à virus poulet associé aux cellules, à virus dindon associé aux cellules et à virus dindon cryodesséché, ont été essayés dans les conditions de la pratique avec trois conditions d'épreuve virulente :

- précoce et sévère,
- normale,
- tardive et sévère.

L'essai a porté sur environ 19.000 poussins vaccinés à un jour. Pendant la période d'élevage (0 à 20 semaines) les résultats ont été les suivants :

- dans des conditions d'épreuve précoces et sévères, les réductions de mortalité obtenues ont été les suivantes :
 - 46 p. 100 avec le virus poulet,
 - 90 p. 100 avec le virus dindon sous ses différentes formes.
- dans les conditions d'épreuve normales, les différences entre lots n'ont pas été significatives;
- dans les conditions d'épreuve tardive et sévère, les réductions de mortalité ont été de :
 - 70 p. 100 avec le virus poulet,
 - 90 p. 100 avec le virus dindon.

Les vaccins à virus dindon, donnant en toutes conditions les résultats les meilleurs, se sont montrés les plus intéressants.

- 72-120 **TOMA (B.). — Diagnostic sérologique de l'anémie infectieuse du cheval.** *Bull. Ass. Fr. vét. micr.*, 1971 (10): 7-12.

L'auteur relate les très bons résultats du diagnostic sérologique de l'anémie infectieuse du cheval, effectué par la méthode de Coggins et Norcross, c'est-à-dire la précipito-diffusion en gélose.

Ce test, parfaitement spécifique et très commode d'emploi, permet de faire des enquêtes épizootiologiques et de dépister les chevaux infectés inapparents.

La condition du succès est de disposer d'un antigène satisfaisant.

- 72-121 **HEDGER (R. S.). — La fièvre aphteuse et le buffle africain (*Syncerus caffer*).** (Foot-and-mouth disease and the african buffalo (*Syncerus caffer*)). *J. comp. Path.*, 1972, **82** (1): 19-28.

Des prélèvements ont été effectués sur 62 buffles sauvages du Botswana, immobilisés à l'aide du fusil « Cap Chur ».

Les sérotypes SAT₁, SAT₂, SAT₃ du virus aphteux furent isolés chez 35 d'entre eux; certains hébergeaient simultanément plusieurs sérotypes, la plupart possédaient des anticorps spécifiques.

Aucun signe clinique ne fut observé sur ces buffles, ni sur d'autres animaux en contact avec eux, (2 impalas, 3 damalisques et 9 phacochères). L'auteur discute sur le rôle des buffles sauvages comme réservoirs naturels de ce virus.

- 72-122 **GREIG (A.). — Pathogénie de la peste porcine africaine chez les porcs naturellement contaminés.** (Pathogenesis of african swine fever in pigs naturally exposed to the disease). *J. Comp. Path.*, 1972, **82** (1): 73-79.

Des porcs ont été infectés avec deux souches virulentes de virus de la peste porcine africaine, par cohabitation avec des malades au moment de la plus forte excrétion virale. Au bout de 48 heures le virus fut détecté dans certains tissus: sur 9 des 15 animaux, l'infection primaire fut mise en évidence dans les amygdales et les ganglions sous-glossiens. Certains eurent une infection généralisée en 48 heures avec présence de virus dans la rate. Le test d'immunofluorescence s'est révélé positif au niveau de certains ganglions de la tête (retropharyngiens latéraux), mais seulement chez des sujets ayant un haut titre viral. L'infection par la voie buccale (suspension de rate infectieuse dans du lait) ne réussit qu'avec une dose de virus égale ou supérieure à $10^{5,4}$ HAD₅₀.

- 72-123 **LALUNDA (M.) et PLOWRIGHT (W.). — Pouvoir pathogène pour le bétail d'un herpesvirus de type Allerton isolé du buffle de Tanzanie (*Syncerus caffer*).** (Pathogenicity for cattle of Allerton-type herpesvirus isolated from a Tanzanian buffalo (*Syncerus caffer*)). *J. Comp. Path.*, 1972, **82** (1): 65-72.

Une infection expérimentale du bétail amélioré de l'Afrique Orientale avec un herpesvirus de type Allerton d'origine bubaline fut effectuée par différentes voies. De fortes doses de virus inoculées par voie veineuse firent apparaître des signes cliniques sur 7 des 10 sujets infectés et des lésions cutanées (petits nodules) sur 4 d'entre eux. On observa des lésions de nécrose épithéliale et des signes d'érosion au niveau de la langue et dans les naseaux des animaux infectés par la voie dermolinguale ou veineuse. Aucune réaction clinique ou sérologique ne fut constatée à la suite de l'infection par contact ou par voie nasale. Des recherches sur l'excrétion du virus et le développement des anticorps neutralisants ont montré que l'écouvillonnage des voies nasales fournissait davantage d'isolements positifs que celui de la cavité buccale et que les anticorps apparaissaient vers le 10^e jour après l'infection.

Des tests de séroneutralisation croisée ont prouvé qu'il n'existait pas de différences significatives entre la souche BA de virus Allerton et deux autres souches africaines.

Maladies bactériennes

- 72-124 **SERRES (H.), BLANCOU (J.). — Entérite épizootique des bovins à Madagascar.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** (3): 357-366.

Une entérite épizootique sévit en hiver austral chez les zébus de Madagascar. *Escherichia coli* joue un rôle important dans l'évolution de la maladie, sans que son rôle étiologique soit exclusivement démontré.

La thérapeutique antibactérienne et une vaccination anticolibacillaire suffisent à maîtriser l'épizootie.

- 72-125 **RENAULT (L.). — L'immunisation contre les colibacillooses animales.** *Bull. Ass. Fr. vét. micr.*, 1971 (10): 13-21.

L'auteur, après avoir passé en revue un certain nombre de travaux expérimentaux, tente de faire une mise au point sur les possibilités actuelles de la vaccination des porcs et des veaux contre les infections à colibacilles.

Il en ressort que l'immunisation du porc semble possible, d'autant qu'une meilleure connaissance des entérotoxines des souches pathogènes ne peut que faciliter les techniques de production de vaccin.

Chez le veau, il semble possible d'immuniser contre les quelques sérotypes bien définis qui sont responsables des formes septicémiques et l'étude des entérotoxines permettra peut-être d'envisager la mise au point d'un vaccin contre la forme entérototoxique. Quant à la forme intestinale banale, l'immunisation demeure problématique et relativement illogique étant donné les nombreux facteurs non infectieux qui interviennent dans son étio-pathogénie, la grande difficulté de son diagnostic et l'immense variété des sérotypes rencontrés.

- 72-126 **DHILLON (S. S.), KWATRA (M. S.) et DHINGRA (P. N.). — Une forme intestinale de pasteurellose après vaccination anti-bovine au Punjab.** *Bull. Off. int. Epiz.*, 1971, **75** (7-8) : 342-349.

Les auteurs rapportent des accidents de pasteurellose septicémique observés chez des buffles au Punjab après une vaccination anti-bovine.

Dans un village du district d'Amritsar, plus de 50 buffles moururent dans les 48 heures qui suivirent la vaccination. Celle-ci était pratiquée avec du virus caprinisé.

A partir de tous les prélèvements effectués, fut isolée une souche pure de *P. multocida* à haut pouvoir pathogène; en effet, 2 buffles inoculés avec cette souche moururent dans les 36 heures.

L'examen bactériologique du lot de vaccin anti-bovine montra qu'il ne contenait aucune *Pasteurella*.

