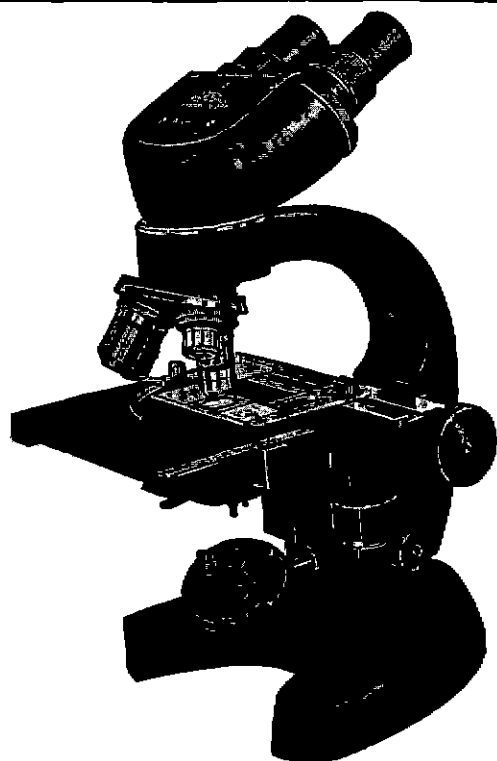


SOMMAIRE N° 2 — 1968

TRAVAUX ORIGINAUX

- BOURDIN (P.). — Durée de l'élimination du virus pestique chez des bovins immunisés avec un vaccin inactivé 141
- PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.). — Protection antipestique conférée aux bovins par le virus de la rougeole. Application aux veaux passivement immunisés par anticorps maternels..... 145
- PROVOST (A.) et BORREDON (C.). — Utilisation en Afrique centrale d'un vaccin aviaire polyvalent..... 165
- MOSTAFA (I. E.), CERNY (L.) and CERNA (J.). — Canine nocardiosis due to *Nocardia caviae* 181

(Voir suite page III)



M - 686

**TOUTE
L'INSTRUMENTATION
VÉTÉRINAIRE
DE QUALITÉ**

MICROSCOPES I.C.M.

Paris - Wetzlar

INSTRUMENTS DE CHIRURGIE MORIN

15, Avenue Bosquet

PARIS VII^e

Sommaire (Suite)

GRETILLAT (S.) et VASSILIADES (G.). — Le traitement de la coccidiose des ruminants domestiques par l' " amprolium " Chlorhydrate du chlorure de 1 (4-amino-2n-propyl-5-pyrimidinylméthyl) 2-picolinium ...	191
GRANIER (P.), LAHORE (J.) et DUBOIS (P.). — Etude du pâturage naturel à Madagascar. Productivité, conséquences pratiques	203
GILIBERT (J.), CAPITAINE (P.) et SERRES (H.). — Expériences d'embouche des porcs avec mise au pâturage	219
BOUDET (G.) et RIVIERE (R.). — Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux	227

(Voir suite page V)

ÉTUDES

de toutes installations

d'abattoirs frigorifiques

Société d'Études Techniques, Industrielles et Frigorifiques

Société à Responsabilité Limitée. Capital : 60.000 F.

SÉTIF

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

Sommaire (*Suite et fin*)

EXTRAITS — ANALYSES

Maladies à virus	267
Peste bovine.	268
Maladies bactériennes.....	269
Maladies diverses à protozoaires	270
Trypanosomoses	272
Mycoses	274
Parasitologie	275
Entomologie	278
Chimiothérapie — Thérapeutique	279
Physiologie — Physio-climatologie	280
Alimentation, carences, intoxications.....	281
Pâturages — Plantes fourragères	284
Zootecnie — Elevage	285
Industries animales.....	288
Bibliographie	288

SHEEP BREEDS OF THE MEDITERRANEAN

by I. L. Mason

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

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

EVIAN

SOURCE CACHAT

l'eau du rein

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



UNI - A.G.P.P. 1815

TRAVAUX ORIGINAUX

Durée de l'élimination du virus pestique chez des bovins immunisés avec un vaccin inactivé

par P. BOURDIN

Avec la collaboration technique d'Aldemba M'BAYE

RÉSUMÉ

La durée d'élimination du virus pestique a été recherchée sur des bovins immunisés à l'aide d'un vaccin inactivé, puis éprouvés 20 jours après la vaccination avec une souche pestique très virulente, inoculée sous la forme d'un aérosol. Le virus est recherché par inoculation des prélèvements à des bovins sensibles. Après une période d'éclipse de 3 jours, il est retrouvé dans l'organisme des bovins pendant au moins 19 jours et n'est plus décelable 25 jours après le contact infectieux.

Jusqu'ici, peu de travaux ont été publiés sur le devenir du virus pestique chez les animaux vaccinés puis soumis à un contact infectant. SCOTT (1955) rapporte que le virus pestique disparaît rapidement de l'organisme de tels animaux. Les chercheurs de l'I. E. M. V. T. (1965) donnent plus de précisions sur le comportement de ce même virus introduit par aérosol chez les bouvillons récemment immunisés. Dans ce travail, conduit selon un protocole commun, les animaux recevant un vaccin modifié ou inactivé sont soumis à une épreuve par aérosol 20 jours après. Le virus est ensuite recherché dans les amygdales, le produit de raclage de la muqueuse nasale, le sang et les ganglions lymphatiques de 2 à 7 jours après l'épreuve. L'isolement du virus est fait à la fois par inoculation à des bouvillons sensibles et à des cultures cellulaires.

PROVOST, BOGEL et BORREDON (1964), expérimentant à partir du vaccin formolé-saponiné et du vaccin capripestique ont obtenu les résultats suivants :

— pour le vaccin inactivé, le virus d'épreuve est retrouvé dans les amygdales et le mucus nasal le 3^e jour après l'inoculation mais il est

absent des ganglions. Aux 5^e et 7^e jours, il est présent dans tous les prélèvements ;

— pour le vaccin caprinisé, le virus est retrouvé dans les amygdales et le sang, le 3^e jour mais n'est plus isolé les 5^e et 7^e jours.

NITZSCHKE, GILBERT, ROBIN et MONNIER-CAMBON (1964) ont utilisé au cours de leurs recherches les vaccins lapinisé et de culture cellulaire ; ils ont obtenu les résultats suivants :

— pour le vaccin lapinisé, le virus n'est pas isolé les 2^e, 5^e et 7^e jours après l'épreuve,

— pour le vaccin de culture cellulaire, le virus est retrouvé au 3^e jour dans les amygdales et la muqueuse nasale mais n'est plus isolé les 5^e et 7^e jours.

Les résultats obtenus par PROVOST, BOGEL et BORREDON d'une part, et NITZSCHKE, GILBERT, ROBIN et MONNIER-CAMBON d'autre part, montrent que le virus d'épreuve disparaît rapidement de l'organisme des animaux protégés par un virus-vaccin modifié ; ces faits confirment les observations de SCOTT (1955). Dans le cas du vaccin inactivé, PROVOST, BOGEL et BORREDON (1964) ont montré que le virus est encore présent 7 jours après l'épreuve. Il nous a paru

intéressant de tirer parti de cette expérience et de rechercher la durée d'élimination du virus d'épreuve dans l'organisme d'un animal immunisé avec un vaccin inactivé.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Virus : le virus utilisé pour l'inoculation des animaux donneurs et d'épreuve provient d'une souche virulente isolée au Sénégal. Il est constitué par un broyat de ganglions, conservé à l'état lyophilisé ; son titre est de $10^{-5.5}$ DL₅₀ chez le bœuf.

Vaccin : le vaccin a été préparé selon la technique recommandée par JACOTOT, à partir d'un broyat de rate et de ganglions provenant d'un bovin sensible sacrifié 6 jours après l'inoculation avec la souche sénégalaise. Le broyat est dilué au 1/3 avec du PBS contenant du formol à 1 p. 4.000. L'ensemble est soumis à une agitation de 48 heures à la température de 37 °C, puis on ajoute un volume égal de gel d'alumine à 1 p. 100 de matière sèche. Après une nouvelle agitation de 1 heure, le vaccin est conservé à ± 4 °C.

Animaux : quarante taurins âgés de 1 à 2 ans, de race N'Dama sont originaires du Sénégal oriental, région indemne de peste bovine depuis de nombreuses années. Ils sont saignés dès leur arrivée au laboratoire pour rechercher leur sensibilité au virus bovipestique. Le contrôle est fait par la méthode de séro-neutralisation décrite par PLOWRIGHT et FERRIS (1961), les sérums étant dilués au 1/2. Ces animaux sont utilisés soit pour la vaccination soit pour la recherche du virus après infection.

Vaccination : 12 animaux reçoivent 5 ml de vaccin formolé par la voie sous-cutanée.

Epreuve : les bovins vaccinés sont éprouvés 20 jours après, par la voie nasale à l'aide d'une colonne à aérosol JOUAN O. R. L. débitant environ 50 ml à l'heure. La suspension virulente est constituée par la souche sénégalaise diluée au 1/20 ; chaque animal reçoit l'aérosol pendant 3 minutes. Deux animaux témoins sont éprouvés en même temps que les sujets vaccinés et placés dans un lieu parfaitement isolé.

Prélèvements effectués : les animaux vaccinés sont sacrifiés 3, 7, 12, 15, 19 et 25 jours après l'épreuve.

Les amygdales, le mucus nasal, la rate et les ganglions lymphatiques sont prélevés et broyés séparément en présence d'une solution de Hanks BSS, additionnée de pénicilline, à raison de 1.000 UI/ml et de streptomycine à raison de 1 mg/ml dans les proportions de 5 parties de Hanks pour 1 partie d'organe. La suspension obtenue est centrifugée pendant 10 min. à 2.500 t/min. Le surnageant est utilisé pour l'inoculation.

Le sang est récolté sur héparine, dilué dans du Hanks BSS contenant des antibiotiques. Le mélange est centrifugé 20 min. à 4.500 t/min. Après élimination du surnageant, le culot est lavé une deuxième fois. Le culot final est repris par addition de 20 ml de Hanks BSS et sert à l'inoculation des animaux.

Inoculation aux bouvillons révélateurs : cette technique a été préférée à l'inoculation sur culture cellulaire en raison de sa plus grande sensibilité, comme l'ont montré PROVOST, BOGEL et BORREDON (1964). Les animaux sont logés dans des stalles isolées. L'inoculation se fait par voie sous-cutanée, un animal étant utilisé pour chaque prélèvement. Les préparations provenant des amygdales, des ganglions et du mucus nasal sont inoculées à la dose de 10 ml, et le sang à la dose de 20 ml. Les animaux sont gardés en observation ; après ce délai, ils sont éprouvés avec la souche virulente afin de vérifier leur sensibilité.

II. — RÉSULTATS

Les résultats sont groupés dans le tableau ; son étude chronologique permet de constater les faits suivants :

— le virus d'épreuve n'a pu être isolé 3 jours après l'inoculation. Il a été retrouvé dans tous les prélèvements 7, 12 et 15 jours après son introduction ;

— au 19^e jour, il a disparu du sang mais est décelable dans les ganglions, les amygdales et le mucus nasal ;

— au 25^e jour, il n'est plus possible de le retrouver dans l'organisme des bovins éprouvés.

Les animaux révélateurs n'ayant pas présenté de signes cliniques un mois après l'inoculation des prélèvements ont reçu le virus sauvage par la voie sous-cutanée ; tous ces animaux sont morts avec des signes classiques de peste bovine

TABLEAU

Durée de l'élimination du virus pestique chez des bovins immunisés avec un vaccin inactivé

Dates des prélèvements	Numéros des bovins vaccinés et éprouvés	Nature de l'inoculum	Numéros des animaux révélateurs	Résultats des isolements	Conclusion
J + 3	226 } 235 }	amygdales ganglions mucus nasal sang	253 265 260 256	négatif -id- -id- -id-	virus pestique absent
J + 7	230 } 239 }	amygdales ganglions mucus nasal sang	252 246 255 243	positif -id- -id- -id-	virus pestique présent
J + 12	229 } 224 }	amygdales ganglions mucus nasal sang	241 244 249 259	positif -id- -id- -id-	virus pestique présent
J + 15	222 } 228 }	amygdales ganglions mucus nasal sang	315 318 313 227	positif -id- -id- -id-	virus pestique présent
J + 19	266 } 221 }	amygdales ganglions mucus nasal sang	314 317 340 303	positif -id- -id- négatif	virus pestique présent virus pestique absent
J + 25	231	amygdales ganglions mucus nasal sang	219 250 245 248	négatif -id- -id- -id-	virus pestique absent
Témoins	247 } 257 }	ganglions		positif	virus pestique présent

témoignant ainsi de leur sensibilité à cette maladie.

Pour confirmer l'absence de virus au 25^e jour, deux nouveaux bouvillons dépourvus d'anticorps pestiques ont été vaccinés et éprouvés dans les mêmes conditions. 25 jours après l'infection, les ganglions sont prélevés et broyés selon la technique précédemment décrite. L'inoculation de ces broyats ganglionnaires à deux bovins sensibles n'a pas permis de réisoler le virus.

III. — DISCUSSION

L'absence de virus de tous les prélèvements 3 jours après l'inoculation correspond à la période d'éclipse. Celle-ci est inversement proportionnelle à la quantité de virus inoculé (MAC OWAN, 1955), (SCOTT, 1964). Le virus est retrouvé dans le sang et le mucus nasal pendant des périodes de temps plus longues que celles notées par LIESS et PLOWRIGHT (1964) avec la souche RGK/I inoculée à des animaux sensibles.

Ces auteurs ont en effet constaté que le virus n'était plus isolé du mucus nasal 10 jours après l'infection et du sang 9 jours après. De même le virus est présent plus longtemps dans le tissu lymphatique que ne l'a observé SCOTT, cet auteur ne retrouvant plus le virus dans ce tissu 15 jours après l'inoculation des animaux.

IV. — CONCLUSION

Les bovins immunisés avec un vaccin inactivé, puis soumis à une infection par le virus pestique, éliminent le virus pendant au moins 19 jours. Le virus ne peut plus être isolé de l'organisme des bovins 25 jours après son introduction.

*Institut d'Elevage et de Médecine
vétérinaire des Pays tropicaux.*

*Laboratoire national de Recherches
vétérinaires de Dakar-Hann.*

SUMMARY

Duration of rinderpest virus excretion in cattle immunized with an inactivated vaccine

The duration of rinderpest virus elimination has been searched in cattle challenged with a highly virulent rinderpest virus strain administrated by aerosol 20 days after they had been vaccinated with an inactivated vaccine. The virus has been searched by inoculation of samples to susceptible cattle. After a 3 days disappearance period, the virus has been found in cattle during at least 19 days, and could not be evidenced 25 days after the challenge.