Les auteurs pensent que les animaux vaccinés pouvaient être en période d'incubation de la septicémie hémorragique; ils n'excluent pas la possibilité d'une transmission de l'infection par l'intermédiaire des aiguilles qui servaient à la vaccination.

Mycoplasmoses

- 72-127 **FOGGIE (A.), ETHERIDGE (J. R.), ERDAG (O.) et ARISOY (F.). — Agalaxie contagieuse des moutons et des chèvres. Immunité des brebis en lactation vaccinées avant l'accouplement par des vaccins vivants ou tués.** (Contagious agalactia of sheep and goats. Immunity of lactating ewes vaccinated before mating with live or dead vaccines). *J. comp. Path.*, 1971, **81** (3) : 393-400. (Traduction du résumé.)

Des groupes de brebis furent vaccinées avant l'accouplement avec une souche atténuée AIK 40 de *Mycoplasma agalactiae*, avec la même souche passée un plus grand nombre de fois sur un milieu gélosé (AIK 69) et avec une suspension concentrée de mycoplasmes formolés en émulsion dans un adjuvant huileux. Aucun signe clinique ne fut observé après l'injection des vaccins vivants, mais le vaccin tué fut la cause d'abcès locaux au point d'injection. Tous les animaux vaccinés eurent leurs agneaux à terme.

Les brebis des trois groupes avaient une bonne immunité contre l'injection sous-cutanée d'une souche virulente qui provoquait un syndrome clinique d'agalaxie contagieuse chez les animaux témoins. Les brebis vaccinées infectées par la voie du trayon eurent une infection transitoire de la mamelle sans aucune généralisation, tandis qu'une brebis témoin infectée de la même façon fut atteinte d'une mammite sévère et d'une infection générale consécutive.

- 72-128 **FOGGIE (A.), ETHERIDGE (J. R.), ERDAG (O.) et ARISOY (F.). — Agalaxie contagieuse des moutons et des chèvres. Etude sur les vaccins tués et vivants chez la brebis en lactation.** (Contagious agalactia of sheep and goats. Studies on live and dead vaccines in lactating sheep). *J. comp. Path.*, 1971, **81** (1) : 165-172. (Traduction du résumé.)

Des brebis en gestation ont été vaccinées une semaine avant l'agnelage avec la souche atténuée AIK 40 de *Mycoplasma agalactiae*. Après la parturition, une des brebis sur les huit vaccinées fut atteinte de la forme articulaire de l'agalaxie contagieuse, une d'une mammite légère et quatre autres excrétèrent la souche vaccinale dans leur lait.

Deux mois après la vaccination, ces brebis résistèrent à l'injection sous-cutanée de 1.000 DI₅₀ de la souche AIK 2 qui, simultanément, provoquait une maladie sévère chez neuf brebis témoins non vaccinées.

Un vaccin constitué d'une suspension concentrée de mycoplasmes tués par le formol (souche AIK 2), en émulsion dans un adjuvant huileux, fut utilisé en même temps que le vaccin vivant; il ne réussit pas à prévenir l'évolution de l'agalaxie contagieuse chez sept des huit brebis vaccinées.

La maladie cependant n'était pas très sévère et la guérison fut plus rapide que chez les brebis témoins.

Sur cinq brebis vaccinées avec la souche AIK 40 pendant leur lactation, une fut sévèrement atteinte d'agalaxie, deux n'eurent qu'une mammite modérée et les deux autres restèrent normales.

Ces deux dernières, éprouvées par la voie du trayon et à gauche avec 10⁶ mycoplasmes virulents eurent seulement une mammité légère du quartier gauche.

Aucune généralisation de l'infection ne fut mise en évidence; par contre, trois brebis témoins infectées de façon semblable furent atteintes d'un syndrome grave d'agalaxie contagieuse.

Maladies à protozoaires

- 72-129 **RANATUNGA (P.), WANDURAGALA (L.).** — Réactions et hématologie chez des bovins Jersiais importés prémunis à Ceylan. (Reactions and haematology in imported Jersey cattle premunized in Ceylon). *Brit. vet. J.*, 1972, **128** (1): 9-18.

Cinq cent trois bovins Jersiais importés à Ceylan de Nouvelle Zélande ont été prémunis contre *Babesia bigemina* et *Anaplasma centrale*. 85 p. 100 ont réagi à l'infection par *Babesia*. Il y a eu 3,3 p. 100 de rechutes. Ceux qui n'ont pas réagi étaient probablement naturellement résistants. Tous, sauf un, ont guéri après prémunition.

Les températures de 113 animaux ont été notées pendant la réaction à *Anaplasma*. 96 p. 100 ont réagi. La concordance entre ceux qui ne réagissaient pas au composant de *Babesia* et ceux qui ne réagissaient pas au composant d'*Anaplasma* était insignifiante.

L'hématologie de 12 génisses réagissant au composant de *Babesia* a montré que l'anémie n'était pas liée à la parasitémie du sang périphérique. L'anémie était plus grave que la parasitémie ne le laissait supposer.

- 72-130 **ROMMEL (M.), HEYDORN (A. O.) et GRUBER (F.).** — Contribution au cycle biologique des Sarcosporidies. I. Le sporocyste de *S. tenella* dans les fèces du chat. (Beiträge zum Lebenszyklus des Sarkosporidien. I. Die Sporozyste von *S. tenella* in dem fäzes der Katze). *Berl. Münch. tierärztl. Wschr.* 1972, **85** (6): 101-105.

Les auteurs font absorber à six chats, libres de Coccidies, des œsophages de moutons atteints de sarcosporidiose à *Sarcocystis tenella*. Du 5^e au 12^e jour, ils retrouvent dans les fèces des ookystes de *Toxoplasma gondii*. L'élimination de ce parasite est liée à la présence simultanée dans l'œsophage de mouton de Toxoplasme et de Sarcosporidies.

Au cours d'expériences séparées, portant sur 16 chats indemnes de toute coccidiose, et en adoptant le même protocole d'infestation, on obtient, au bout de 12-13 jours, dans les fèces, des sporocystes et cette émission dure de 4 à 53 jours.

Les sporocystes incolores, souvent asymétriques, mesurent 10,8 - 13,9 (12,4^{*} ± 0,8) × 7,7 - 9,3 (8,1 ± 0,5) μ. Ils renferment quatre sporozoïtes. Dans un petit nombre de cas, deux sporocystes sont entourés d'une membrane incolore, presque indiscernable et étroitement appliquée qui représente la paroi de l'ookyste.

Des examens coproscopiques pratiqués tous les jours sur les animaux témoins sont tous demeurés négatifs.

L'administration par la voie buccale de *Sarcocystis tenella* à des chiens (10) n'a donné aucun résultat.

Les sporocystes éliminés dans les fèces de chat après administration de kystes de *S. tenella* peuvent être considérés comme des stades de développement des Sarcosporidies.

M. GRABER.

- 72-131 **HEYDORN (A. O.) et ROMMEL (M.).** — Contribution au cycle biologique des Sarcosporidies. II. Chien et chat comme hôtes intermédiaires des Sarcosporidies des bovins. (Beiträge zum Lebenszyklus der Sarkosporidien. II. Hund und katze als Überträger der Sarkosporidien des Rindes). *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.*, 1972, **85** (7): 121-23.

Au cours de deux expériences séparées, les auteurs administrent des œsophages de bovins porteurs de *Sarcocystis fusiformis* à douze chiens. Ceux-ci éliminent dans leurs fèces des sporocystes sporulés au bout de 9 à 10 jours et cette élimination dure 8 à 10 semaines.

Les sporocystes incolores renferment quatre sporozoïtes et un corps résiduaire. Ils mesurent (sur 50 exemplaires) $13,9 - 17,0 (15,9 \pm 1,0) \times 6,2 - 10,8 (8,3 \pm 1,1) \mu$.

Au cours des cinq premiers jours, on voit fréquemment deux sporocystes entourés d'une membrane qui représente la paroi de l'ookyste, membrane peu épaisse et étroitement appliquée.

L'examen des fèces des chiens témoins est toujours demeurée négative.

Sept chiens, réinfestés après la phase initiale d'excrétion, évacuent des sporocystes au bout de 10-12 jours et durant plusieurs semaines.

Des œsophages de bovins atteints de sarcosporidiose à *Sarcocystis fusiformis* donnés à huit chats provoquent également, en 7-9 jours, l'émission de sporocystes, émission qui se poursuit pendant 6 semaines.

Les sporocystes sont semblables à ceux que l'on rencontre dans les fèces du chien, mais ils ne mesurent que $10,8 - 13,9 (12,5 \pm 0,8) \times 6,9 - 9,3 (7,8 \pm 0,6) \mu$.

M. GRABER.

72-132 **ROMMEL (M.) et HEYDORN (A. O.). — Contribution au cycle biologique des Sarcosporidies. III. *Isospora hominis* (R. et L. 1891), Wenyon, 1923, forme résistante des Sarcosporidies du bovin et du porc. (Beitrag zum Lebenszyklus der Sarkosporidien. III. *Isospora hominis* (Railliet et Lucet 1891), Wenyon, 1923, eine Dauer form der Sarkosporidien des Rindes und des Schweines). *Berl. Münch. Tierärztl. Wsch.*, 1972, **85** (8) : 143-45.**

Les auteurs font absorber à deux volontaires 500 g de diaphragme de bovins présentant des lésions de sarcosporidiose. Neuf jours plus tard, on retrouve dans les fèces des sporocystes et cette émission se poursuit pendant au moins 40 jours.

Les Sporocystes sont incolores et mesurent $14,7 \times 9,3 \mu$. Ils renferment 4 sporozoïtes et un corps résiduaire de forme variable. Souvent, deux sporocystes sont entourés d'une membrane fine, incolore qui est la paroi de l'ookyste.

Dans une seconde série d'expériences, les auteurs donnent à quatre volontaires des diaphragmes de porc infestés de Sarcosporidies. Trois d'entre eux éliminent des sporocystes qui ressemblent à ceux du premier essai, mais avec des dimensions moindres ($12,6 \times 9,3 \mu$). La période prépatente va de 10 à 30 jours (3 cas).

Les auteurs concluent qu'*Isospora hominis* est la forme coccidienne (Sporocyste) de deux Sarcosporidies différentes : *Sarcocystis fusiformis* du bœuf et *Sarcocystis miescheriana* du porc.

M. GRABER.

Trypanosomoses

72-133 **MORTELMANS (J.), VAN BRABANT (R.). — La culture de *Trypanosoma brucei* dans des milieux biphasiques à sang humain et animal. *Acta Zool. Path.*, Anvers, 1971, (52) : 73-82.**

Une souche de *Trypanosoma brucei* (n° 1125 E.A.T.R.O.) a été expérimentée en culture sur un milieu diphasique indéfini. Le sang de 26 sujets, hommes et animaux, a été éprouvé comme substrat de base.

La souche se cultive sans difficulté dans des milieux contenant du sang humain ou du sang de chimpanzé; elle se cultive beaucoup moins bien avec du sang d'un singe inférieur ou avec du sang de bovins, de canidés et d'ânes; elle ne se cultive pas sur du sang de cheval. La réalisation de subcultures dans des milieux à sang humain semble pouvoir se prolonger indéfiniment. Les cultures âgées de deux semaines ne contenaient plus de formes infectieuses ni pour rats ni pour souris.

72-134 **DIAZ-UNGRIA (C.), ZEUSS (M.). — Transmission de *Trypanosoma evansi* et *Trypanosoma cruzi* à partir de fèces d'animaux infectés par voie orale. (Transmisión del *Trypanosoma evansi* y *Trypanosoma cruzi* a partir de heces de animales infectados por via buccal). *Revta vet. venezol.*, 1971, **30** (176) : 187-198.**

Les auteurs signalent que les premières études faites sur la transmission des trypanosomes par voie orale et par l'intermédiaire de fèces remontent à LINGARD (1894).

Ils ont infecté un chien en mélangeant à sa boisson des fèces de rats ayant reçu *Trypanosoma evansi* par voie buccogastrique. Le chien comme les rats ont présenté des trypanosomes dans le sang et sont morts avec une parasitémie élevée.

De la même façon, un chien a absorbé en breuvage des fèces de souris infectées par *Trypanosoma cruzi* au moyen d'une sonde gastrique. Le sang des rats et du chien a été positif et l'autopsie a révélé la présence d'amas de *Leishmania* dans le cœur. Un autre cas est cité d'un chien ayant reçu des fèces de rats dans les mêmes conditions et ayant réagi positivement au xénodiagnostic, mais l'autopsie n'a pas été faite.

Les auteurs concluent que, bien que d'autres expériences sur un plus grand nombre d'animaux soient nécessaires, les cas présentés permettent d'affirmer, pour *T. evansi* et *T. cruzi*, la possibilité d'une transmission par l'intermédiaire des fèces et par conséquent que la trypanosomose des chevaux et des chiens et la maladie de Chagas chez les animaux et l'homme peuvent être transmises par les fèces dans les conditions naturelles.

- 72-135 **ROBERTS (C. J.). — Absence d'infectivité pour les bovins d'une souche de *Trypanosoma simiae* transmise par *Glossina morsitans* et *G. tachinoides*.** (The lack of infectivity to cattle of a strain of *Trypanosoma simiae* (transmitted by *Glossina morsitans* and *G. tachinoides*). *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1971, **65** (3) : 319-326.

Une souche de *Trypanosoma simiae* a été isolée de *Glossina morsitans submorsitans* capturées dans la réserve de Yankari, Nigeria. Plusieurs lots de mouches tsé-tsé ont été infectés par cette souche en laboratoire et ont été utilisés pour soumettre à l'inoculation d'épreuve divers animaux : porcs, bovins, moutons et un phacochère.

La souche de *T. simiae* transmise cycliquement s'est révélée très pathogène pour les porcs, mais quatre essais pour infecter des zébus ont échoué. L'infection a été légère et passagère chez trois moutons lors de l'expérience.

L'infection chez un phacochère gardé avec des tsé-tsé en liberté a été tout d'abord aussi grave que celle observée chez les porcs domestiques, mais l'animal a survécu à ce premier accès et est redevenu cliniquement sain.

Les longueurs moyennes des trypanosomes de cette souche chez les porcs domestiques étaient de 16,7-17,3 μm et chez les moutons de 15,5-15,7 μm . Ces longueurs étaient significativement différentes chez les deux espèces hôtes.

Les taux d'infections observés lors de la dissection de *G.m. submorsitans* et *G.tachinoides* utilisées pour la transmission cyclique de la souche ont varié respectivement entre 0 et 8,6 p. 100 et 1,6 et 6,3 p. 100. La durée du développement cyclique de *T. simiae* chez les mouches tsé-tsé était de 16 et 25 jours.

- 72-136 **YESUFU (H. M.). — Transmission expérimentale de *Trypanosoma gambiense* à des animaux domestiques.** (Experimental transmission of *Trypanosoma gambiense* to domestic animals). *Ann. trop. Med. Parasit.*, 1971, **65** (3) : 341-347.