RESUMEN

Duración de la eliminación del virus pestico en los bovinos inmunizados con una vacuna inactivada

Se estudió la duración de la eliminación del virus pestico en bovinos inmunizados mediante una vacuna inactivada. Se probaron dichos animales 20 días después de la vacunación con una cepa pestica muy virulenta, inoculada bajo forma de aerosol. Se buscó el virus por inoculación de las muestras en bovinos sensibles. Después de un eclipse durante 3 días, se encuentra de nuevo el virus en el organismo de los bovinos a lo menos durante 19 días, y no es ya revelable 25 días después de la infección.

BIBLIOGRAPHIE

- I. E. M. V. T. — Recherches sur la persistance du virus pestique dans les viandes réfrigérées provenant de bovins atteints de peste bovine. Rapport final, 1965.
- JACOTOT (H.). — Rapport concernant le contrôle et la standardisation des sérums et vaccins contre la peste bovine. *Bull. off. int. Epiz.* 1950, XXXIII, 168-183.
- LISS (B.) et PLOWRIGHT (W.). — Studies on the pathogenesis of rinderpest in experimental cattle. I. Correlation of clinical signs, viraemia and virus excretion by various routes. *J. Hyg. Camb.*, 1964, 62, 81-89.
- Mac OWAN. — Report of the Veterinary Department. Kenya, 1955, 21-26.
- PLOWRIGHT (W.) et FERRIS (R. D.). — Studies with rinderpest virus in tissue culture III. The stability of cultured virus and its use in virus neutralisation tests. *Arch. ges. Virusforsch.*, 1961, 2, 516-533.
- PROVOST (A.), BOGEL (K.) et BORREDON (C.). — Rapport annuel de la région de Recherches vétérinaires de l'Afrique centrale. 1964, 65-70.
- NITZSCHKE (E.), GILBERT (Y.), ROBIN (P.) et MONNIER-CAMBON (J.). — Rapport annuel de la région de recherches vétérinaires de l'Afrique de l'Ouest. 1964, 57-62.
- SCOTT (G. R.). — Life expectancy of rinderpest virus. *Bull. Epiz. Dis. Africa*, 1955, 3, 19-20.
- SCOTT (G. R.). — Rinderpest. *Adv. in Vet. Sci.*, 1964, 9, 113-224.

Protection antipestique conférée aux bovins par le virus de la rougeole

Application aux veaux passivement immuns par anticorps maternels

par A. PROVOST, Y. MAURICE et C. BORREDON (*)

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

RÉSUMÉ

Utilisant la souche MB 113 Y du virus de la rougeole adaptée à la culture en cellules rénales bovines, les auteurs montrent que l'inoculation intramusculaire de ce virus au zébu réceptif à la peste bovine n'est suivie d'aucune réaction clinique bien qu'existe une virémie. Les bovins inoculés sont résistants pendant au moins 11 mois à la contamination bovine. Cette immunité est d'origine humorale (présence d'authentiques anticorps antipestiques) et peut-être cellulaire. Les bovins inoculés n'élaborent pas, ou à de très faibles titres seulement, d'anticorps antimorbilleux. Les veaux immuns de peste bovine par anticorps colostraux sont justiciables de l'inoculation avec la souche MB 113 Y qui leur confère une protection antipestique à un âge auquel le vaccin antipestique de cultures cellulaires serait inefficace. Devant le comportement biologique et immunologique particulier de cette souche morbilleuse, les auteurs expriment l'opinion qu'elle a une position intermédiaire entre les virus pestiques et morbilleux auxquels elle aurait emprunté divers constituants antigéniques.

I. — INTRODUCTION

La question des communautés antigéniques de trois virus de la rougeole de la maladie de CARRÉ et de la peste bovine est parfaitement documentée ; il n'y a pas lieu d'y revenir ici, renvoyant le lecteur intéressé à la dernière revue consacrée à ces problèmes (2).

Les premiers espoirs mis dans l'immunisation antipestique du bœuf par le virus de CARRÉ ont été déçus par la reconnaissance de son absence

de prolifération chez le bœuf et, partant, par l'importance des quantités de virus qui devaient être inoculées pour en faire un procédé, certes théoriquement valable, mais malheureusement non rentable (38).

On remarquera toutefois que si l'immunisation antipestique du bœuf par le virus de CARRÉ a fait le soin d'un certain nombre d'expériences, bien peu ont trait à l'inoculation du bœuf avec le virus morbilleux (**). Ce dernier aspect méritait

(*) Aide technique de Madame G. DUFAU et Monsieur Z. N'GALDAM que les auteurs sont heureux de remercier ici.

(**) Lorsque ces expériences ont été entreprises (1965), on ne connaissait pas encore la publication de DELAY et coll. (11) dont les conclusions ne diffèrent d'ailleurs pas de ce qui est exposé dans cette introduction.

d'être étudié à la fois dans l'optique de la virologie générale qui tient à élucider les rapports exacts des trois virus et, plus pragmatiquement, dans celle de la possibilité d'immunisation du bœuf par le virus de la rougeole.

Dans une expérience préliminaire, PLOWRIGHT montrait que le virus de la rougeole ne paraissait pas capable de protéger le bœuf contre l'inoculation bovipestique d'épreuve (19). Toutefois, trois inoculations intraveineuses conféraient au lapin une certaine résistance vis-à-vis de l'inoculation ultérieure de virus pestique lapinisé, résistance appréciée non par la montée thermique subséquente à l'épreuve mais par l'absence de mortalité alors que mouraient les témoins. De ces deux expériences, PLOWRIGHT concluait que le virus de la rougeole ne se répliquait pas chez le bœuf. Le chapitre paraissait être clos.

Rouvert récemment par des chercheurs américains (11), ces derniers confirmaient les travaux de PLOWRIGHT et concluaient eux aussi à l'inefficacité du virus morbilleux pour protéger le bœuf contre la peste bovine.

Tous les échecs et semi-échecs qui viennent d'être résumés ont un point commun qui est l'absence de prolifération du virus, rougeole ou CARRÉ, chez l'hôte hétérologue, en l'occurrence le bœuf.

En serait-il de même si le virus pouvait se répliquer chez son hôte et par là apporter une masse antigénique suffisante et même laisser sa trace sur les cellules immuno-compétentes, formatrices d'anticorps ? Sur un plan purement dogmatique, l'expérience valait d'être tentée. Les virus morbilleux adaptés aux cellules bovines au demeurant existent : ce sont la souche MB 113 Y de SCHWARZ et ZIRBEL (29) et la souche Sugiyama de MATUMOTO (13) ; cette dernière est utilisée au Japon comme vaccin antirougeoleux.

Ce sont les résultats des expériences conduites selon la ligne de pensée qui vient d'être évoquée et surtout l'application pratique à la vaccination des veaux, qui font l'objet de cette note. Elle s'articule en trois chapitres distincts : le premier vise à prouver le bien fondé de l'hypothèse, le second décrit un essai à long terme mené sur des veaux passivement immuns ; le troisième est une discussion générale.

II. — INOCULATION DU BŒUF AVEC UN VIRUS MORBILLEUX ADAPTÉ AUX CELLULES BOVINES (*)

Le principe de l'expérience est simple : inoculer à des bœufs réceptifs au virus pestique une souche de virus morbilleux capable de se répliquer en cellules bovines, puis les éprouver quelques temps plus tard avec un virus bovipestique pathogène ; juger de leur comportement.

Matériels et méthodes.

1. — *Cultures cellulaires.* On utilise des cultures cellulaires de rein d'embryon de veau zébu obtenues classiquement et entretenues en milieu de Eagle MEM contenant 10 p. 100 de sérum de veau sans anticorps antipestiques.

La souche cellulaire HeLa est entretenue en milieu de Eagle MEM contenant 10 p. 100 de sérum de poulain.

2. — *Souches de virus.* Le choix de la souche de virus morbilleux s'est porté sur celle de SCHWARZ et ZIRBEL (29), cytopathogène pour les cellules bovines, dénommée MB 113 Y (**). Elle a été choisie plutôt que la souche Sugiyama tout simplement parce qu'elle est parvenue avant cette dernière au laboratoire. Il est probable, mais non prouvé, que les conclusions qui sont tirées du présent travail puissent s'appliquer à la souche japonaise ; ce point sera discuté plus loin.

La souche pathogène Measles 4 (***) du même virus a servi à infecter des singes.

L'épreuve virulente de virus bovipestique est réalisée avec la souche DK, régulièrement pathogène pour le bœuf par contact direct (24).

Les souches MB 113 Y et DK sont cultivées dans le système cellulaire de veau ci-dessus décrit. On récolte lorsque l'effet cytopathique est à son

(*) Cette première partie a fait l'objet d'une note à l'Académie des Sciences (C. R. Acad. Sc., 1967, 264 : 2961-2964).

(**) A Monsieur le Docteur SCHWARZ, de la Dow Chemical Co, Indianapolis, Ind., U. S. A., est acquise notre gratitude pour l'obligeance qu'il a eu de nous envoyer sa souche et l'autorisation qu'il nous a fournies de l'utiliser pour les expériences ici rapportées.

(***) Cette souche nous a été confiée par Madame le Docteur Gisela ENDERS-RUCKLE, de la Virusabteilung des Medizinischen Landesuntersuchungsamtes, Stuttgart-O, Allemagne. Qu'avec nos hommages, elle trouve ici l'assurance de notre reconnaissance.

maximum d'intensité puis on dilue au 1/10^e dans une solution de peptone à 5,5 p. 100 et on lyophilise.

La souche Measles 4, quant à elle, est entretenue sur cellules HeLa.

Le titrage s'effectue par inoculation à des tubes roulants tapissés de cellules de rein d'embryon de veau, ou de cellules HeLa suivant le cas, de dilutions géométriques de raison 10 des différents virus. Le titre est exprimé en dose cytopathogène 50 p. 100 (DCP₅₀) pour les cellules.

3. — *Animaux d'expérience.* Six bouillons de race zébu bororo sont importés de République Centrafricaine, territoire non infecté de peste bovine et où, de ce fait, aucune vaccination antipestique n'est pratiquée. Une séro-neutralisation effectuée avant le début de l'expérience atteste l'absence d'anticorps antipestiques dans leurs sérums.

Ils sont maintenus pendant la durée de l'expérience en étable isolée. Pendant la première séquence, avant l'épreuve virulente par virus bovine pestique, les 6 bouillons sont en contact avec deux singes *Erythrocebus patas* placés dans une cage directement dans le box d'isolement. Une prise de sang faite préalablement à leur introduction indique qu'ils ne possèdent pas d'anticorps morbilleux.

4. — *Déroulement de l'essai.* Cinq bouillons reçoivent par voie intramusculaire (muscles de l'encolure) une inoculation de virus morbilleux souche MB 113 Y estimée contenir 10^{4.2} DCP₅₀ de virus lyophilisé.

Un bouillon et les deux singes sont laissés en contact avec eux comme témoins d'une éventuelle excrétion du virus inoculé.

Du 2^e au 6^e jour après l'inoculation, les 5 bovins inoculés et le bovin témoin sont saignés ; le sang est récolté dans une solution de versène à 1,5 p. 100 puis centrifugé à faible vitesse. Les leucocytes situés à l'interface plasma-hématies sont recueillis et servent à infecter des tubes roulants de cultures cellulaires de rein d'embryon de veau. On apprécie dans les jours suivants l'apparition de lésions cytopathiques, dépendantes d'une virémie à virus morbilleux.

Un mois après l'inoculation les 5 bouillons inoculés et le bovin placé en contact sont soumis à un aérosol infectieux de virus bovine pestique

souche DK, selon les modalités expérimentales déjà décrites (22).

Du 2^e au 6^e jour après l'épreuve, par aérosol, on leur prélève du mucus nasal sur écouvillon de coton stérile. Après reprise dans quelques millilitres de tampon et traitement polyantibiotique, certains prélèvements ont été traités immédiatement, d'autres congelés ; cette dernière pratique semble avoir l'avantage de supprimer les contaminations fongiques. Les prélèvements sont inoculés à des tubes de cultures cellulaires de rein d'embryon de veau qui sont maintenus en observation pendant 12 jours. On recherche ainsi les lésions éventuellement produites par le virus bovine pestique qui feraient la preuve de son existence dans le mucus nasal.

L'examen clinique des bovins est réalisé tous les jours, avec prise de température. Le cas échéant, des autopsies sont faites et l'on s'efforce de rechercher la cause de la mort.

Des prises de sang sont effectuées à différents intervalles avant et après l'épreuve et les sérums soumis à des tests sérologiques.

Le jour de l'épreuve virulente des bovins, les singes sont saignés puis éprouvés avec la souche morbilleuse Measles 4. Ils sont placés en cage dans un autre box d'isolement, observés chaque jour et soumis à une nouvelle prise de sang trois semaines plus tard.

5. — *Techniques sérologiques.* Elles ne sont citées que par leur référence :

a) Séro-neutralisation du virus bovine pestique en cultures cellulaires selon les modalités techniques de PLOWRIGHT et FERRIS (20). Le titre neutralisant TN₅₀ d'un sérum est exprimé par l'inverse de la dilution qui neutralise le virus dans 50 p. 100 des tubes.

b) Inhibition de l'hémagglutination morbilleuse, tant pour rechercher les anticorps rougeoleux que bovine pestiques (6, 17). Le titre est exprimé par l'inverse de la dilution de sérum inhibant totalement l'agglutination.

c) Recherche du précipitogène bovine pestique par précipitation-diffusion en gélose (30).

Résultats.

1. — *Culture du virus morbilleux en cellules bovines.*

On a eu quelques difficultés au départ à faire

proliférer la souche MB 113 Y sur les cellules de rein d'embryon de zébu. Alors que d'après les résultats publiés, on devait s'attendre à trouver un effet cytopathique en une quinzaine de jours, rien ne se manifestait au bout de trois semaines. On a alors procédé à l'infection cellulaire simultanément à la répartition des cellules dans le flacon de culture ; ces cellules, reprises d'une primoculture de rein d'embryon de zébu, constituent de ce fait un second repiquage.

L'effet cytopathique s'est manifesté en une douzaine de jours, d'abord par un aspect sale des cultures puis par l'apparition de polycaryocytes ; ces derniers sont quelque peu différents de ceux du virus pestique, tout au moins pour cette souche dans nos conditions de culture. Les lésions consistent en l'apparition de plages acellulaires apparemment réalisées par rétraction des cellules et non par lyse ; en bordure des plages existent les polycaryocytes, moyennement réfringents, hébergeant un nombre considérable de noyaux. En quelques jours les plages s'étendent jusqu'à

devenir coalescentes en même temps que le liquide se charge de débris cellulaires. On n'a pas remarqué de cellules étoilées.

Pour la réalisation du « vaccin » la récolte est intervenue alors que les plages acellulaires occupaient environ 50 p. 100 de la surface. On n'a eu aucune difficulté pour lyophiliser le virus en tampon peptoné.

A signaler, bien que ceci soit hors du cadre de cet exposé, que la souche MB 113 Y prolifère sur cellules de lignée de hamster BHK21-C13.

2. — Comportement des bovins après inoculation de virus de la rougeole.