L'auteur décrit un essai de transmission cyclique à divers animaux domestiques d'une souche de *Trypanosoma gambiense* fraîchement isolée de l'homme et après passage sur rats et singe.

La souche a provoqué des infections évidentes chez un singe vert, un singe rouge Patas et un chien, mais a laissé indemnes deux porcs, une chèvre, un mouton et deux volailles domestiques. L'infection chez le chien, bien qu'à l'origine d'une parasitémie faible était suffisante pour que les mouches s'infectent, comme l'a montré la dissection des Glossines qui furent nourries sur ce chien pendant la durée de sa maladie (cinq mois).

Les rôles que peuvent jouer le singe et le chien comme hôtes réservoirs de *T. gambiense* en Afrique occidentale sont discutés.

- 72-137 **LUCKINS (A. G.). — Effets d'un traitement à la cortisone et aux rayons x sur des rats albinos infectés par des trypanosomes du complexe *brucei*.** (Effects of x-irradiation and cortisone treatment of albino rats on infections with *brucei* - complex trypanosomes). *Trans. R. Soc. trop., Med. Hyg.*, 1972, **66** (1) : 130-139.

Un traitement aux rayons x et à l'acétate de cortisone a été utilisé pour supprimer la réaction immunologique de rats à l'infection par trypano-

somes du complexe *brucei*. De faibles doses d'acétate de cortisone produisent une augmentation momentanée de la parasitémie, alors que des doses élevées, ou l'exposition à une seule dose de rayons x, provoquent une augmentation prolongée. On n'observe pas d'anticorps agglutinants chez les rats soumis aux radiations durant 17 jours après l'infection et il n'y a pas de modification dans l'antigénicité des trypanosomes chez les rats irradiés.

Chez ceux dont les mécanismes de défense ont été atteints, la transformation morphologique survient comme chez les témoins indemnes. Il semble que la production d'anticorps par l'hôte ne soit pas le principal facteur intéressant le pléomorphisme, et il est possible que ce phénomène dépende d'autres facteurs de l'hôte.

Parasitologie

- 72-138 **SUTHERLAND (I. H.), BATTY (A. F.).** — Tolérance des moutons au Rafoxanide. (Field tolerance of Rafoxanide in sheep). *Vet. Rec.*, 1971, **89** (23): 603-605.

Au cours d'expériences réalisées sur neuf troupeaux de moutons atteints de fasciolose chronique ou subclinique, le Rafoxanide administré par voie orale à des doses allant jusqu'à 16,5 mg/kg de poids vif a été bien toléré.

Aucun signe d'intoxication générale ou effet défavorable n'a suivi l'administration de un à quatre traitements pendant la période de reproduction. Aucune contre-indication n'a été mise en évidence pour l'application de ce traitement à d'autres troupeaux.

- 72-139 **HORAK (I. G.), LOUW (J. P.), RAYMOND (S. M.).** — Essais avec le Rafoxanide. 3. Action du Rafoxanide contre les larves d'*Oestrus ovis*, Linné, 1761, chez le mouton. (Trials with Rafoxanide. 3. Efficacy of Rafoxanide against the larvae of the sheep nasal bot fly *Oestrus ovis*, Linné, 1761. *J.S. Afr. vet. med. Ass.*, 1971, **42** (4): 337-339.

L'action du Rafoxanide administré à la dose de 7,5 mg/kg de poids vif dans le rumen de moutons infestés naturellement par des larves d'*astrus ovis* est décrite.

Vingt-cinq moutons présentant des signes cliniques d'infestation ont été débarrassés des larves d'*astrus ovis* au premier, second et troisième stade après avoir reçu le Rafoxanide.

Vingt-quatre des vingt-cinq moutons témoins hébergeaient chacun une ou plusieurs larves au premier ou aux autres stades.

Bien qu'une action résiduelle de réinfestation pour une période d'au moins onze jours semble possible, elle n'a pu être prouvée de manière concluante.

Entomologie

- 72-140 **VALE (G. A.).** — Refuges artificiels pour les mouches tsé-tsé (*Glossina* spp.). (Artificial refuges for tsetse flies (*Glossina* spp.). *Bull. ent. Res.*, 1971, **61**: 331-50.

De 1966 à 1970, l'auteur a étudié, en Rhodésie, les abris naturels et artificiels de *Glossina morsitans* Westw. et de *Glossina pallidipes* Aust. en dénombrant, *in situ*, les individus, ou en les capturant au moyen de filets, de pièges mécaniques, électriques ou à glu, ou en tendant une toile en travers de l'entrée de l'abri. Une modification du piège mécanique a permis d'étudier le tracé suivant lequel les mouches quittent un abri. La fraîcheur et l'ombre sont les caractéristiques des abris efficaces. Un grand nombre de tsé-tsé utilisent les abris seulement pendant les mois chauds et secs de septembre, octobre et novembre. Les entrées s'effectuent lorsque la température atteint 32° C le matin et se poursuivent jusqu'au milieu de l'après-midi; les sorties ont principalement lieu dans la soirée. Les *G. morsitans* entrent dans les abris entre 12 et 14 heures ont un tissu graisseux relativement

abondant. Les *G. pallidipes* qui entrent de 12 à 16 heures ont des résidus de repas sanguins relativement importants. Les plus grands nombres de mouches occupent les abris situés dans les régions naturellement ombragées telles que les franges riveraines. Très peu des nombreuses mouches marquées dans les abris puis relâchées ont été trouvées à nouveau au refuge où avait eu lieu le marquage. Les abris artificiels ne furent pas largement utilisés pour la ponte des larves. Les comparaisons effectuées entre les captures obtenues avec les abris, sur les bœufs ou les pièges Morris et celles obtenues au cours d'un parcours sur le terrain illustrent la difficulté d'obtenir des exemplaires représentatifs des populations de tsé-tsé. L'application d'insecticides dans les refuges naturels est une méthode de valeur.

- 72-141 **ATKINSON (P. R.).** — **Humidité relative des gîtes de *Glossina morsitans* Westw. dans le nord Botswana.** (Relative humidity in the breeding sites of *Glossina morsitans* Westw. in northern Botswana). *Bull. ent. Res.*, 1971, 61 (2): 241-246.

La mesure de l'humidité des gîtes à *Glossina morsitans* Westw aériens ou au niveau du sol pendant la saison sèche chaude dans le nord Botswana a démontré que les trous dans la terre étaient nettement plus humides que les gîtes situés dans les anfractuosités des arbres, sur les morceaux de bois ou les feuilles tombées à terre. L'humidité de ces emplacements diminue entre septembre et octobre mais il n'y a pas de différence significative entre les forêts riveraines et les savanes à mopane.

Les données concernant la mortalité des pupes ont montré l'avantage évident en saison sèche du transfert des mouches dans les trous. Il n'est pas entièrement prouvé que l'humidité soit impliquée dans le choix d'un gîte.

- 72-142 **SOUTHERN (D. I.), CRAIG-CAMERON (T. A.) et PELL (P. E.).** — **Le déroulement de la méiose chez *Glossina morsitans morsitans*.** (The meiotic sequence in *Glossina morsitans morsitans*). *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1972, 66 (1): 145-149.

Le nombre diploïde de chromosomes chez les mâles de *G. morsitans morsitans* qui ont été étudiés par les auteurs est $2n = 8 \pm 1$ autosomes et une paire de chromosomes sexuels X Y. La méiose est probablement achiasmatique. On ne distingue que les stades diplotène et diacinèse. Seuls les quatre plus grands autosomes forment des bivalents (L_1 et L_2); les petits chromosomes paraissent être univalents. Ces derniers sont hétérochromatiques et en étroite association télomérique pendant la prophase. Il s'agit probablement d'un mécanisme d'adaptation assurant leur disjonction à la première anaphase.

Les chromosomes X et Y diffèrent par leurs longueurs et la position de leur centromères. Ils s'associent l'un avec l'autre de façon achiasmatique au moyen de deux petits segments hétérochromatiques.

- 72-143 **GRUVEL (J.).** — **Description d'un organe sensoriel prothoracique et des *corpora allata* et *cardiaca* chez *Glossina tachinoides* W. (Diptera Muscidae).** *C.R. Acad. Sci.* 1972, 274 sér. D: 62-65. (Résumé de l'auteur.)

Cette note signale pour la première fois l'existence chez *Glossina (Nemorhina) tachinoides* Westwood, 1850, d'un organe sensitif prosternal, qui est décrit. Elle précise, en outre, la morphologie des *corpora allata* et *corpora cardiaca* chez cette espèce.

Techniques de laboratoire

- 72-144 **RIOCHE (M.).** — **Culture *in vitro* de cellules hépatiques fœtales de ruminants.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (3): 367-374.

L'auteur décrit les méthodes utilisées pour la culture *in vitro* des cellules hépatiques fœtales de ruminants (bovin, mouton, chèvre) et les résultats obtenus. Les commentaires portent principalement sur la caractérisation des hépatocytes en culture. L'étude de la sensibilité de ces cellules à divers virus est en cours.

Thérapeutique

- 72-145 **GRAS (G.), CHHAY HANCHENG et FAURAN (F.). — Préparation et méthode de contrôle d'un anthelminthique vétérinaire. L'arséniate d'étain.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** (3) : 383-396.

Si de nombreux travaux dont plusieurs parus dans cette revue ont montré que l'arséniate d'étain était un excellent anthelminthique, par contre, très peu de renseignements ont été publiés jusqu'à présent en ce qui concerne les méthodes de préparation et d'analyses de ce produit. Afin de combler cette lacune, les auteurs font une étude chimique détaillée de l'arséniate d'étain. Ils indiquent en particulier des méthodes très simples de dosage de l'étain en présence d'arsenic et réciproquement. L'application de ces méthodes à l'analyse de l'arséniate d'étain a permis ensuite d'étudier et de définir les conditions de formation de ce composé. La formule du produit obtenu est celle de l'arséniate monoacide stanneux $\text{SnHAsO}_4, 1/2 \text{H}_2\text{O}$.

Les propriétés chimiques de l'arséniate d'étain sont dominées par deux propriétés fondamentales :

1. L'arséniate d'étain s'oxyde lentement à l'air et à la lumière; cette oxydation est accélérée par la température.

2. L'arséniate d'étain s'hydrolyse en solution aqueuse en libérant des quantités relativement importantes d'arsenic soluble à des pH voisins de la neutralité (entre 6 et 8).

Ces deux observations ont pour conséquence la nécessité d'une part, de conserver le produit en flacon coloré et hermétiquement clos, d'autre part, de l'administrer « à sec » en tablettes ou comprimés, l'ingestion en suspension dans l'eau conduisant à une intoxication arsénicale.

- 72-146 **KEEP (J.M.). — Quelques observations sur l'utilisation de médicaments pour la capture de buffles sauvages.** (Some observations on the use of drugs for the capture of feral buffalo). *Aust. vet. J.*, 1971, **47** (11) : 553-556.

La capture de buffles sauvages au moyen d'un fusil projectile et de médicaments, au cours d'une étude sur les insectes piqueurs du nord de l'Australie, est décrite.

La xylazine aux doses de 0,5 à 1,33 mg/kg et la phencyclidine de 0,5 à 2 mg/kg ont été utilisées à différentes occasions. La xylazine était inefficace pour la capture des animaux aux doses indiquées, puisque le decubitus n'était pas obtenu. La phencyclidine aux doses de 0,5 à 1 mg/kg était efficace mais à 2 mg/kg elle se révélait toxique. La xylazine et l'acepromazine aux doses respectives de 0,5 à 1 mg/kg et 0,1 mg/kg étaient très efficaces pour l'immobilisation des animaux après la capture.

Anatomie

- 72-147 **MARSCHNER (C.). — Recherches qualitatives et quantitatives sur le bulbe olfactif de l'éléphant, comparé à celui de l'homme et du porc.** (Qualitative und quantitative Untersuchungen am Bulbus olfactorius des Elefanten im Vergleich mit dem des Menschen und des Schweines). *Acta anat.*, 1970, **75** : 578-595.

Les bulbes olfactifs de l'éléphant ont chacun, en moyenne, 8 cm de longueur et 4 cm de largeur.

Ils offrent un ventricule olfactif central comme chez le porc; chez l'homme, ce ventricule n'existe que pendant la période embryonnaire.

La structure histologique de chaque bulbe est, chez l'éléphant, sensiblement la même que chez les autres Mammifères; les diverses couches y sont seules plus épaisses.

Dans la partie postérieure du bulbe olfactif, l'auteur décrit le noyau olfactif antérieur.

Les glomérules olfactifs ont un diamètre moyen de 0,15 mm chez l'éléphant, de 0,125 mm chez le porc et de 0,1 mm chez l'homme.

Le volume d'un glomérule est de 0,00176 mm³ chez l'éléphant, de 0,00106 mm³ chez le porc et de 0,00052 mm³ chez l'homme.

Il n'existe pas de différence quant à la densité numérique des glomérules par unité de surface chez les trois espèces envisagées; par contre, le rapport entre le volume de ces glomérules et la surface du bulbe olfactif est respectivement de 4,2; 2 et 1 chez l'éléphant, le porc et l'homme; la disposition des glomérules est semblable à ce rapport: trois ou quatre rangées dans le premier cas, deux rangées chez le porc, une seule rangée chez l'homme.

En considérant les bulbes olfactifs comme des organes ellipsoïdes, leur surface est estimée à 7.000 mm² chez l'éléphant, 620 mm² chez le porc et 130 mm² chez l'homme.

Un modèle de bulbe olfactif de l'éléphant obtenu par moulage des empreintes crâniennes a donné une valeur de 11.000 mm².

Le nombre total de glomérules est environ de 372.000 chez l'éléphant, de 20.400 chez le porc, de 4.400 chez l'homme, ce qui correspond à un rapport numérique de 85 : 4,5 : 1 et à un rapport volumétrique de 280 : 9 : 1.

Ces valeurs, comparées aux données de la littérature anatomique, montrent que le nombre de glomérules olfactifs par unité de surface est à peu près le même, soit 34 à 41 par mm² chez toutes les espèces étudiées jusqu'ici.

P.-C. BLIN.

- 72-148 **ZWEYMULLER (K.) et FIRBAS (W.).** — **L'articulation coxo-fémorale des autruches, modèle biologique pour les problèmes d'orthopédie.** (Das Hüftgelenk der Strausse als biologisches Modell für orthopädische Probleme). *Z. Orthop.* 1970, **108**: 16-21.

L'articulation coxo-fémorale du nandou et de l'autruche a été reconnue par ZWEYMÜLLER et FIRBAS, de l'Université de Vienne, comme modèle biologique dans les problèmes soulevés par la chirurgie orthopédique chez l'homme.

Ils montrent chez ces oiseaux, les dispositifs de protection contre une luxation de la tête du fémur hors de l'acetabulum et du trochanter sur sa butée, l'antitrochanter.