Aucun trouble morbide ne s'est manifesté chez les bovins inoculés non plus que chez le témoin ; un seul animal (n° 2871) a accusé un clocher thermique de 39°7 le 6^e jour après l'inoculation.

L'étude de la virémie à virus morbillieux a fourni les résultats groupés dans le tableau 1. La détermination a été uniquement qualitative.

TABLEAU N°1

Virémie à virus morbillieux chez les bovins inoculés avec la souche MB113 Y

N° Bovins	Jours après inoculation				
	3	4	5	6	7
Témoin 2869	- (.)	-	-	-	-
Inoculés 2871	-	+ (.)	+	+	-
2873	-	-	+	+	-
virus 2876	-	+	+	+	-
- 2877	-	-	+	+	+
rougeole 2878	-	-	+	+	+

(.) Les signes + et - indiquent respectivement l'isolement du virus ou non à partir de la fraction leucocytaire du sang.

3. — Comportement des bovins après l'épreuve virulente à virus bovipestique.

Le bouvillon 2876 est mort de heart-water 4 jours après l'épreuve virulente ; à aucun moment il n'a présenté de symptôme de peste bovine et aucune lésion de peste n'était relevée à l'autopsie. La précipitation-diffusion en gélose réalisée sur un broyat de ganglion mésentérique a fourni un résultat négatif. Il semble que l'on puisse en confiance affirmer que sa mort n'est pas due à la peste bovine.

Par contre, le bouvillon 2869 est mort de peste 8 jours après l'aérosol infectieux ; l'évolution clinique a été classique. La précipitation-diffusion en gélose indiquait la présence de l'antigène pestique dans un broyat ganglionnaire.

Aucun des quatre autres bovins n'a manifesté le moindre trouble morbide ni présenté d'hyperthermie. Pourtant on a pu réisoler le virus bovipestique à partir de prélèvements nasaux ainsi que l'indique le tableau 2. La détermination a été uniquement qualitative. Ce n'est que pour les

TABLEAU N°II

Isolement du virus bovipestique d'épreuve après aérosol infectieux chez les bovins primitivement inoculés avec la souche MB113 Y

N° Bovins	Jours après épreuves				
	2	3	4	5	7
Témoin 2869	+	NF	+	NF	+
2871	+	+	S	-	+
2873	+	+	NF	S	NF
2876	-	S			
2877	+	+	-	S	-
2878	-	+	S	NF	-

+ = isolement du virus ; NF = isolement non tenté ; - = pas d'isolement ; S = souillé.

prélèvements du jour 7 que l'on a appliqué la congélation préalable à l'isolement.

4. — Comportement des singes.

A aucun moment leur bonne santé n'a été troublée. Après épreuve par le virus morbillieux virulent, ils ne sont pas malades, mais trois semaines plus tard, présentent une montée d'anticorps inhibant l'hémagglutination morbillieuse alors que cette réaction fournissait une réponse

négative pour leurs sérums prélevés avant la mise en contact avec les bovins et un mois après celle-ci.

5. — Cinétique des anticorps.

L'évolution des anticorps inhibant l'hémagglutination morbillieuse et neutralisant le virus pestique dans les sérums des bovins est indiquée dans le tableau 3.

TABLEAU N°III

Cinétique des anticorps dans le sérum des bovins inoculés avec la souche MB113 Y

Animaux	0		21		29	29 + 4		29 + 14		29 + 20		29 + 27	
	IHM	SNP	IHM	SNP		IHM	SNP	IHM	SNP	IHM	SNP	IHM	SNP
Témoin 2869	< 2	< 0,3	< 2	< 0,3	Epreuve peste	< 2	< 0,3	†					
2871	< 2	< 0,3	16	2,1		64	2,1	32	3	32	NF	32	3
2873	< 2	< 0,3	< 2	1,5		< 2	1,5	< 2	2,1	< 2	NF	2	2,1
2876	< 2	< 0,3	< 2	1,5		†							
2877	< 2	< 0,3	< 2	1,5		< 2	1,5	2	1,8	2	NF	2	1,8
2878	< 2	< 0,3	2	1,5		8	2,1	8	2,4	8	NF	8	2,4

IHM = Inhibition de l'hémagglutination morbillieuse (exprimée par l'inverse de la dilution inhibante de sérum)

SNP = Séro-neutralisation du virus pestique (exprimé par l'exposant de la dilution log.10.)

On remarquera deux points qui paraissent importants et seront discutés plus loin :

- La dissociation existant tout au long de l'expérience entre l'inhibition de l'hémagglutination morbillieuse et la séro-neutralisation pestique.

- L'apparente absence de réponse anamnes-

tique ou une réponse modérée après l'épreuve virulente.

Discussion.

Certains des résultats ci-dessus exposés et laissés sans commentaires, sont pourtant remarquables.

1. — L'inoculation au zébu du virus de la rougeole n'est suivie d'aucun effet fâcheux. Un seul bovin a présenté un petit pic thermique sans accuser pour cela une baisse d'appétit ni d'autres troubles. Néanmoins, existe une virémie transitoire, ainsi qu'on l'a vu. Il ne semble pas qu'il s'agisse du virus inoculé, trop fortement « dilué » dans la masse, mais d'une véritable multiplication comme le montre encore, dans le tableau 1, le délai de 4 jours nécessaire à sa mise en évidence.

C'est à nos yeux l'un des résultats les plus importants de l'expérience, qui tranche totalement avec celui de PLOWRIGHT (19). Comment expliquer cette divergence ? Il apparaît qu'au Kenya a été utilisée la souche EDMONSTON, cultivée sur cellules de singes. Or le virus morbilleux entretenu dans ce système cellulaire se replique difficilement en cellules bovines, le succès n'étant d'ailleurs pas certain à chaque passage (13, 29).

La souche MB 113 Y adaptée aux cellules bovines a pu au contraire proliférer *in vivo* comme elle fait en culture. Il est vraisemblable, au vu de la virémie détectable soutenue de 3 jours, qu'une quantité considérable de virions a été produite et a pu toucher les cellules immunofonmatrices. Témoin en est la montée d'anticorps.

On remarquera que le comportement de la souche MB 113 Y chez le bœuf est également totalement différent du comportement de la souche EDMONSTON, pourtant sa parente, chez le chien.

Dans cette espèce, on ne détecte pas de virémie à virus morbilleux (16). La culture ordinaire du virus « vaccinal » en cellules humaines ou simiennes est-elle aussi en cause ? Il semble que non car la même souche EDMONSTON adaptée à la culture en cellules rénales de chiot, ne prolifère pas non plus chez le chien (14). La souche MB 113 Y utilisée ici se singularise donc parmi les virus utilisés dans l'immunisation hétérotypique.

Enfin, point important pour toute application pratique, le virus inoculé au bœuf paraît ne pas être excréte, ou, s'il l'est, n'est pas contagieux. La réceptivité conservée du bovin témoin et surtout des deux singes semble le prouver.

2. — Les bovins inoculés avec la souche MB 113 Y puis recevant un aérosol de virus pestique

qui tue le témoin (comme c'est toujours le cas avec la souche DK conférée par aérosol (24) résistent parfaitement du point de vue clinique. Le virus est néanmoins retrouvé dans le mucus nasal. On peut se poser la question de savoir s'il s'agit d'une authentique infection occulte ou d'une multiplication locale du virus d'épreuve apportée par l'aérosol. La recherche d'une virémie à virus bovine pestique aurait pu y répondre ; elle n'a malheureusement pas été entreprise, la raison étant que le plan d'expérience primitif n'avait pas envisagé ce résultat inattendu. Néanmoins si l'on considère que le bouvillon 2876 mort de heart-water le 4^e jour après l'aérosol semblait ne pas héberger de virus (précipitation-diffusion en gélose négative), on peut être de l'opinion que seule une multiplication locale du virus d'épreuve a existé. Quelle que soit la réponse dogmatique exacte d'ailleurs, le fait important est celui de la présence du virus dans le mucus nasal qui fait que ces bovins peuvent être des vecteurs du contagé.

Il n'y a pas lieu d'épiloguer ici plus longtemps sur ce point. Les auteurs pensent qu'il s'agit là d'un phénomène général de l'infection bovine pestique, étayant leur opinion sur des expériences réalisées tant à Farcha qu'à Dakar et Muguga ainsi que sur des contrôles d'immunité (8, 21, 23).

3. — Une constatation intéressante est la dissociation existant entre les immunogénèses bovine pestiques et morbilleuses, autre fait inattendu, après l'inoculation d'un virus morbilleux dont on sait qu'il a pu se multiplier chez les bovins.

A ne considérer que les résultats du 21^e jour après l'inoculation, on pourrait croire que l'on a inoculé aux bovins un virus *pestique* de culture cellulaire qui chez certains bovins ne détermine qu'une élévation transitoire et de peu d'importance de l'inhibition de l'hémagglutination morbilleuse, quand bien même elle existe (7). Ce résultat était si étonnant que les réactions sérologiques ont été refaites à plusieurs reprises, en changeant d'expérimentateur et de réactifs.

Il est en opposition totale avec tout ce qui est connu de l'immunisation hétérotypique dans le groupe des virus rougeole- peste bovine-maladie de CARRÉ (11), de même que dans le système immunologique peste porcine-maladie des muqueuses (3). En général, on n'assiste qu'à une production modérée d'anticorps hétérologues au virus

inoculé (11, 26, 40) ; bien souvent, ces derniers n'existent même pas (4, 12, 39). La situation est totalement inversée dans le cas présent.

Peut-être est-il bon d'ajouter que pendant le mois suivant l'inoculation du virus morbillieux et avant l'épreuve virulente, aucun virus bovipestique virulent n'a été manipulé au laboratoire, excluant tout stimulus antigénique pestique occulte pour les bovins d'expérience.

On verra dans la discussion générale qu'il s'agit d'un comportement immunologique très particulier de la souche MB 113 Y et on tentera d'y apporter une explication.

4. — L'examen du tableau 3 montre clairement que l'épreuve bovipestique des bouvillons inoculés n'est pas suivie d'une réaction anamnétique, sauf peut-être chez le n° 2878 ; encore est-ce à un taux bien modeste.

Ce résultat tranche lui aussi, avec ce qui est connu dans l'immunisation hétérotypique : la « vaccination » d'un hôte avec un virus hétérologue (par exemple le virus de la rougeole chez le chien) n'est suivie, on vient de le dire, d'aucune montée d'anticorps du virus spécifique de l'espèce (en l'occurrence, il n'y a pas de production d'anticorps antivirux de CARRÉ), mais lors de l'épreuve virulente avec le virus spécifique de l'espèce, ces anticorps apparaissent en 3 ou 4 jours, au lieu d'une semaine ou plus s'il n'y a pas de préparation par le virus hétérologue, et ils atteignent un titre plus élevé (16, 26). On mesure combien, dans le cas présent, on est loin de cette situation. Là encore, il est curieux de constater que sur le plan de l'immunogenèse la souche MB 113 Y se comporte plus comme un virus pestique qu'un virus morbillieux.

5. — Il paraît douteux que la protection clinique dont ont joui les bovins inoculés avec le virus morbillieux soit due à un phénomène d'interférence virale. Il est certes possible, sinon presque certain, que de l'interféron circulant a pu se produire ; il est néanmoins problématique, d'après tout ce que l'on sait de lui (5), qu'il ait persisté *in vivo* pendant un mois. Il paraît beaucoup plus logique d'attribuer la résistance des bovins à la présence des anticorps antipestiques présents dans leur sérum au moment de l'épreuve virulente. On conçoit néanmoins que pourrait être évoquée une éventuelle association non infectieuse du virus morbillieux et de cellules

réceptrices, génératrice continue d'interféron, hypothèse non prouvée avancée par certains (16).

Que retenir au total de l'essai ? Il est pleinement concluant sur le plan pratique. Il semble que l'on puisse recommander l'utilisation du virus morbillieux pour la protection antibovipestique de bovins dans des territoires exposés mais qui répugnent à l'introduction et à l'utilisation de vaccins antipestiques vivants. Le virus morbillieux MB 113 Y offre sur les vaccins antipestiques inactivés l'avantage d'une plus grande aisance dans la production et d'un prix de revient incomparablement moindre. Une autre application est suggérée dans le prochain chapitre.

Sur le plan dogmatique, nous avons eu des scrupules à parler d'immunité antipestique et nous avons, jusque là, employé le terme : protection. Au regard de tout ce qui vient d'être dit, il paraît pourtant que le comportement des bovins ayant reçu la souche MB 113 Y ne se différencie pas de celui de bovins qui auraient été vaccinés avec un virus pestique, même en ce qui concerne l'excrétion virulente dans le mucus nasal.

On peut estimer, nous semble-t-il, que la souche MB 113 Y détermine une immunité vraie par anticorps circulants ; ce n'est pas une immunité hétérotypique.

III. — INOCULATION AVEC LE VIRUS DE LA ROUGEOLE DE VEAUX IMMUNS PAR ANTICORPS MATERNELS

« Il n'y a que ceux qui sont dans les batailles qui les gagnent » SAINT-JUST.

L'une des plus spectaculaires applications de l'immunisation hétérotypique est la vaccination avec les virus morbillieux du chiot possédant encore des anticorps maternels dirigés contre le virus de CARRÉ, anticorps dont la présence hypothétique pendant plusieurs semaines la réussite de la vaccination spécifique (15). Le problème est exactement le même dans l'immunisation du veau né de vache vaccinée contre la peste, quel que soit le vaccin antipestique utilisé (9, 35, 36). Il devenait dès lors tentant d'essayer chez les veaux le virus morbillieux MB 113 Y.

L'intérêt de cette vaccination devait être double : protéger effectivement les veaux vis-à-vis

d'une contamination pestique pendant au moins plusieurs mois, le temps pour eux d'être justiciables de la vaccination antipestique, réalisée annuellement dans la pratique ; mais en même temps, cette vaccination hétérologue ne devait pas interférer avec la vaccination spécifique, garantie certaine de l'immunité antipestique.

Le principe de l'expérience est dès lors très simple :

- Inoculer avec la souche MB 113 Y un certain nombre de veaux nés de mères vaccinées contre la peste ; en éprouver quelques-uns avec un virus pestique virulent six mois et un an après l'inoculation ; revacciner ceux qui restent avec l'un ou l'autre des vaccins utilisés dans la pratique et juger de l'immunisation spécifique par le relevé thermique et la cinétique des anticorps ;

- Vacciner un groupe de veaux identique au premier avec un vaccin antipestique et, pour comparaison, lui faire subir les mêmes épreuves que le premier groupe ; on s'attend en principe à ce que ce dernier groupe ne soit que partiellement ou pas du tout immunisé.

Matériels et méthodes.

1. — *Cultures cellulaires.* Identiques à ce qui a été exposé précédemment.

2. — *Souches de virus.* La souche morbilleuse MB 113 Y a été cultivée et lyophilisée ainsi qu'il a été dit. Chaque dose vaccinale renferme $10^{4.2}$ DCP₅₀ de virus.