Ces dispositifs sont divers: capsule coxo-fémorale, fibres musculaires, appareil tendineux de contention.

Chez l'homme, cette même fonction contentive est dévolue à la tension du tractus ilio-tibial du fascia lata par le muscle grand fessier et par le tenseur du fascia lata sur le grand trochanter.

D'autre part, les auteurs mettent l'accent sur la faible distance qui sépare l'articulation de la hanche des autruches du plan médian du corps et sur les conditions statiques favorables qui y sont associées; ils indiquent les effets similaires obtenus par ostéotomie pelvienne selon Chiari.

P.-C. BLIN.

- 72-149 **FIRBAS (W.) et ZWEYMULLER (K.).** — **L'articulation coxo-fémorale des Ratites.** (Über das Hüftgelenk der Ratiten), *Gegenbaurs morph.*, 1971, **116** (1): 91-103.

L'articulation coxo-fémorale a été étudiée chez deux nandous (*Rhea americana*) et chez une autruche d'Afrique (*Struthio camelus*).

Une attention toute particulière est portée à l'antitrochanter, évasement de la surface articulaire de l'acetabulum pour l'articulation avec le trochanter fémoral.

L'antitrochanter est une formation typique des oiseaux qui n'est pas homologue de celle, homonyme, des Reptiles.

Sur l'antitrochanter est placé un ménisque; ce caractère semble propre aux Ratites.

Trois ligaments existent dans l'articulation coxo-fémorale: le ligament capsulaire, le ligament rond et le ligament ilio-pubio-fémoral; leurs mouvements de charnière (flexion et extension) sont combinés à des mouvements de rotation.

Hormis les ligaments, les muscles qui se fixent sur la partie proximale du fémur contribuent à assurer, par leurs tendons et leurs aponévroses, la contention de l'articulation coxo-fémorale des oiseaux étudiés.

Ces muscles qui jouent le rôle de pseudo-ligaments ont sensiblement la même disposition, chez les Ratites (Nandou, autruche) et les Carinates.

P.-C. BLIN.

- 72-150 **EHRLEIN (H. J.) et VON ENGELHARDT (W.).** — **Recherches sur la motricité des estomacs chez le lama.** (Untersuchungen über die Magenmotorik beim Lama). *Zent. Vet. Med.*, 1971, A, **18**: 181-191.

Une fistule du rumen à large lumière a été effectuée chez un guanaco; la motricité du rumen et du réseau fut enregistrée par mesure de la pression interne à l'aide de ballons ou de sondes ouvertes.

Après évacuation du contenu ruminal, les mouvements du rumen et du réseau furent observés et filmés à travers la fistule.

Les auteurs ont, d'autre part, analysé la motricité des estomacs par examen radiologique chez le guanaco et chez le lama.

Il apparaît que la motricité des estomacs des Tylopodes se distingue, à plusieurs égards, de celle des Ruminants domestiques. Elle commence par une contraction énergique du réseau; le sac caudal, puis le sac crânial du rumen se contractent à leur tour.

Les augets glandulaires du sac caudal de la panse se contractent peu avant le sac caudal lui-même, évacuant ainsi leur contenu.

Le réseau et le rumen se contractent l'un après l'autre à plusieurs reprises, de manière rapprochée; puis on enregistre un temps de repos. Grâce aux contractions des deux premiers réservoirs gastriques, le contenu liquide ou semi-liquide qui s'est accumulé dans la partie déclive des préestomacs est brassé entre les deux sacs du rumen, les augets glandulaires et le réseau.

Le contenu solide situé dorsalement est pressé par les contractions du rumen et retourné lentement.

La rumination se produit pendant la contraction du sac caudal de la panse; la réjection se fait au cours de la contraction du sac crânial de ce réservoir. Des ondes péristaltiques sont observées dans le feuillet et dans la caillette.

P.-C. BLIN.

Biochimie

- 72-151 **PETIT (J. P.), QUEVAL (R.). — Le polymorphisme biochimique chez les bovins : étude de la glucose-6-phosphate déshydrogénase.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, **25** (3) : 375-382.

Après avoir rappelé le rôle de la glucose-6-phosphate déshydrogénase dans le cycle des pentoses chez les animaux, les auteurs déterminent la déficience en cet enzyme érythrocytaire chez 108 zébus arabes et chez 61 taurins Kouri. L'analyse statistique complète des résultats, reprenant les données brutes de NAIK et BAXI sur 6 autres races de zébus indien et pakistanais, ne permet pas de retenir comme différence biologique entre zébus et taurins la déficience en G-6-PD. On ne peut pas non plus établir de corrélation avec la classification des zébus indiens de JOSHI et PHILLIPS. On peut actuellement penser qu'il s'agit seulement d'une caractéristique raciale chez les bovins.

Physiologie

- 72-152 **RAZDAN (M. N.), SHARMA (D. D.), BHARGAVA (P. K.), CHAWLA (M. S.). — Utilisation de l'urée et métabolisme de l'eau chez les zébus et les buffles en milieu tropical.** (Utilization of urea and water metabolism by zebu cattle and buffaloes under tropical conditions). *J. dairy Sci.*, 1971, **54** (8) : 1200-1206.

Au cours de quatre expériences de métabolisme, quatre vaches zébu Tharparkar et quatre buffles Murrah ont été nourris avec quatre types de rations :

- I. Ration de concentré standard;
- II. Ration isocalorique et iso-azotée avec la précédente mais dans laquelle 25 p. 100 de l'azote total sont apportés par de l'urée;
- III. Ration semblable à la précédente mais dans laquelle 38 p. 100 de l'azote sont fournis par de l'urée;
- IV. Lot témoin négatif pour la ration II, isocalorique avec les rations ci-dessus, mais fournissant 25 p. 100 de moins d'azote, c'est-à-dire l'azote qui était fourni par l'urée dans la ration II.

La consommation de matière sèche, par unité de poids métabolique n'a pas été modifiée par les traitements (61,7, 61,6, 62,2 61,3 g) et était semblable pour les deux espèces (61,2 g pour les vaches, 62,2 g pour les buffles). Le coefficient de digestibilité de la matière sèche était différent

($P < 05$) selon l'espèce (48,2 : vaches, 53,1 : buffles) mais n'était pas influencé par les différents traitements (50,7, 50,1, 51,2, 50,6). Le coefficient de digestibilité de l'azote était différent ($P < 05$) (43,1 : vaches, 49,7 : buffles) et selon les traitements (53,8, 46,3, 51,7, 33,9). Le coefficient de digestibilité de la cellulose brute était différent ($P < 05$) pour les deux espèces (64,6 : vaches, 68,9 : buffles). La rétention d'azote par $\text{kg}^{0,75}$ était également différente ($P < 05$) selon l'espèce (0,06 g : vaches; 0,15 g : buffles) et la rétention d'azote chez les témoins était moins élevée ($P < 05$) que dans les autres lots. La consommation totale d'eau et le rapport consommation d'eau sur consommation de matière sèche n'étaient pas influencés par les protéines alimentaires ni par l'urée (2 p. 100 et 3 p. 100 de mélange concentré), mais ils étaient différents ($P < 05$) pour les deux espèces, les valeurs observées chez les buffles étant invariablement supérieures à celles des vaches.

72-153 **DEVENDRA (C.). — Efficacité comparée de l'utilisation des aliments par les ruminants sous les tropiques.** (The comparative efficiency of feed utilization of ruminants in the tropics). *Trop. Sci.*, 1971, 13 (2) : 123-132.

L'efficacité comparée de l'utilisation des aliments par les ruminants sous les tropiques présente un grand intérêt. Il est évident que parmi les quatre espèces : bovins, ovins, buffles et caprins, ces deux derniers sont les plus aptes à utiliser au mieux les fourrages grossiers. La question qui reste à résoudre est de savoir si l'accroissement de la digestibilité apparente de la cellulose de la ration est accidentelle ou réelle. Cette enquête se heurte aux possibilités réelles d'augmentation de la production (viande, lait, peaux) résultant d'une utilisation plus efficace des ressources fourragères. La nécessité de recherches plus poussées est aussi justifiée par le fait que ces deux espèces sont les plus négligées de l'élevage.

Alimentation

72-154 **CALVET (H.), FRIOT (D.), CHAMBON (J.). — Influence des suppléments minéraux sur le croît et sur certains témoins biochimiques du métabolisme minéral chez des bovins tropicaux.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (3) : 397-408.

Les composés minéraux, phosphate bicalcique, « phosphate aluminocalcique » (polyfos), phosphate disodique, incorporés à une ration de base (50 p. 100 de coque d'arachide mélassée à 20 p. 100, 49 p. 100 de farine de maïs, 1 p. 100 d'urée) sont administrés pendant 17 semaines à des taurillons zébus, âgés de 4 à 5 ans, ramenés du milieu naturel et entretenus en stabulation, afin de mettre en évidence les éventuelles particularités de ces animaux face à une supplémentation minérale.

L'étude de l'évolution des gains de poids et les résultats des tests biochimiques (hématocrite, urée, P, Ca, Mg, Cu, Zn, Na, K) ont permis de constater :

- l'amélioration du gain de poids par apport excédentaire de sels minéraux;
- la supériorité du phosphate bicalcique sur le phosphate disodique et le phosphate aluminocalcique.

72-155 **DIALLO (A.). — Problèmes posés par l'utilisation des espèces ligneuses dans l'alimentation des animaux domestiques sénégalais en zone d'élevage extensif.** Conférence A.A.A.S.A. sur la recherche et la production agricole en Afrique, Addis-Abéba, 29 août - 4 septembre 1971. 13 p. (Résumé.)

En Afrique tropicale, et plus particulièrement dans la zone sahélienne, les espèces ligneuses jouent un rôle très important dans l'alimentation du bétail pendant la saison sèche. Elles apportent les éléments nutritifs indispensables à la survie des animaux au moment où l'herbe, complètement desséchée, ne fournit qu'un aliment de qualité médiocre.

Mais l'utilisation des espèces ligneuses, dans cette zone où domine l'élevage extensif, pose d'importants problèmes parmi lesquels il faut citer :

- La dégradation de la flore, qui conduit dans certaines régions à une véritable désertification;

— La nécessité d'inventorier les meilleures espèces fourragères pouvant être utilisées dans les opérations de reboisement;

— La nécessité pour les chercheurs de mettre au point une méthodologie permettant d'inclure, dans le calcul du rendement des parcours naturels, l'apport des espèces ligneuses, et ceci afin d'avoir une idée plus juste de la capacité de charge de ces parcours.

Au Sénégal, diverses actions sont entreprises pour améliorer l'alimentation du bétail en zone pastorale :

— d'importantes études agrostologiques sont menées afin de connaître les potentialités des pâturages naturels;

— un réseau de pare-feux a été mis en place, et des équipes d'intervention organisées pour lutter contre les feux;

— une politique d'hydraulique pastorale devant déboucher sur une sédentarisation des pasteurs est poursuivie.

- 72-156 **HAMILTON (R. I.), DONALDSON (L. E.), LAMBOURNE (L. J.).** — *Leucaena leucocephala* aliment pour vaches laitières : influence directe sur la reproduction et indirecte sur le veau et la lactation. (*Leucaena leucocephala* as a feed for dairy cows : direct effect on reproduction and residual effect on the calf and lactation). *Aust. J. Agric. Res.*, 1971, 22 (4) : 681-692.

Des vaches laitières tarées ont été alimentées à tous les stades du cycle de reproduction avec *Leucaena leucocephala* durant des périodes de 30 jours à 14 mois. Des vaches témoins ont été nourries avec de la luzerne.

Leucaena ne modifie pas la longueur du cycle œstral, le taux de fécondité ou la durée de la gestation. Donnée à des génisses avant le part, elle n'affecte pas le rendement moyen et la composition du lait durant les neuf premières semaines de lactation, lorsque la ration normale de production est utilisée *post partum*, mais la forme de la courbe de lactation est légèrement aplatie. Une légère incoordination et des symptômes nerveux surviennent brièvement durant la gestation chez quelques vaches. Une légère dépilation est observée chez plusieurs vaches et une dépilation complète chez une seule.

Les veaux issus de mères nourries avec *Leucaena* montrent un poids moyen à la naissance significativement inférieur (19,6 kg) à celui des témoins (25,8 kg); et l'une des vaches nourries avec *Leucaena* donne naissance à un veau mort-né dont les glandes thyroïdes sont hypertrophiées et les taux d'iode lié aux protéines du plasma élevés, mais l'histologie des glandes thyroïdes normale. Les taux du métabolisme basal et de la croissance des veaux sont les mêmes dans les deux groupes.

- 72-157 **ARNAUD (G.).** — Les corps gras dans les industries des aliments d'allaitement. (Journées d'Information sur « Les corps gras dans l'alimentation humaine et animale ». Paris, 11-13 mai 1971 ». *Rev. fr. corps gras*, 1971, 18 (12) : 741-746.

L'industrie des aliments d'allaitement pour veaux a utilisé au total, en 1970, plus de 100.000 t de suifs. Cette industrie constitue donc pour ce produit, un débouché important et qui est allé croissant; il absorbe la totalité de la production française de suifs alimentaires. Il nécessite au surplus l'importation de plus de 40.000 t de ces mêmes qualités. La technique d'élevage des veaux aux aliments d'allaitement a démarré en France en 1962. Depuis, elle a régulièrement progressé, la production d'aliments d'allaitement destinés au seul marché intérieur croissant à un taux moyen annuel de plus de 16 p. 100. Cette production a atteint, en 1970, près de 500.000 t auxquelles il convient d'ajouter 120.000 t d'exportation.

- 72-158 **LECLERCQ (B.).** — Les corps gras dans les aliments composés pour la volaille. (Journées d'Information sur « Les corps gras dans l'alimentation animale ». Paris, 11-13 mai 1971). *Rev. fr. corps gras*, 1971, 18 (12) : 753-768. (Résumé.)

L'utilisation des matières grasses dans l'alimentation des volailles pose non seulement le problème de leur digestibilité mais aussi celui de leurs effets sur les performances zootechniques et la qualité des produits. De tous les facteurs susceptibles de modifier la digestibilité des graisses, le taux de désaturation paraît le plus important. L'emploi des matières grasses est indispensable à l'heure actuelle pour une production normale de poulet de chair. Son influence sur la qualité des carcasses dépend de la teneur en énergie du régime beaucoup plus que de la teneur en matière grasse proprement

dite. La qualité des matières grasses semble jouer un rôle secondaire. La poule pondeuse peut tolérer des teneurs assez élevées de l'aliment en graisses dans la mesure où la valeur énergétique reste modérée.

Pâturages

- 72-159 **GRANIER (P.)**. — Une nouvelle variété de *Pennisetum purpureum* var. *Kisozi*. Son exploitation et sa valeur fourragère à Madagascar. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (3) : 409-424.