Le vaccin antipestique de cultures cellulaires est celui qui est normalement produit à Farcha, avec la souche RPKO-BK de PLOWRIGHT et FERRIS à son 35^e passage en cellules rénales bovines ; à ce passage, elle est encore un peu hyperthermisante chez certains sujets.

Les lots utilisés dans l'expérience titraient respectivement $10^{3.7}$ et $10^{3.2}$ DCP₅₀ par dose vaccinale.

Le vaccin capripestique est produit selon les normes classiques (25).

La souche bovipestique virulente DK a été utilisée avec les modalités techniques déjà spécifiées.

3. — *Techniques sérologiques.* Semblables à celles précédemment utilisées.

4. — *Déroulement de l'expérience.* Pour se mettre dans les conditions de la pratique telle

qu'elle serait lors d'une éventuelle utilisation de la souche MB 113 Y dans le dessein proposé, on fait le choix de plusieurs villages des environs de Massakory (Tchad) disposant d'un bétail sédentaire que l'on était assuré de retrouver régulièrement. Les vaccinations antipestiques ont été pratiquées régulièrement depuis une quinzaine d'années dans ce poste. On est donc en droit de penser avoir là un échantillon représentatif de l'état immunitaire du cheptel bovin tchadien.

Pour plus de similitude encore avec les conditions pratiques, on décide de faire l'intervention au mois d'octobre, époque à laquelle les tournées de vaccination auraient dû vacciner le bétail des endroits choisis.

Un protocole d'accord avec le Service de l'Élevage du Tchad avait auparavant fixé les conditions techniques et décidé qu'aucune vaccination n'interviendrait dans ces villages en dehors de l'action du laboratoire. Il a apparemment été respecté.

Une prise de sang préalable est effectuée sur les veaux des villages en même temps qu'ils sont numérotés ; après quoi 160 sujets âgés de 2 à 8 mois (la plupart de 4), nés en principe de mère parfaitement immunisées contre la peste, reçoivent une inoculation intramusculaire de $10^{4.2}$ DCP₅₀ de virus morbilleux MB 113 Y.

Un autre groupe de 20 veaux reçoit par voie sous-cutanée une dose vaccinale de vaccin antipestique de cultures cellulaires estimée contenir $10^{3.7}$ DCP₅₀ par dose. Un autre groupe de 20 veaux reçoit un placebo d'eau distillée (à vrai dire destiné psychologiquement aux propriétaires plus qu'aux veaux). Ces deux groupes étaient destinés à apprécier le comportement immunologique du vaccin antipestique sur veaux passivement immuns ainsi que la disparition normale des anticorps colostraux.

Un mois après les inoculations les veaux sont de nouveaux saignés.

Il y a lieu de faire ici une remarque générale qui a son importance pour la discussion de l'expérience : il aurait été logique de disposer du sérum sanguin des vaches mères des veaux pour contrôler leur taux d'anticorps sériques et le rapporter à celui de leurs veaux. Mais étant donné des habitudes traditionnelles d'élevage, il a été impossible de pouvoir disposer des vaches pendant la journée, celles-ci rentrant du

pâturage à la nuit tombée et y retournant à l'aurore. Il n'était donc pas possible, dans ces conditions, d'opérer de prise de sang sur les vaches mères, ce qui aurait été d'autant plus délicat à réaliser que cette opération aurait profondément troublé la vie villageoise alors qu'on s'est au contraire efforcé tout au long de l'expérience, de garder la confiance des éleveurs.

Cinq mois après la vaccination, on se rend acquéreur de 3 veaux du premier groupe et de 3 veaux du second.

Le protocole initial prévoyait l'achat de 12 veaux du 1^{er} groupe et de 6 dans chacun des deux autres. Exposée aux propriétaires, cette procédure avait rencontré leur acquiescement. Une hostilité incompréhensible à la vente et à la prise de sang a dû faire modifier *in extremis* le déroulement des opérations.

Ramenés au laboratoire, les 6 veaux achetés reçoivent un aérosol de virus bovine pestique souche DK en même temps qu'un bouillon réceptif acheté en R. C. A. (disons tout de suite, pour n'y plus revenir, que ce dernier meurt de peste). Des prises de sang sont réalisées avant et après l'épreuve.

Onze mois après la vaccination, la plus grande partie des veaux inoculés a pu être saignée, avec cette fois l'accord complet des propriétaires, sauf

les groupes ayant reçu le vaccin de cultures cellulaires et le placebo d'eau distillée. Douze sujets du premier groupe (virus morbilleux) sont achetés, amenés au laboratoire, où ils reçoivent un aérosol de virus bovine pestique en même temps qu'un témoin qui meurt de peste dix jours plus tard.

Soixante veaux du premier groupe reçoivent soit une dose vaccinale de vaccin capripéistique, soit une dose vaccinale de vaccin antipestique de cultures cellulaires contenant $10^{3,2}$ DCP₅₀ de virus. Les températures rectales des veaux sont prises chaque matin pendant une semaine.

La prise de sang de contrôle qui devait intervenir 45 jours après la vaccination a dû être différée *sine die* pour des raisons totalement indépendantes de notre volonté et de celles des propriétaires qu'il n'y a pas lieu de détailler ici.

Résultats.

Le tableau n° 4 expose les plus saillants des résultats qui seront commentés dans les paragraphes suivants.

1. — Anticorps colostraux.

Leur mesure figure dans les colonnes 4 et 5 du tableau 4.

TABLEAU IV. — Récapitulation générale de l'expérience d'inoculation des veaux, nés de mères vaccinées contre la peste bovine, soit avec le virus de la rougeole MB1 13 Y soit avec le vaccin de cultures cellulaires.

Villages	Veaux		Cinétique des anticorps						Epreuve	
			Avant vaccination		1er mois		11ème mois		du 11 ^e mois	
	N°	Mois	IHM	SNP	IHM	SNP	IHM	SNP	Nature	Réponse
Malioum	2112	4	< 2	< 0,3	< 2	> 1,2	4	> 2	VCP	R
	2113	4	< 2	0,9	< 2	0,9	8	> 2	VCP	R
	2116	4	< 2	< 0,3	2	> 1,2	2	2,7	TC	R
	2117	4	< 2	< 0,3	< 2	0,6	NF	> 3	TC	R
	2118	4	< 2	NF	< 2	NF	2	> 3	PB	R
	2119	4	< 2	NF	< 2	> 1,2	2	> 3	TC	R
	2125	4	< 2	0,3	< 2	0,3	< 2	> 3	VCP	R
	2126	4	< 2	NF	< 2	> 1,2	4	2,7	VCP	R
	2127	4	< 2	< 0,3	< 2	> 1,2	< 2	2,7	PB	R
	2128	4	< 2	> 1,2	NF	NF	< 2	< 0,3	VCP	S
Tamadaye	2130	6	< 2	NF	< 2	> 1,2	< 2	1,7	VCP	S+
	2131	4	< 2	< 0,3	< 2	> 1,2	NF	NF	TC	S
	2132	6	< 2	0,3	4	> 1,2			PB	R
	2134	4	< 2	< 0,3	2	> 1,2	2	2	VCP	R
	2135	6	< 2	0,9	Tr2	1,2	< 2	1,7	TC	R
	2136	6	2-4	> 1,2	2-4	> 1,2	< 2	3	TC	S+
	2137	3	< 2	0,9	< 2	> 1,2	< 2	2	VCP	R
	2138	3	< 2	> 1,2	< 2	> 1,2	< 2	< 0,3	VCP	S
	2140	4	< 2	< 0,3	< 2	> 1,2	< 2	> 3	TC	R
	2142	4	< 2	1,2	NF	> 1,2			PB	R
	2143	3	< 2	0,3	NF	NF	< 2	NF	TC	R
	2146	4	< 2	< 0,3	< 2	> 1,2	NF	NF	VCP	R
	2147	4	< 2	< 0,3	< 2	> 1,2			PB	R
	2148	4	< 2	0,6	< 2	> 1,2	2	> 2	VCP	R
	2150	4	< 2	0,9	< 2	NF	< 2	1,7	TC	R
	2151	4	< 2	< 0,3	NF	NF	< 2	2	TC	R
	2152	4	< 2	< 0,3	2	> 1,2	< 2	2,7	VCP	R
	2153	4	< 2	0,6	< 2	> 1,2	< 2	NF	TC	R
2154	4	< 2	< 0,3	< 2	NF	Tr2	> 3	VCP	R	
2156	4	< 2	NF	< 2	> 1,2	< 2	2,7	TC	R	
2162	4	< 2	NF	< 2	NF	< 2	< 0,3	TC	S	

TABLEAU N°IV (suite)

Villages	Veaux		Cinétique des anticorps						Epreuve du 11 ^e mois	
			Avant vaccination		1 ^{er} mois		11 ^{ème} mois			
	N°	Mois	IHM	SNP	IHM	SNP	IHM	SNP	Nature	Réponse
Sikeri	2186	4	< 2	NF	< 2	NF	< 2	< 0,3	PB	S
	2192	4	< 2	NF	< 2	NF	< 2	3	TC	R
	2193	4	4-8	0,9	4-8	NF	< 2	< 0,3	VCP	S
	2195	4	< 2	< 0,3	< 2	NF	< 2	> 3	TC	R
	2197	4	< 2	0,3	< 2	> 1,2	NF	NF	TC	R
	2701	4	< 2	< 0,3	< 2	> 1,2				
	2702	4	< 2	< 0,3	2	> 1,2	2	> 2	VCP	R
	2708	2	< 2	< 0,3	< 2	> 1,2	< 2	> 2	VCP	R
	2709	4	< 2	NF	< 2	NF	< 2	2,7	VCP	R
	2710	4	< 2	< 0,3	Tr2	> 1,2	4	2,7	PB	R
	2713	4	< 2	< 0,3	4	> 1,2	< 2	> 3	TC	R
	2715	4	< 2	NF	< 2	> 1,2	< 2	1,7	PB	R
	2717	4	2	> 1,2	4	> 1,2	< 2	< 0,3	TC	S
	2718	4	< 2	0,6	< 2	> 1,2	< 2	NF	VCP	R
	2723	4	< 2	0,6	< 2	NF	< 2	> 2	TC	R
	2725	4	8	0,6	32	> 1,2	4	2,7	VCP	R
	2727	4	2	1,2	< 2	> 1,2	< 2	< 0,3	PB	S
	2728	4	< 2	NF	Tr2	> 1,2	32	> 3	PB	R
	2730	4	< 2	< 0,3	< 2	0,9	< 2	> 2	TC	R
	2733	4	NF	NF	4	> 1,2	< 4	> 3	VCP	R
	2734	6	NF	NF	NF	> 1,2	< 2	> 2	VCP	R
	2738	4	NF	NF	< 2	> 1,2	8	1,7	PB	R
	2739	12	NF	NF	4-8	NF	16	> 3	PB	R
	2742	4	< 2	NF	< 2	> 1,2	4	NF	PB	R
	2743	8	< 2	< 0,3	4-8	NF	< 2	2,7	VCP	R
	2744	4	< 2	NF	< 2	> 1,6	< 2	1,7	VCP	R
	2750	4	< 2	NF	< 2	NF	< 2	3	VCP	R
2752	10	< 2	1,2	< 2	> 1,2	< 2	> 2	VCP	R	
2755	4	< 2	Tr	< 2	NF	< 2	> 3	VCP	R	
2757	2	< 2	0,3	< 2	NF	< 2	< 0,3	PB	S	
2758	2	< 2	0,9	< 2	NF	< 2	2	VCP	R	
2759	4	< 2	0,9	< 2	NF	< 2	< 0,3	PB	S	
2760	4	< 2	0,3	< 2	NF	Tr2	> 2	VCP	R	
Kalikakori	2762	4	2	> 1,2	< 2	> 1,2				
	2766	4	2	< 0,3	< 2	> 1,2				
	2775	4	2	< 0,3	< 2	> 1,2				

Abréviations : IHM = Inhibition de l'hémagglutination morbilleuse ;
 SNP = Séro-neutralisation pestique ; Tr = Traces ; NF = Test non fait ;
 VCP = Vaccin caprinisé ; TC = Vaccin de cultures cellulaires ;
 PB = Virus bovine pestique pathogène ; R = Résiste ; S = Sensible.

a) Il n'y a aucune concordance entre les résultats fournis par le test d'inhibition de l'hémagglutination morbilleuse et celui de séro-neutralisation bovine pestique pour la mesure des anticorps colostraux. C'est un fait acquis depuis plusieurs années en ce qui concerne l'immunogénèse pestique : plus est éloigné dans le temps le stimulus antigénique, plus importante est la dissociation des deux tests. Une publication à venir précisera ces résultats.

b) Fort de ce qui vient d'être dit, on ne considère pour commenter la répartition des anticorps colostraux hébergés par les veaux, que les résultats des séro-neutralisations.

On se rend compte que la répartition est extrêmement hétérogène par classes d'âge et par titres sériques.

● Le tableau 5 regroupe les résultats par classes d'âge. Y sont considérés comme positifs tous les veaux possédant des anticorps même à l'état de traces.

Le nombre de 49 sérums est notablement inférieur au nombre de veaux de l'expérience ; pour diverses raisons, dont une panne de congélateur, il n'a pas été possible de disposer de la totalité des prélèvements.

Il est intéressant de constater que dans le

TABLEAU N°V
Répartition des anticorps antipestiques
colostraux par classes d'âge

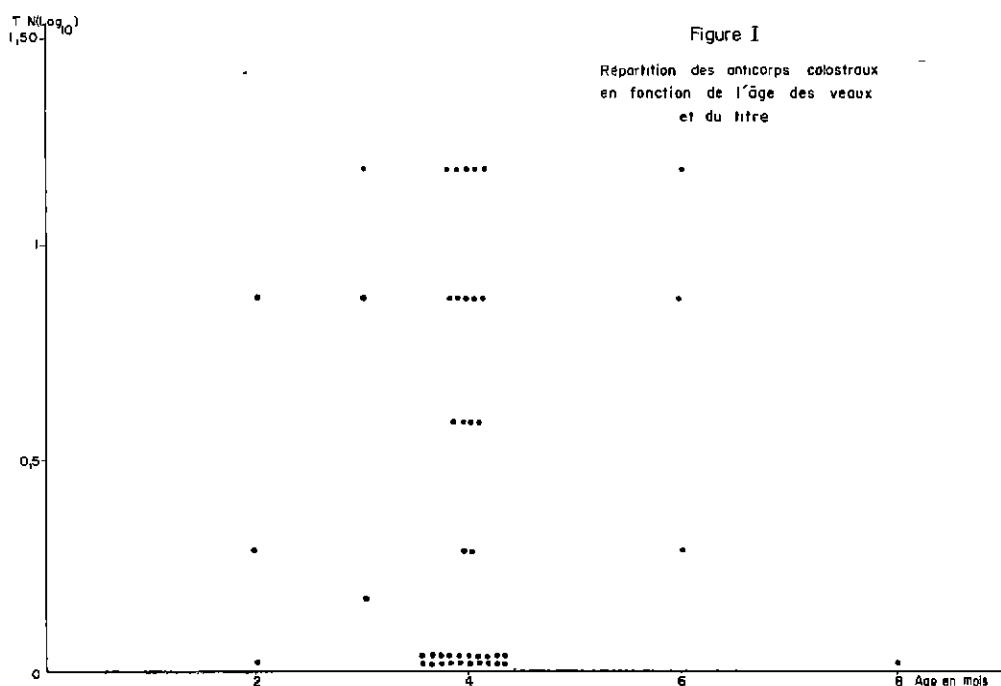
Age en mois	Etat des anticorps		T o t a l
	Présents	Absents	
2	2	1	3
3	3	0	3
4	17	21	38
6	3	0	3
8	0	1	1
10	1	0	1
Total	26	23	49

groupe d'âge de 1 à 6 mois il n'y a que 53 p. 100 de veaux possédant des anticorps, ce faible chiffre étant influencé par le nombre important de veaux de 4 mois les ayant déjà perdus (21 sur 38).