Parmi les fourrages à couper dont on dispose actuellement, la variété « *Kisozi* » du *Pennisetum purpureum* introduite récemment à Madagascar, est celle dont la rapidité de croissance, la productivité et l'appétibilité permettent un étalement des productions dans les meilleures conditions.

Son implantation est facile et ne demande pas de sarclage.

Des clones ont été testés dans des climats et sur des sols très différents toujours avec succès.

Sa productivité et sa valeur fourragère en font une des meilleures espèces pour l'affouragement en vert à l'étable et sa précocité permet de disposer de fourrage vert avant l'installation régulière des pluies.

Son utilisation dans l'alimentation des vaches laitières nécessite une correction dans les apports de certains éléments (Calcium, potasse, sodium).

Elle devrait prendre une grande importance dans l'embouche bovine tant paysanne qu'industrielle.

- 72-160 **WHITEMAN (P. C.), GILLARD (P.)**. — Les espèces du genre *Urochloa* en tant que plantes fourragères. (Species of *Urochloa* as pasture plants). *Herb. Abstr.*, 1971, 41 (4) : 351-357.

Les auteurs passent en revue les caractéristiques des espèces du genre *Urochloa*, genre propre à l'Afrique : taxonomie, cytologie, répartition géographique. Quatre espèces pérennes paraissent présenter un intérêt agronomique particulier ; ce sont : *Urochloa mosambicensis*, *U. pullulans*, *U. bolbodes* et *U. stolonifera*. Ces graminées sont adaptées aux régions sèches ne recevant que 400 à 800 mm de pluie par an. Leur rendement annuel dans différents pays est donné ainsi que celui du mélange *Urochloa mosambicensis*/*Stylosanthes humilis* en Australie.

Les essais de production de semences d'*Urochloa* et ceux de son utilisation pour la conservation du sol sont indiqués. La valeur de cette plante pour l'alimentation animale est étudiée en comparant les résultats obtenus en Afrique, en Inde et en Australie sur sa composition chimique, sa digestibilité et sur des essais au pâturage.

Les auteurs terminent cet article, comportant 65 références bibliographiques, en suggérant d'expérimenter plus particulièrement les mélanges d'espèces d'*Urochloa* avec des légumineuses tropicales pour l'amélioration des pâturages en régions tropicales sèches.

- 72-161 **GRANIER (P.), CHATILLON (G.)**. — *Desmodium intortum*. Utilisation dans l'alimentation des vaches laitières. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (3) : 425-432.

Dans cette étude les auteurs montrent que *Desmodium intortum*, adapté aux terres de colluvions des zones d'altitude de Madagascar, intégré dans une exploitation laitière, permet d'améliorer la production lactée tout en enrichissant les sols.

Zootechne

- 72-162 **N'DIAYE (A. L.), BA (C.)**. — Elevage et coopération en Afrique tropicale. L'exemple du Sénégal. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1972, 25 (3) : 433-443.

Les auteurs montrent l'importance qu'il y a à encadrer le monde pastoral par un système de coopératives d'éleveurs s'appuyant de préférence sur la spécificité de la zoo-économie sénégalaise plutôt que de copier, comme c'est le cas actuellement, les structures coopératives propres aux productions végétales.

72-163 **CERMAK (O.). — Evaluation de quelques caractères de reproduction de taureaux zébu américains.** *Vet. Med., Praha*, 1971, 16 (9) : 549-562.

La fécondité de zébus américains a été étudiée dans les conditions tropicales de Cuba à partir d'observations biométriques, histologiques et physiologiques. Le taux de fécondité est comparable à celui de deux races laitières domestiques importées. Cependant, contrairement à ces races, le taux de fécondité des taureaux zébu diminue au printemps (mars et avril) mais non au moment des mois les plus chauds. Cela est attribué à une certaine primitivité de la race. La baisse de fécondité est intrinsèquement liée à une période où il y a pénurie d'aliments et d'eau et ne peut pas être modifiée même par des conditions d'élevage et d'alimentation améliorées.

72-164 **FERGUSON (W.). — Acclimatement des bovins au milieu tropical.** (Adaptive behaviour of cattle to tropical environments). *Trop. Sci.*, 1971, 13 (2) : 113-122.

Plusieurs aspects importants de l'acclimatement des bovins au milieu tropical n'ont pas été abordés. L'auteur attire l'attention particulièrement sur la durée et la périodicité de la recherche de l'ombre et de l'abreuvement, et sur le comportement au pâturage et l'aptitude au déplacement, car ce sont des facteurs déterminants très importants d'adaptation à la plupart des pâturages extensifs tropicaux. Il sera difficile de généraliser l'introduction de races auxquelles ces différents aspects de l'adaptation font défaut; ceci jusqu'à ce que les conditions dominantes aient été modifiées par l'installation de pâturages améliorés et de points d'eau (non toujours réalisables en région à faible pluviosité), par la sédentarisation des nomades (qui ne le veulent pas encore) et par l'amélioration du marché de la viande (ce qui peut signifier de la viande plus chère pour le consommateur local).

72-165 **GLEES (A.), SACHS (R.), WISMER-PEDERSEN (J.), MAREK (P.), STAAK (C.). — Propositions technologiques pour la conservation et le transport de viande de gibier en provenance de pays de l'Afrique de l'est.** (Technologische Vorschläge für die Konservierung und den Transport von Wildfleisch aus Wildnutzungsprojekten in Ostafrikanischen Ländern). *Fleischwirtsch.*, 1972, 52 (2) : 219-224.

Une exploitation combinée du gibier, c'est-à-dire la conservation de l'effectif d'animaux sauvages avec le développement des régions touristiques représente la forme la plus productive de l'exploitation des terres dans des régions semi-arides tout en étant une source potentielle de protéines pour l'homme. Les réserves et parc nationaux conviennent à cette utilisation car ils favorisent l'élevage de ces animaux mais aussi empêchent la surpopulation de certaines régions. Il existe des objections à ce système mais des mesures d'aménagement sont nécessaires pour éviter la surpopulation et le surpâturage.

En Tanzanie, des essais de fabrication de conserves de viande de gibier ont été réalisés. Les produits ont été jugés favorablement par des experts africains et européens. Les meilleurs, fabriqués avec de la viande de topi, de gnou, de zébre et de buffle doivent pouvoir être facilement exportés et vendus sur le marché africain. Les aspects économiques de cette production sont discutés. Des essais de conservation de viande fraîche de gibier, dans des conditions de stockage défavorables, par vaporisation de solutions d'antibiotiques sur les cadavres entiers ont donné de bons résultats. De très mauvaises conditions climatiques ne sont pas un obstacle à l'exploitation du gibier. Le nombre d'animaux à abattre dans une région doit être évalué chaque année, il serait alors possible de prévoir l'importance des installations de traitement nécessaires ou d'une unité mobile de fabrication afin d'obtenir une bonne rentabilité.

ERRATUM

Une erreur s'est glissée dans la légende des tableaux III et IV de l'article par G. Uilenberg et M. Giret intitulé « Etudes immunologiques sur les trypanosomes. I. Existence d'un type antigénique de base chez une souche de *Trypanosoma congolense* Broden, 1904 - Variations après transmission cyclique », paru dans la Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1972, 25 (1) : 37-52.

Remplacer :

Page 48 : « M 3 = stabilitat du 6^e jour, un jour avant l'hyperthermie, second jour que les trypanosomes ont été détectés »

par :

« M 3 = stabilitat du 6^e jour, un jour avant l'hyperthermie, premier jour où le sang s'est montré infectieux ».