● La répartition quantitative des anticorps, colligée dans la figure 1, est elle aussi digne de remarque par son hétérogénéité.

Avec ces données, il paraît impossible de pouvoir tracer une ligne de régression statistique des anticorps colostraux.

De ces résultats, que peut-on conclure ? Entre le 5^e et le 6^e mois de leur vie, environ 50 p. 100 des veaux de l'expérience, échantillon de ceux de



l'Ouest tchadien, voient disparaître leurs anticorps colostraux, c'est-à-dire récupèrent une réceptivité totale au virus bovine pestique ou aux virus vaccinaux. Cette donnée sera discutée plus loin.

2. — Immunogénèse.

On peut la juger sur trois critères, au demeurant complémentaires.

a) *Genèse d'anticorps.* Un simple coup d'œil aux colonnes 6 et 7 du tableau 4 qui fournissent les résultats enregistrés un mois après l'inocula-

tion, montre qu'il y a lieu de dissocier l'étude des anticorps antipestiques neutralisant et des anticorps inhibant l'hémagglutination morbilleuse. Il n'y a, là non plus, aucune concordance dans les deux groupes de résultats, ce qui vient recouper les résultats de l'expérience princeps.

On peut analyser la genèse des anticorps engendrés par le virus MB 113 Y en fonction de l'état immunitaire des veaux au moment de l'inoculation.

● Immunogénèse antipestique en fonction de

la présence d'anticorps antipeptiques. La situation est résumée dans le tableau 6.

Pour le calcul, on a inclus dans la colonne 7 quelques-uns des chiffres de la colonne 9 du tableau 4, lorsqu'ils étaient positifs pour les veaux dont on n'avait pu disposer du sérum prélevé un mois après inoculation ; étant donné l'en-

semble des résultats, cette pratique semble parfaitement justifiée.

Il est apparent que lorsqu'il n'y a pas d'anticorps antipeptiques transmis, le virus MB 113 Y détermine une montée d'anticorps franche (et durable). Sont ainsi pleinement confirmés les résultats de la première expérience.

TABLEAU N°VI

Génèse des anticorps antipeptiques en fonction de la présence d'anticorps antipeptiques colostraux lors de l'inoculation du virus morbillieux MB 113 Y

Veaux sans anticorps antipeptiques		Veaux avec anticorps antipeptiques	
Montée d'anticorps	Pas de montée	Montée d'anticorps	Pas de montée
23	0	17	7

Chez les veaux possédant des anticorps passivement transmis, le succès de l'immunisation n'est atteint que pour 70 p. 100 d'entre eux. L'analyse du défaut d'immunogénèse antipe-

ptique chez 30 p. 100 des veaux en fonction de l'âge et du titre des anticorps présents avant l'inoculation fournit les chiffres rassemblés dans le tableau 7.

TABLEAU N°VII

Immunogénèse antipeptique en fonction de l'âge et du titre des anticorps colostraux et de l'âge des veaux inoculés avec le virus morbillieux MB 113 Y.

Montée d'anticorps					Pas de montée d'anticorps				
N°	Age	Titre sérique			N°	Age	Titre sérique		
		Avant inoculation	1 mois	11 mois			Avant inoculation	1 mois	11 mois
2136	6	>1,2	>1,2	3	2128	4	>1,2		0
2142	4	1,2	>1,2		2138	3	>1,2	>1,2	0
2752	10	1,2	>1,2	>2	2717	4	>1,2	>1,2	0
2137	3	0,9	>1,2	2	2727	4	1,2	>1,2	0
2113	4	0,9	>0,9	>2	2193	4	0,9		0
2135	6	0,9	1,2	1,7	2758	4	0,9		0
2150	4	0,9		1,7	2757	2	0,3		0
2725	4	0,9	>1,2	1,7					
2758	2	0,9		2					
2153	4	0,6	>1,2						
2718	4	0,6	>1,2						
2723	4	0,6		>2					
2132	6	0,3	>1,2						
2148	4	0,3	>1,2	>2					
2197	4	0,3	>1,2						
2760	4	0,3		>2					
2755	4	Tr		>3					

Les titres sériques sont exprimés par l'exposant de la dilution logarithmique log 10 du TN₅₀

Deux données nous paraissent nettement aberrantes : les chiffres du veau 2752 et du veau 2757 ; notre opinion est que les deux sérums ont été intervertis lors des manipulations, ce qui serait logique avec la suite des résultats. Il est clair que ce n'est pas l'âge du veau qui intervient mais le titre des anticorps colostraux, résultat auquel on pouvait s'attendre. Le titre sérique qui permet une immunogénèse normale se situe entre $TN_{50} = 1$ à 1,2. Lorsque cette immunogénèse a pu se faire, il ne semble pas que le titre sérique résiduel au moment de l'inoculation

influe sur la qualité ni le titre des anticorps antipestiques produits. Il paraît y avoir une sorte de loi du tout ou rien.

- Immunogénèse antipestique en fonction de la présence d'anticorps antimorbilleux. Il est patent que les anticorps ne gênent en rien la montée d'anticorps antipestiques.

- Immunogénèse antimorbilleuse en fonction de la présence d'anticorps antimorbilleux. Le tableau 8 rend compte de cette influence ; elle paraît être sans signification.

TABLEAU N°VIII

Génèse des anticorps antimorbilleux en fonction de la présence d'anticorps antimorbilleux colostraux lors de l'inoculation de virus morbilleux MB 113 Y

Veaux sans anticorps morbilleux		Veaux avec anticorps morbilleux	
Montée d'anticorps	Pas de montée	Montée d'anticorps	Pas de montée
9	40	2	4

- Immunogénèse antimorbilleuse en fonction de la présence d'anticorps antipestiques. On peut analyser globalement l'immunogénèse morbilleuse, auquel cas on voit qu'un mois après l'inoculation 29 veaux n'ont élaboré aucun anti-

corps morbilleux contre 10 qui en ont produit, mais fait étonnant, aux faibles titres de 1 : 2 ou 1 : 4. On peut mettre en cause une certaine lenteur dans la montée des anticorps morbilleux qui, bien que non apparente sur le tableau 9,

TABLEAU N°IX

Immunogénèse des anticorps morbilleux en fonction de la présence d'anticorps antipestiques colostraux lors de l'inoculation de virus morbilleux MB113 Y

Mois après inoculation	T o t a l		Sans anticorps colostraux		Avec anticorps colostraux	
	Montée d'anticorps	pas de montée d'anticorps	Montée d'anticorps	pas de montée d'anticorps	Montée d'anticorps	pas de montée d'anticorps
1 mois	10	29	6	15	4	14
11 mois	11	30	6	13	5	17

existe néanmoins : 12 veaux sans anticorps morbilleux au premier mois en possèdent le 11^e.

La présence d'anticorps antipestiques colostraux ne semble pas être un facteur perturbant l'immunogénèse morbilleuse car les différences ne sont pas significatives.

La faiblesse et la lenteur dans l'élaboration des anticorps morbilleux est frappante lorsqu'on la compare à l'immunogénèse antipestique chez les

mêmes veaux : 40 ont une montée d'anticorps antipestiques contre 10 seulement pour les anticorps morbilleux ; dans le groupe de veaux n'hébergeant pas d'anticorps colostraux, 23 sujets voient apparaître des anticorps sériques neutralisant le virus pestique alors que 6 seulement vont développer des anticorps morbilleux. Il y a apparemment là un paradoxe pour des animaux ayant reçu un authentique virus d'ori-

gine rougeoleuse ! Paradoxe d'autant plus grand que le vaccin de cultures tissulaires induit la formation d'anticorps morbilleux de titres plus élevés que le virus MB 113 Y.

b) *Cinétique des anticorps.* Elle a été évoquée au fil des lignes précédentes et dans les tableaux 4, 7 et 9. Les anticorps antipestiques élaborés sont stables pendant au moins 11 mois les différences de titre apparentes ne sont dues qu'à des modalités dissemblables de dilution des sérums. Les anticorps antimorbilleux activement élaborés sont restés stables chez 4 veaux, sont apparus chez 12 et disparus chez 4.

c) *Résistance aux épreuves.* Aucune discrimination n'a été faite dans le choix des veaux lors de l'achat.

● Epreuve bovipestique virulente réalisée 5 mois après l'inoculation (veaux n° 2132, 2142, 2147, 2732, 2766, 2775). Aucun des veaux inoculés

avec le virus MB 113 Y n'a été malade ; les anticorps antipestiques ont légèrement augmenté chez un animal, tout comme les anticorps antimorbilleux.

Sur les trois veaux du groupe témoin ayant reçu le vaccin antipestique de cultures cellulaires, deux sujets (n° 2766 et 2775) n'ayant pas d'anticorps colostraux au moment de l'inoculation et ayant de ce fait élaboré des anticorps antipestiques, résistent parfaitement sans que se modifie leur sérologie. Le troisième (n° 2762) meurt de peste avant d'avoir produit des anticorps ; chez lui la vaccination antipestique a été inefficace par suite de la présence d'anticorps colostraux résiduels (tableaux 4 et 10).

● Epreuve bovipestique virulente réalisée 11 mois après l'inoculation (n° 2118, 2127, 2186, 2710, 2727, 2728, 2738, 2739, 2742, 2757, 2759). Quatre animaux (n° 2186, 2727, 2757, 2759) ont fait une montée thermique de faible amplitude,

TABLEAU N°X

Epreuves bovipestiques réalisées 5 et 11 mois après l'inoculation de virus morbilleux MB 113 Y ou de vaccin antipestique de cultures cellulaires

Date épreuve	Vaccin	N°	Symptômes	S é r o l o g i e			
				J		J + 10	
				I H M	S N P	I H M	S N P
5 ^{ème} mois	MB 113 Y	2132		16	>3	16	>3
		2142		8	2,7	8	3
		2147		32	3	64	3
	Peste cultures cellulaires	2762		<2	<0,3	< 2	0,3 †
		2766		32	NF	32	NF
		2775		16	NF	16	NF
11 ^{ème} mois	MB 113 Y	2118		2	>3	8	>3
		2127		<2	2,7	8	2,7
		2186	F	<2	<0,3	Tr	0,6
		2710		4	2,7	4	2,7
		2715		<2	1,7	2	>3
		2727	F	<2	<0,3	16	0,6
		2728	L	32	>3	32	>3
		2738		8	2,7	16	2,7
		2739		16	>3	16	>3
		2742		4	NF	8	2,7
		2757	F	<2	<0,3	8	0,6
		2759	F	<2	<0,3	8	0,6

Abréviations : F = Fièvre ; L = Larmoiement ; † = Meurt.

présenté un peu de larmolement mais pas de diarrhée alors que, on l'a dit, mourrait le bovin témoin. Les autres sont restés en bonne santé ; aucun n'est mort. Le tableau 10 regroupe ce résultat.

Il est intéressant de constater que si la sérologie morbilleuse a un peu évolué au cours des 10 premiers jours après l'aérosol infectieux, évoquant la possibilité d'une réaction anamnesticque, la sérologie pestique s'est modifiée que pour les quatre animaux ayant présenté de la fièvre et est restée inchangée chez les autres sauf le n° 2715 ; on peut évoquer pour ce dernier la possibilité d'une réaction anamnesticque.

● Revaccinations effectuées au 11^e mois. Vingt-huit veaux ont reçu le vaccin capripestique, 20 celui de cultures cellulaires.

Les animaux possédant des anticorps antipestiques au moment de la revaccination n'ont pas présenté de montée thermique (tableau 4), hormis le n° 2130 qui, avec un titre $TN_{50} = 10^{1.7}$, a eu un petit épisode fébrile tardif et le n° 2136, lui aussi un peu fiévreux bien que possédant un $TN_{50} = 10^0$ (*).

On conçoit qu'il aurait été intéressant de posséder les sérums des veaux revaccinés ; on a expliqué ci-dessus qu'il avait été impossible d'aller les prélever. Il est vraisemblable que le titre des anticorps antipestiques s'est peu modifié sauf pour ceux présentant un assez bas titre avant la revaccination (par analogie avec le n° 2715 du tableau 10) et que, toujours par analogie avec l'épreuve virulente, le titre des anticorps morbilleux a dû quelque peu augmenter.

Il y a lieu d'évoquer ici un épisode pestique survenu dans un autre village où des veaux avaient été eux aussi inoculés avec la souche MB 113 Y. Une vague de peste est passée trois mois après la vaccination, épargnant tous les veaux ayant reçu le virus morbilleux mais touchant la plus grosse partie de ceux que les propriétaires n'avaient pas présentés. La démonstration de l'efficacité du « nouveau vaccin » a été si éclatante (ce qu'ils n'avaient jamais vu sur les veaux), qu'ils ont demandé que ce seul vaccin soit fait à l'avenir !

(*) Il n'y a pas lieu d'être surpris de la qualité hyperthermisante du vaccin de cultures cellulaires tchadien ; c'est très précisément dans cette optique qu'a été retenu le 35^e passage *in vitro* de la souche RPKOBK.

C'est bien volontiers que l'on peut confirmer cette observation si l'on se rappelle qu'aucun des veaux inoculés puis éprouvés et ayant fait la peste n'est mort, alors que mourraient, fait habituel avec la souche DK, les témoins non vaccinés. Est-ce qu'en dehors de tout phénomène immunologique et, partant, de la présence d'anticorps colostraux, l'inoculation de virus de la rougeole est bénéfique au regard de la protection antipestique ? Ce point sera discuté plus loin.

Discussion.

Les résultats exposés attirent plusieurs réflexions.

1. *Concernant la persistance des anticorps colostraux.* On a vu qu'à l'âge de 6 mois 47 p. 100 des veaux ont perdu leurs anticorps colostraux ; par ailleurs, la répartition selon l'âge est extrêmement hétérogène. C'est une situation qui diffère quelque peu de celle existant en Nigeria du Nord et plus précisément dans la province de Bornou, jouxtant le lac Tchad et soumise aux mêmes conditions écologiques générales que les villages où a eu lieu notre expérience. ROWE (28) y a montré que 90 p. 100 des veaux de 6 mois possédaient encore des anticorps. SMITH (35) quant à lui, utilisant une technique de séro-neutralisation différente, estime que la négativation se produit à un âge un peu plus élevé que celui auquel nous arrivons. D'après les chiffres publiés par BROWN (9), on peut penser que dans l'Est africain le déclin des anticorps est aussi un peu moins rapide qu'au Tchad. Par contre, dans les exemples qu'ils citent, SINGH et coll. (32) arrivent à des chiffres approchant les nôtres. Il est possible que notre échantillonnage ait été trop faible mais, à notre sens, il y a aussi une autre raison qui tient aux pratiques d'élevage de l'Ouest tchadien. Dans cette zone, les vaches font leur premier veau assez tard, au plus tôt à 4 ans, 4 ans et demi ; les avortements, d'étiologie exacte non encore précisée encore que l'on puisse penser — précisément dans les villages où nous avons opéré — que la brucellose intervienne (18), conduisent les éleveurs à conserver longtemps leurs productrices, jusqu'à l'âge de 12 à 14 ans parfois. On conçoit, dans ces conditions, que la trace sérique de la primo-vaccination pestique s'efface graduellement, même si 12 ans après elle les anticorps antipestiques sont toujours présents

(10), et qu'en conséquence les anticorps transmis soient à un titre initial relativement faible. N'ayant pu disposer des sérums des vaches mères des veaux, cette opinion n'est que circonstanciée. Il semble néanmoins acquis par la présence des marques auriculaires de vaccination que toutes les vaches avaient été à plusieurs reprises vaccinées, dont au moins une fois avec le vaccin capripestique, utilisé au Tchad jusqu'en 1964. Il ne paraît pas non plus que les veaux aient été privés de la première tétée riche en colostrum puisqu'en fait 5 veaux sur 6 ont des anticorps jusqu'à l'âge de 3 mois. C'est à partir du 4^e mois que s'accomplit la conversion, donc un peu plus tôt qu'ailleurs sans que l'on puisse préciser les raisons. Il est tout de même bon de noter que c'est dans cette région de l'Ouest tchadien que nous avons rencontré le plus de bovins adultes hypogammaglobulinémiques.

A l'appui de la thèse présentée selon laquelle c'est l'âge de la vaccination de la vache qui intervient dans l'état immunitaire de son veau, on peut citer l'opinion des vétérinaires des provinces Nord du Tchad où l'âge moyen du bétail est plus bas et où par voie de conséquence les veaux ne retrouvent leur réceptivité aux vaccins antipestiques qu'à 8 mois passés (37).

Quoi qu'il en soit de l'âge, ce qui compte dans la présente expérience, c'est le reliquat d'anticorps hébergé par les veaux.

2. *Concernant l'immunogenèse antipestique.* C'est, évidemment, le point capital de l'expérience. On a montré que l'immunisation antipestique avec la souche MB 113 Y était valable pendant au moins 11 mois lorsque le titre sérique TN_{50} des veaux en anticorps colostraux descendait en dessous de $10^{1.2}$. Ce chiffre ne peut en toute rigueur être comparé aux autres publiés à propos de la vaccination antipestique parce que les techniques ou les vaccins utilisés ont été différents (9, 35) ; toutefois, de la discussion de SMITH (35), on peut déduire que les veaux ayant un « index de neutralisation » supérieur à 2,1, 2,3 c'est-à-dire de moins de 9 mois, ne répondront pas à la vaccination avec le vaccin de cultures tissulaires. PLOWRIGHT et TAYLOR (21), quant à eux, trouvent que de simples traces d'anticorps gênent l'immunogenèse ; SINGH et coll. (33) ont eu un veau avec un $TN_{50} = 10^1$ qui ne répondait pas à la vaccination et 6 autres avec des TN_{50} nuls

ou égaux à $10^{0.83}$ qui répondaient mal. C'est reprendre, chiffrée, l'opinion des utilisateurs qui estiment que la vaccination antipestique avec le vaccin de cultures cellulaire ne peut être entreprise avec plein succès avant l'âge de 8 à 9 mois.

Le virus morbillieux MB 113 Y paraît pouvoir être immunigène avec un reliquat d'anticorps colostraux plus important que le vaccin pestique spécifique. La conséquence pratique est qu'avec lui l'âge de la vaccination effectuée avec succès peut être abaissé, ce qui réduit d'autant — sans pourtant l'annuler — le nombre de veaux qui présentent le « hiatus immunitaire de l'âge » dans les mois suivant l'intervention.

Mais, on l'a indiqué, en dehors de toute immunogenèse, il n'en reste pas moins que les veaux ayant reçu ce virus et n'ayant pas élaboré d'anticorps colostraux ne meurent pas lorsqu'ils sont exposés à la peste. Navrante pour l'épizootiologiste, c'est une donnée chère à l'éleveur qui préférera retrouver un veau convalescent plutôt qu'un cadavre.

On ne peut, certes, qu'épiloguer sur le mécanisme de cette résistance. Elle a des analogies avec ce qu'a observé PLOWRIGHT dans la protection des lapins vis-à-vis du virus pestique lapinisé par le virus de la rougeole (19), la protection de la même espèce par le virus de CARRÉ constatée par l'un de nous ou avec ce qui est connu dans la protection du chien par le virus de la rougeole vis-à-vis du virus de CARRÉ : on invoque alors une infection latente des cellules réceptrices du virus de CARRÉ par le virus morbillieux (34) ; la protection dure ce que dure la vie de ces cellules, c'est-à-dire diminue peu à peu. Est-il significatif d'ajouter que dans la présente expérience la protection paraît avoir été partielle au 11^e mois alors que d'après les propriétaires elle était totale au troisième mois ?

IV. — DISCUSSION GÉNÉRALE

On était parti de l'idée que chez le bœuf réceptif à la peste et chez le veau hébergeant des anticorps antipestiques colostraux, le virus de la rougeole pouvait se comporter comme chez le chien avec quelques-unes des caractéristiques suivantes (15, 16) :

- absence de replication et de virémie,
- pas de formation d'anticorps du virus homo-

logue de l'espèce mais genèse éventuelle d'anticorps hétérologues,

- pas de neutralisation *in vivo* par les anticorps colostraux,
- réaction anamnétique des anticorps homologues à la sollicitation antigénique homologue,
- protection sous la dépendance d'un phénomène autre que la simple séro-protection.

A notre étonnement, c'est tout le contraire de chacun de ces points qui a été fourni par la réponse des bouvillons et des veaux ayant reçu le virus de la rougeole, souche MB 113 Y adaptée à la culture en cellules bovines.

On pouvait certes s'attendre à ce que le virus se multipliât chez le bœuf ; c'est très exactement pour cette raison qu'avait été choisie la souche MB 113 Y. Il est par contre surprenant que ce virus n'induit que peu ou pas d'anticorps morbilleux au profit d'authentiques anticorps antipestiques ; que ce virus soit neutralisé par les anticorps antipestiques, heureusement pour les applications pratiques, à un titre inférieur au virus homologue mais néanmoins significatif. Enfin de cette étude il semble ressortir que le virus MB 113 Y confère au veau deux sortes de protections vis-à-vis de la peste : l'une entièrement sous la dépendance d'anticorps neutralisant, l'autre de nature non encore élucidée.

Est-il une explication à ce comportement paradoxal de la souche MB 113 Y chez le bœuf qui en beaucoup de points rappelle celle d'un vrai virus pestique ? Nous pensons que oui et proposons la suivante.

La souche EDMONSTON du virus de la rougeole a d'abord subi dans le laboratoire du Pr. ENDERS un certain nombre de passages en cellules humaines (24 passages en cellules rénales puis 27 en cellules amniotiques) ; elle était à ce moment parfaitement hémagglutinante (17). A Indianapolis, la souche a été cultivée pendant 45 passages en cellules rénales bovines avant d'être envoyée à Farcha sous le nom de souche MB 113 Y. Elle y a été adaptée aux cellules de zébu ; le « vaccin » a été préparé avec le 4^e passage tchadien. Le point intéressant est qu'alors la souche MB 113 Y n'est plus hémagglutinante pour les hématies d'*Erythrocebus patas*, propriété négative que possèdent en général les myxovirus cultivés en cellules bovines, le myxovirus parainfluenza 3 mis à part.

Or, on sait qu'en se libérant de leur cellule-hôte de replication, les myxovirus entraînent avec eux un fragment de la membrane cellulaire, incorporée dans leur propre enveloppe (27) ; ce doit bien être le cas du virus MB 113 Y qui, incorporant dans son enveloppe — support en principe de l'activité hémagglutinante — des fragments de membrane cellulaire bovine, devient de ce fait non hémagglutinant.

Le virus MB 113 Y apparaît alors comme composé de virions possédant un acide nucléique gardant l'empreinte morbilleuse mais néanmoins capable de replication en cellules bovines et d'une enveloppe très proche de celle du virus pestique. Si l'on se souvient que nous avons montré que les nucléocapsides des virus pestiques et morbilleux possédaient des propriétés antigéniques et sérologiques communes à l'exclusion des enveloppes virales, on arrive à la notion qu'effectivement le virus MB 113 Y est bien proche d'un authentique virus bovinepestique.

Cette conception est en accord à la fois avec la neutralisation du virus MB 113 Y par les sérums antipestiques alors que, quoiqu'on ait pu penser, le virus morbilleux n'est pas neutralisé ordinairement par les sérums antipestiques comme cela vient d'être très clairement et élégamment démontré (31), et, est aussi en accord avec la genèse d'anticorps antipestiques par la souche ; ces deux propriétés sont basées toutes deux sur l'enveloppe virale, comme l'indique la virologie générale.

De toutes ces considérations théoriques, que reste-t-il dans la pratique :

— la souche MB 113 Y peut sans danger pour le bœuf ni son entourage servir à le protéger contre la peste pendant plusieurs mois ;

— chez les veaux immuns de peste par anticorps colostraux, elle peut être utilisée pour les protéger dans l'intervalle de temps pendant lequel ils recouvrent leur réceptivité entière au virus pestique ;

— se pose néanmoins pour les génisses qui auront reçu le virus dans leur jeune âge la question suivante : leurs veaux à naître hébergeront-ils une qualité spéciale d'anticorps neutralisant qui ne les rendra plus justiciable de cette pratique ? Des expériences sont en cours pour répondre à la question.

SUMMARY

Rinderpest Protection in cattle by Measles Virus. Application in calves with passive immunity from maternal antibodies

Using strain MB 113 Y of measles virus adapted to culture on bovine kidney cells, the authors show that the intramuscular injection of this virus in zebu cattle rinderpest susceptible, is followed by no clinical reaction, although there is a viraemia. Inoculated animals are resistant to Rinderpest infection for at least 11 months. The origin of the immunity is humoral (presence of genuine rinderpest antibodies), and possibly cellular. Inoculated cattle either produce no measles antibodies, or produce them only at very low titres. Calves with colostral immunity to rinderpest can be inoculated with strain MB 113 Y which confers protection against Rinderpest at an age where tissue-culture rinderpest vaccine would be ineffective. In view of the particular biological and immunological characteristics of this strain of measles virus, the authors express the opinion that it occupies an intermediate position between rinderpest and measles viruses, from which it derives various antigenic constituents.

RESUMEN

Protección antipestica transmitida a los bovinos mediante el virus del sarampión. Aplicación en los terneros pasivamente inmunes por los anticuerpos maternos.

Se utiliza la cepa MB 113 Y del virus del sarampión adaptada al cultivo en células de riñones de bovinos. Los autores demuestran que no está seguida con ninguna reacción clínica la inoculación intramuscular del dicho virus en el cebú receptivo a la peste bovina, aunque se encuentre una viremia. Los bovinos inoculados son resistentes a la contaminación bovinepéptica durante 11 meses a lo menos. Es de origen humoral (presencia de verdaderos anticuerpos anti-pesticos) y acaso celular ésta inmunidad. Los bovinos inoculados no elaboran, o solamente en muy pequeños títulos, anticuerpos morbillosos.

Los terneros inmunes de peste bovina por los anticuerpos del calostro necesitan la inoculación con la cepa MB 113 Y, dando a ellos una protección antipestica en edad en que la vacuna antipestica de cultivos celulares sería ineficaz. Según el comportamiento biológico e inmunológico particular de ésta cepa morbillosa, los autores piensan que la dicha tiene una posición intermedia entre los virus pesticos y morbillosos y comporta varios constituyentes antigenicos semejantes.

BIBLIOGRAPHIE

1. Anonyme. — **Recherches sur la persistance du virus pestique dans les viandes réfrigérées provenant de bovins atteints de peste bovine et sur la possibilité de propagation de celle-ci par les viandes d'animaux exportées des régions infectées.** Rapport final. Publication I. E. M. V. T., 10, rue Pierre Curie, 94-Alfort, janvier 1965.
2. Anonyme. — **Connaissances acquises récemment sur la peste bovine et son virus.** *Rev. Elev. Med. Vet. pays trop.*, 1966, 19, 365-413.
3. ATKINSON (G. F.) et al — **Bovine virus diarrhoea vaccine for protection of pigs against hog cholera.** *Proc 66th. Ann. Meet. U. S. sanit. Livest. Ass.*, p. 326.
4. BAKER (J. A.), SHEFFY (B. E.), ROBSON (D. S.) et GILMARTIN (J.). — **Response to measles virus by puppies with maternally transferred distemper antibodies.** *Cornell, Vet.*, 1966, 56, 588-594.
5. BARON (S.). — **Interferon.** *Ann. Rev. Mic.*, 1966, 20, 291-318.

6. BÖGEL (K.), ENDERS-RUCKLE (G.) et PROVOST (A.). — Une réaction sérologique rapide de mesure des anticorps anti-bovipestiques. *C. R. Acad. Sc. (Paris)*, 1964, **259**, 482-484.
7. BÖGEL (K.), PROVOST (A.) et ENDERS-RUCKLE (G.). — Hämagglutinations-Hemmungsreaktion bei Rinderpest. II. Antikörperproduktion nach Inokulation verschiedener Lebendimpfstoffe beim Rind. *Zentbl. Bakt. I, Org.* 1966, **201**, 137-153.
8. BOURDIN (P.), ROBIN (P.), DIAGNE (L.), MONNIER (J.) et BERNARD (G.). — In : Rapport annuel pour l'année 1966 du Laboratoire National de Recherches Vétérinaires de Dakar-Hann, p. 49-51.
9. BROWN (R. D.). — Rinderpest immunity in calves. I. The acquisition and persistence of maternally derived antibody. *J. Hyg. (Camb)* 1958, **56**, 427-434.
10. BROWN (R. D.) et RASHID (A.). — Duration of rinderpest immunity in cattle following vaccination with caprinized rinderpest virus. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1965, **13**, 311-315.
11. DELAY (P. D.), STONE (S. S.), KARZON (D. T.), KATZ (S.) et ENDERS (J.). — Clinical and immune response of alien host to inoculation with measles, rinderpest and canine distemper viruses. *Am. J. Vet. Res.*, 1965, **26**, 1359-1373.
12. GILLESPIE (J. H.) et KARSON (D. T.). — A study of the relationship between canine distemper and measles in the dog. *Proc. Soc. Exp. Biol.*, 1960, **105**, 547-551.
13. MATUMOTO (M.), MUTAI (M.), OGIWARA (H.) et NAKAMORA (M.). — Prolifération du virus rougeoleux en culture de cellules rénales bovines. *C. R. Soc. Biol.*, 1961, **155**, 1192-1195.
14. MOURA (R. A.) et WARREN (J.). — Sub-clinical infection of dog by canine-adapted measles virus evidenced by their subsequent immunity to canine distemper virus. *J. Bact.*, 1961, **82**, 702-705.
15. OTT (R. L.). — Comments on heterotypic (measles) vaccine. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, 1966, **149**, 692-698.
16. PEACOCK (G. V.). — Heterotypic virus vaccines. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, 1966, **149**, 675-680.
17. PERIES (J.). — Technique d'inhibition de l'hémagglutination appliquée à la rougeole. *Path. Biol.*, 1964, **12**, 223-225.
18. PERREAU (P.). — La brucellose bovine au Tchad. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop.*, 1956, **9**, 247-259.
19. PLOWRIGHT (W.). — Rinderpest virus. *Ann. N. Y. Acad. Sc.*, 1962, **101**, 548-563.
20. PLOWRIGHT (W.) et FERRIS (R. D.). — Rinderpest virus in tissue cultures. III. Stability of cultured virus and its use in virus neutralization test. *Arch. ges. Virusf.*, 1961, **11**, 516-533.
21. PLOWRIGHT (W.) et TAYLOR (W. P.). — Long term studies of the immunity in East african cattle following inoculation with rinderpest culture vaccine. *Res. Vet. Sc.*, 1967, **8**, 118-128.
22. PROVOST (A.). — Essai de transmission de la peste bovine par aérosol virulent. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1958, **6**, 79-85.
23. PROVOST (A.) et BORREDON (C.). — Comportement des bovins vaccinés avec le vaccin antipestique de culture cellulaire vis-à-vis de l'infection bovine naturelle. A paraître.
24. PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.). — Note sur la peste bovine expérimentale du dromadaire. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop.*, 1968, **3**, sous presse.
25. PROVOST (A.), VILLEMOT (J. M.) et QUEVAL (R.). — La production du vaccin capripéste au laboratoire de Farcha. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1958, **6**, 361-371.
26. ROBERTS (J. A.). — A study of the antigenic relationship between human measles virus and canine distemper virus. *J. Imm.*, 1965, **84**, 622-628.
27. ROTT (R.), DRZENIEK (R.), SABER (M. S.) REICHERT (E.). — Blood group substances, Forssman and mononucleosis antigens in lipid-containing RNA viruses. *Arch. ges. Virusf.*, 1966, **19**, 273-288.
28. ROWE (L. W.). — A screening survey for rinderpest neutralising antibodies in cattle in northern Nigeria. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1966, **14**, 49-52.
29. SCHWARZ (A. J. F.) et ZIRBEL (L. W.). — Propagation of measles virus in non primate tissue culture. I. Propagation in bovine kid-

- ney tissue culture. *Proc. Soc. Exp. Biol.*, 1959, **102**, 711-714.
30. SCOTT (G. R.) et BROWN (R.). — **Rinderpest diagnosis with special reference to the agar gel double diffusion test.** *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1961, **9**, 83-120.
31. SHISHIDO (A.), YAMANOUCHI (K.), HIKITA (M.), SATO (T.), FUKUDA (A.) et KOBUNE (F.). — **Development of a cell culture system susceptible to measles, canine distemper, and rinderpest viruses.** *Arch. ges. Virusf.*, 1967, **22**, 364-380.
32. SINGH (K. V.), OSMAN (O. A.), EL CICY (I. F.) et BAZ (T. I.). — **Colostrum transfer of rinderpest neutralizing antibody to offspring of vaccinated dams.** *Canad. J. Comp. Med.*, 1967, **31**, 295-298.
33. SINGH (K. V.), OSMAN (O. A.), BAZ (T. I.) et EL CICY (I. F.). — **The use of tissue culture rinderpest vaccine for Egyptian cattle and water buffaloes.** *Cornell Vet.*, 1967, **57**, 465-479.
34. SLATER (E. A.) et MURDOCK (F. M.). — **Why does measles virus induce resistance to canine distemper?** *Vet. Med.*, 1963, **58**, 717-723.
35. SMITH (V. W.). — **Active immunization of calves with tissue cultured rinderpest vaccine.** *J. Comp. Path.*, 1966, **76**, 217-224.
36. STRICKLAND (K. L.). — **Vaccination of calves against rinderpest.** *Vet. Rec.*, 1962, **74**, 630-631.
37. TACHER (G.). — Communication personnelle.
38. VILLEMOT (J. M.), PROVOST (A.) et GORET (P.). — **Nouvelles recherches sur l'immunisation croisée : maladie de Carré - peste bovine.** *Rev. Elev. Med. Vet. Pays trop.*, 1961, **14**, 233-144.
39. WARREN (J.). — **The relationships of the viruses of measles, canine distemper and rinderpest.** *Adv. Virus Res.*, 1960, **7**, 27-60.
40. WARREN (J.), NADEL (M. K.), SLATER (E.) et MILLIAN (S. J.). — **The canine distemper-measles complex. I. Immune response of dog to canine distemper and measles viruses.** *Am. J. Vet. Res.*, 1960, **21**, 111-119.

Utilisation en Afrique centrale d'un vaccin aviaire polyvalent *

par A. PROVOST et C. BORREDON

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

RÉSUMÉ

L'éventail relativement restreint des épizooties frappant les volailles autochtones d'Afrique centrale, l'absence apparente d'infection leucosique chez ces oiseaux, la raréfaction d'une main-d'œuvre qualifiée imposant le minimum d'interventions vaccinales et la nécessité de l'immunisation à large spectre des volailles d'importation, ont conduit à l'adoption d'un vaccin vivant lyophilisé mixte contre la maladie de Newcastle, la variole aviaire et la typhose, inoculable en un seul temps dès la troisième semaine de la vie. Les deux premiers composants de ce vaccin sont obtenus sur cellules bovines en culture afin de ne pas transmettre d'infections aviaires ; le troisième fait appel à *S. gallinarum* souche 9 R. Après 5 années d'expérience, les résultats enregistrés sur le terrain sont très satisfaisants.

Le vaccin aviaire polyvalent qui sera décrit dans les lignes suivantes n'a pas la prétention d'être une panacée pour l'aviculture mondiale. Il est présenté comme une solution apportée à quelques problèmes de pathologie infectieuse des volailles domestiques spéciaux à l'Afrique centrale (**). Il est vraisemblablement perfectible. Comme néanmoins il donne des résultats satisfaisants depuis 5 ans qu'il est employé, nous avons cru bon de présenter quelques commentaires sur la genèse de sa conception et sur des points particuliers de sa production, de son contrôle et de son utilisation.

* Communication présentée au 18^e congrès mondial vétérinaire, Paris 17-22-juillet 1967.

(**) La dénomination Afrique centrale s'entend de l'aire d'action du laboratoire de Farcha qui couvre les Républiques du Tchad, Centrafricaine, du Gabon, du Congo et de la République fédérale du Cameroun.

I. — INTRODUCTION

LA NÉCESSITÉ D'UNE IMMUNISATION POLYVALENTE.

1. Etat actuel de l'aviculture en Afrique centrale.

Il n'est pas dans ce propos d'entreprendre une étude zootechnique ou économique sur les mérites respectifs pour l'Afrique centrale de l'élevage avicole en parquets ou de l'élevage familial. Tout au plus donnera-t-on un très bref aperçu des types d'élevage avicole qu'on y rencontre.

De loin le plus nombreux est l'élevage *traditionnel familial*. L'effectif est difficile à évaluer ; au Tchad, on peut légitimement penser qu'il doit y avoir 4 millions de poulets, 900.000 en R. C. A., 800.000 au Congo, 200.000 au Gabon, 1.500.000 dans le Nord-Cameroun. Sans être l'objet de soin

spéciaux (ce que l'on peut déplorer car les pertes sont lourdes), cet élevage se rencontre partout, autour des cases, depuis les villages de la forêt jusqu'à ceux du sahel tchadien. Les races sont incertaines mais paraissent se rattacher à un type « coureur » de petite taille que RECEVEUR appelle « poulet centre-africain ».

L'alimentation est simplifiée : ce sont les débris de vanage et de pilage du mil, du maïs ou du manioc, les jours fastes quelques reliefs de cuisine. Le complément alimentaire est recherché par les volailles, vivant à l'état d'entière liberté, dans la brousse avoisinant le village où elles trouvent des graminées sauvages et des proies vivantes (batraciens, lézards, gastropodes, insectes).

Les œufs, quand on les trouve, ne sont pas consommés ; ils sont laissés à la pondeuse qui, une fois sa ponte terminée, les couve. Les poules sont bonnes mères, comme beaucoup d'oiseaux sauvages, ce qui est heureux car les poussins ne sont l'objet d'autres soins que ceux qui consistent à les enfermer le soir pour les mettre à l'abri des petits carnassiers (6). La chair elle-même n'est pas l'objet de consommation courante ; c'est un luxe réservé à quelque cérémonie et à une catégorie sociale aisée ; plus souvent, le poulet est un présent offert à un hôte de passage.

Cet élevage familial traditionnel reste ainsi, pour l'instant, un authentique produit de cueillette. Il ne faut pas pour autant en sous-estimer la valeur, car si modeste soit-il, il est une source de protéines animales obtenues à peu de frais et sans travail. Il est traditionnel d'admettre que la rusticité de ces volailles est à toute épreuve. C'est du moins l'impression que fournit l'observation superficielle des poules vivant autour des cases dans les conditions qui viennent d'être rapportées. Toutefois, si l'on comptabilise la production d'œufs, on s'aperçoit que le taux d'éclosion varie de 30 à 70 p. 100 et qu'à peine 1/3 des poussins parviennent à l'âge adulte. Des carences alimentaires interviennent évidemment, mais nous verrons qu'existent aussi des problèmes de pathologie auxquels il serait facile de remédier.

L'élevage amélioré est d'introduction très récente. Les effectifs sont encore modestes : moins de 10.000 sujets au Tchad et autant d'importation annuelle de poussins d'un jour ; 19.000 en R. C. A. avec 100.000 importations annuelles de poussins ; 4.000 sujets au Gabon ; une quarantaine

de mille au Congo, mais plus de 3 millions dans le Sud-Cameroun.

Les races sont diverses, d'origine européenne et américaine. La préférence va aux croisements spécialisés pour la ponte ou la chair. On peut déplorer que des importations anarchiques ou non contrôlées aient introduit des gènes morbides (malformations des pattes) ou des germes infectieux (pullorose).

La nourriture est soit importée d'Europe, soit produite sur place dans de petites exploitations avec les céréales locales (mil, maïs, riz, manioc), des tourteaux d'arachide, des farines de sang et de viandes, sous-produits d'abattoir. Les compléments minéraux et vitaminiques sont importés.

Mis à part le Sud-Cameroun, la production d'œufs dont le prix oscille entre 25 et 45 francs CFA l'unité, ne trouve acheteur que dans la population européenne ou la bourgeoisie africaine. Il en est pour l'instant de même des poulets de chair.

L'impression générale est que l'élevage des races améliorées est facile. Il ne se pose pas de très gros problèmes de pathologie ; les erreurs alimentaires sont vite corrigées car le forçage en vue d'une rentabilité accrue n'a pas la même ampleur qu'en Europe.

Il est un point sur lequel il paraît bon d'insister et qui explique ce fait. Il n'existe aucune intrication entre les deux modes d'élevage : l'élevage amélioré est citadin, se fait en vase clos ; l'élevage traditionnel est essentiellement rural. Sa commercialisation ne se fait que sur les marchés, en vue de la consommation immédiate. Aussi n'y a-t-il que peu de passage de la pathologie de l'un à l'autre.

Depuis plusieurs années sont réalisées des introductions de volailles de races améliorées dans les villages de brousse. L'absorption se fait immédiatement ; dans les mois suivants on ne retrouve plus les oiseaux introduits mais on note depuis quelques années une tendance à l'augmentation du format des poulets présentés sur les marchés locaux comme du poids des œufs.

Canards et pigeons ne seront mentionnés que pour mémoire.

2. Inventaire de pathologie avicole.

La pathologie des oiseaux domestiques d'Afrique centrale est relativement pauvre à telle enseigne qu'un grand accouveur français estime

qu'il serait, de ce fait, plus rentable de produire des poussins en Afrique qu'en Europe.

En élevage familial, elle ne possède que deux composantes, l'une infectieuse, l'autre parasitaire. Le côté alimentaire n'a pas lieu d'être évoqué puisque l'une des caractéristiques de cet élevage est justement de ne pas s'en préoccuper. La simple observation montre d'ailleurs que poules et canards parviennent à assurer leur croissance et leur reproduction avec la nourriture qu'ils glanent çà et là.

En élevage amélioré et industriel, les erreurs alimentaires s'observent de temps à autre. Ce sont :

des hypovitaminoses B entraînées par un excès de poisson cru dont l'intestin contient des antivitamines B,

des hypovitaminoses E se traduisant par le syndrome d'encéphalomalacie de nutrition sur les poussins âgés de 3 semaines à un mois,

des hypocalcémies (œufs à coquille fragile ou sans coquille),

des hyperprotidoses, les propriétaires croyant bien faire en ajoutant des protéines (viande, poisson) aux aliments dits « complets » achetés dans le commerce. Ces erreurs sont aisément corrigées. Reste la pathologie infectieuse et parasitaire, touchant tous les types d'élevage.

La maladie de Newcastle a été diagnostiquée au Congo dès 1941 (19) puis de nouveau en 1949 (25). De là elle aurait gagné l'Oubangui-Chari (actuellement R. C. A.), puis le Tchad en 1954. L'opinion commune veut que la maladie soit répandue, ce dont font écho les rapports de l'O. I. E. et de la F. A. O. car on a tendance à appeler « peste aviaire » toute mortalité des poules. Il est bon de faire remarquer que le virus n'a été isolé et authentifié que deux fois par le laboratoire de Farcha : une fois en décembre 1959, dans de petits élevages familiaux de Fort-Lamy, la mortalité des poules étant alors contemporaine de celle des mange-mil (*Quelea quelea*) ; à la même époque, le virus était isolé au Congo (9). L'autre occasion s'est présentée en novembre 1962 dans quelques élevages familiaux de la même ville du Tchad. A notre connaissance en aucune autre circonstance le virus de Newcastle n'a été authentifié. Il n'existe que des rapports d'autopsie, sans tentative d'isolement du virus, laissant penser que la maladie évolue peut-être à bas bruit en R. C. A. On a signalé en Nigeria et au Sou-

dan d'importantes mortalités dues à cette virose (16, 17).

Il est donc possible mais non certain que la maladie de Newcastle existe à l'état enzootique ; très objectivement, elle ne paraît pas occasionner de grosses pertes dans les états d'Afrique centrale. Son incidence économique reste à démontrer. Des sondages sérologiques réalisés sur des sérums de poules locales tchadiennes non vaccinées et sur des sérums d'oiseaux sauvages (oie d'Egypte, oie caronculée) montrent la présence d'anticorps inhibant l'hémagglutination dans les sérums des anatidés sauvages, ce qui laisse supposer que la maladie existe au moins sous forme asymptomatique dans ces espèces et qu'elle peut représenter un danger pour les volailles (13). Une enquête réalisée au Congo indique que 7 p. 100 des poules des villages possèdent des anticorps naturels à un taux significatif (9).

On est donc avec la maladie de Newcastle dans une situation où on peut penser que la virose existe mais en quelque sorte sous une forme occulte dont on peut toujours craindre un réveil (*).

La variole aviaire est, par contre, très répandue. Témoins en sont les cicatrices rencontrées sur les crêtes et les barbillons de pratiquement toutes les poules. Le mode de contagion médiat paraît être plus important que la contagion directe, les moustiques jouant le rôle de lancettes infectées de virus. Toutes les formes cliniques se rencontrent, les plus graves étant la stomatite et la sinusite qu'aggrave au Tchad leur apparition en saison fraîche et sèche, entraînant la dessiccation des fausses membranes. Volailles autochtones et améliorées paient tribut à la maladie ; chez ces dernières, la ponte est gravement perturbée.

L'encéphalomyélite aviaire, la monocytose aviaire ont été signalées chacune une fois dans des élevages européens.

Les leucoses posent un problème particulier.

(*) Ces lignes ont été écrites en avril 1967. En janvier 1968 est apparue dans la région lamyfortaine une flambée de maladie de Newcastle, ne laissant que des cadavres dans les poulaillers non vaccinés et dans les élevages familiaux traditionnels. On mesure en ces circonstances combien paraît fondée la proposition émise plus loin de la nécessité de la vaccination anti-Newcastle bien avant que n'existe l'épizootie.

Elles sont fréquentes sur les races importées, certaines souches paraissant être plus sensibles que d'autres. Mais il est intéressant de signaler qu'aucune forme de leucose (sanguine ou viscérale) ni de neurolymphomatose n'a jamais été rencontrée chez les poules locales sur les milliers d'autopsies pratiquées. Il ne paraît pas s'agir d'un état de résistance particulier, comme le montre leur réceptivité à l'inoculation du virus du sarcome de ROUS, mais de leur non-infection par les virus leucosiques. Une expérience du laboratoire de Farcha (24) a prouvé qu'un échantillon de poules locales n'excrétait pas de virus RIF dans leurs œufs et n'hébergeait pas d'anticorps antiviral de ROUS. Il est malheureusement difficile d'étendre ces résultats à toute l'Afrique centrale en raison de la complexité et du temps requis pour les épreuves virologiques mises en œuvre. Incidemment on remarquera que des oiseaux domestiques et sauvages d'Afrique Orientale possèdent des anticorps antiviral de ROUS (20). Il s'agit donc peut-être là d'un état de fait heureux pour l'Afrique centrale pour autant que l'absence du virus RIF soit un authentique témoin de l'absence de virus leucosiques, ce dont doutent certains auteurs (29) ; néanmoins il paraît bon de remarquer que les pathologistes aviaires ignorent les leucoses sur les volailles autochtones d'Afrique occidentale (17).

Le choléra aviaire a été autrefois signalé sous sa forme chronique au Congo (26). Il existerait encore avec une incidence sporadique au Gabon mais la pasteurelle n'a jamais été isolée ni identifiée.

Les infections salmonelliques sont extrêmement fréquentes, tout particulièrement celles causées par *Salmonella gallinarum-pullorum*. La pullorose est plus rare que la typhose, cette dernière se manifestant chez les pondeuses. La mortalité est constante, échelonnée dans le temps. Poules locales et races importées sont également touchées. Il ne paraît pas autrement exagéré de dire que les poules adultes, ayant survécu aux autres causes morbides, auront toutes chances de mourir avant l'âge de 2 ans de typhose ; il est en tout cas patent de ne voir en Afrique centrale que des volailles jeunes. Sur les poules locales vues à l'autopsie, cette maladie représente plus de la moitié des cas. A côté de la typhose, d'autres infections à entérobactéries peuvent toucher les volailles : différentes *Salmonella* (21), plusieurs

sérotypes de colibacilles et, récemment identifié, *Edwardsiella tarda* sont isolés (27). Leur incidence n'est que sporadique ; il s'agit surtout d'infections d'élevage mal tenus.

La spirochétose est un problème préoccupant dans la partie sahélo-soudanaise de l'Afrique centrale (Tchad, région de Birao en R. C. A., Nord-Cameroun). Elle paraît ne pas exister en altitude (Adamaoua) ni sous les climats équatoriaux, ceci très vraisemblablement en rapport avec l'absence de l'un de ses vecteurs, *Argas persicus*, de ces régions. Ailleurs elle est très fréquente. L'observation montre que tôt ou tard poules locales ou importées font un accès de spirochétose clinique. Morbidité et mortalité sont importantes, surtout en début de saison des pluies, mais l'accès n'est pas toujours mortel si n'existent pas d'autres causes morbides concomitantes (typhose latente, infestations vermineuses) ; néanmoins il ébranle profondément le comportement des volailles, entraîne des retards de croissance, stoppe la ponte, détermine des lésions hépatiques (dégénérescence graisseuse) qui laissent les oiseaux sans défense vis-à-vis des infections ultérieures, singulièrement de la typhose. L'association pathogène spirochétose-aegyptianellose ou spirochétose-variole est responsable d'hécatombes dans les poulaillers. La prophylaxie sanitaire de la maladie est illusoire étant donné la pullulation des moustiques vecteurs. Le traitement à la pénicilline réussit bien quand il est financièrement accessible par les propriétaires ; il reste toujours des lésions hépatiques au pronostic redoutable.

Les maladies respiratoires dans leur ensemble ne paraissent pas constituer un problème. *Mycoplasma gallisepticum* a été isolé à plusieurs reprises de cas de sinusites de volailles locales et de lésions des sacs aériens de poules importées ; la maladie respiratoire chronique n'est pourtant pas reconnue comme une entité clinique. La bronchite infectieuse, la laryngotrachéite sont inconnues. Une sinusite à *Hemophilus* peut occasionnellement sévir en saison fraîche au Tchad et compliquer les cas d'épithélioma variolique ; elle est rare. Contrastant avec ce tableau d'ensemble rassurant, on signale pourtant depuis quelques mois à Bangui des maladies respiratoires d'étiologie imprécisée.

La tuberculose existe ; c'est une maladie rare, apanage de quelques volailles autochtones en certaines régions (Mayo-Kebbi au Tchad).

Les *parasitoses* variées ne seront pas envisagées ici. Elles ont fait l'objet d'enquêtes depuis plusieurs années et d'expériences dans le choix d'anthelminthiques efficaces et polyvalents (13, 24). Les infestations vermineuses sont redoutables dans tous les élevages. Ascariidiose et taeniasis sont extraordinairement fréquents et, quoi qu'on en puisse penser, mal supportés par les oiseaux. Ils diminuent leur résistance vis-à-vis des autres causes morbides.

Les *coccidioses* forment un fond pathologique sous les climats équatoriaux à humidité constante pour la volaille d'importation ; les poules locales sont porteuses d'ookystes mais moins cliniquement touchées. La maladie est plus rare sous le climat sahélien sauf en saison des pluies.

3. Nécessité d'un vaccin associé.

Du bref inventaire de pathologie infectieuse aviaire qui vient d'être dressé se dégagent quelques points saillants.

La maladie de Newcastle paraît ne pas exister ou est très localisée ; l'ensemble de la population aviaire domestique est donc sensible et exposé à une incursion du virus (ce que montrent d'ailleurs les inoculations expérimentales réalisées au laboratoire).

D'importance égale paraissent être la variole, la typhose et la spirochétose.

Les autres infections ne sont que mineures.

Il est, en ces circonstances, nécessaire de songer à une prophylaxie médicale des quatre grandes maladies ci-dessus évoquées. Dans cette optique, le laboratoire de Farcha depuis 1955 a produit plusieurs vaccins, contre la maladie de Newcastle (souche BEAUDETTE), la variole (souche virulente d'ovoculture) et la typhose (germes inactivés par le formol). Quant à la spirochétose il a récemment été possible de mettre un vaccin au point.

Les vaccins monovalents ont toutefois le désavantage de requérir plusieurs interventions ce qui, dans des pays où la main-d'œuvre qualifiée est insuffisante, pose des problèmes. On remarquera au passage que vaccins contre la variole et la typhose, d'emploi quasi obligatoire, demandant nécessairement une manipulation des oiseaux, on pouvait songer en profiter pour immuniser en même temps contre la maladie de Newcastle. L'emploi de vaccins buvables contre

cette maladie nous paraît en effet être à proscrire en Afrique tropicale, tout spécialement dans les climats sahélo-soudanais, en raison de l'inactivation possible due aux conditions météorologiques et aux fréquentes impuretés des eaux rencontrées (pH trop acide ou trop basique).

C'est pourquoi a été tentée l'association de plusieurs immunigènes dans un vaccin plurivalent à usage aviaire ; il comporte actuellement les antigènes : virus de Newcastle, de la variole et *S. gallinarum*. Il est dans l'esprit d'y adjoindre un antigène contre la spirochétose quand celui-ci sera au point. Il fut décidé que ce vaccin serait injectable, mettant à profit pour le virus variolique les normes d'immunisation intramusculaire définies par BASSET (4).

Ce vaccin n'est pas spécialement révolutionnaire puisqu'il reprend l'idée de vaccins de certaines maisons de commerce (*). Son originalité tient dans le choix des souches et dans son mode de préparation qui en font un produit adapté à l'Afrique centrale.

II. — PRODUCTION ET CONTRÔLE DU VACCIN POLYVALENT

1. Principes directeurs — choix des souches.

De la nécessité d'une intervention unique pour vacciner les volailles, obligation résultant de la rareté de la main-d'œuvre pouvant pratiquer l'opération, découle le choix de vaccins à germes vivants plutôt qu'à immunigènes inactivés, les premiers étant réputés fournir des périodes de protection plus longues que les autres. Cas commun pour les antigènes Newcastle et variole pour lesquels abondent les souches vaccinales, le choix de l'antigène *S. gallinarum* pouvait s'avérer plus délicat.

Il fallait tenir compte d'autres facteurs dont le plus important paraissait être l'apparente absence de virus des leucoses chez la volaille locale. Or pour certaines raisons (impossibilité d'avoir de grosses quantités d'œufs avec les poules locales, faible volume des œufs, possibilité de contamination salmonellique), le laboratoire est dans la nécessité d'importer des œufs d'Europe pour produire ses vaccins d'ovoculture (dont un

(*) Avimix de l'Institut Mérieux.

vaccin antipéripleuristique). Ce faisant, il est possible qu'il importe en même temps le virus de Newcastle, des mycoplasmes ou d'autres agents pathogènes transmis par les œufs, dont surtout des virus leucosiques qui pourraient se retrouver dans ses vaccins d'ovoculture comme l'a montré BURMESTER (8). Bien qu'il soit admis que la réceptivité aux virus des leucoses ne soit entière que durant les tous premiers jours de la vie de l'oiseau, il a été montré dans le cas des poules autochtones du Tchad que les adultes étaient réceptifs (au moins au virus de ROUS). Gardant également à l'esprit que les leucoses aviaires sont authentiquement contagieuses (7, 10), il ne pouvait paraître logique que le laboratoire de Farcha produise un vaccin aviaire destiné à une grande diffusion en Afrique centrale et pouvant entraîner des risques de dispersion de maladies qui n'y sont apparemment pas présentes. En conséquence, le choix des souches vaccinales s'est orienté vers des souches capables d'être cultivées en cellules hétérologues.

Pour le *virus de Newcastle*, plusieurs souches s'offraient. Le choix final s'est orienté vers la souche BANKOWSKI (2, 3) qui jouit de qualités immunigènes solides. Cultivable en cellules rénales de porc ou de veau, la technologie de sa production avait déjà été étudiée par l'un de nous (23). On pouvait craindre qu'elle soit trop pathogène, ce qui a été vérifié selon les normes classiquement admises (1) : dans nos mains, son « indice de neurovirulence » a été trouvé de 0,54 et « l'index de pouvoir pathogène par voie intraveineuse » égal à zéro ; elle tue l'embryon de poulet en 96 heures environ. Elle se situe donc entre les souches lentogènes et mésogènes. Dans ces conditions il paraissait loisible de pouvoir l'utiliser en Afrique centrale parce qu'offrant les avantages requis d'innocuité satisfaisante, de qualités vaccinales puissantes et la faculté d'être produite sur cellules bovines dont disposait le laboratoire (*).

Le choix du *virus variolique* s'avérait plus délicat. Après plusieurs essais plus ou moins heureux, le laboratoire s'était arrêté au choix de la souche BEAUDETTE de virus variolique aviaire pour produire son vaccin antivariolique d'ovoculture.

(*) Nous devons à l'amabilité du Professeur BANKOWSKI l'envoi de la souche et l'autorisation de l'incorporer dans le vaccin polyvalent.

Cette souche de bon pouvoir immunigène (19, 22) avait par ailleurs la qualité d'avoir un spectre antigénique étendu, ce qui n'est pas avec toutes les souches vaccinales de variole aviaire. La nécessité évoquée ci-dessus d'utiliser des cellules hétérologues devait faire chercher une souche variolique cultivable sur de telles cellules. Il n'en existe pas à notre connaissance. Dans ces conditions fut tentée l'adaptation de la souche BEAUDETTE à la culture en cellules de rein d'embryon de veau. Cette adaptation s'est révélée être particulièrement aisée (24). Après 2 passages, la souche s'est montrée régulièrement cytopathogène pour ces cellules, entraînant une destruction d'abord focalisée du tapis sous forme de plages circulaires acellulaires, s'étendant ensuite à tout le tapis de cellules par coalescence après une adaptation au cours de laquelle il croît régulièrement. Le titre en virus des milieux, au 6^e jour de culture, dépasse 10^7 dose infectante 50 par ml pour la membrane chorioallantoïdienne de l'embryon de poulet. Pour les deux virus de Newcastle et variolique, des « banques » ont été constituées lyophilisées et conservées à -20°C ; elles servent à assurer la production d'une année.

L'argumentation qui vient d'être présentée quant au choix de souches vaccinales cultivables en cellules hétérologues vaut surtout pour la production d'un vaccin destiné aux volailles locales. Il a moins d'intérêt pour la volaille importée, dont on peut à bon droit penser que tôt ou tard elle aura un contact avec les virus leucosiques. Nous nous sommes aperçus, après deux années de vulgarisation du vaccin polyvalent, que ce dernier n'était utilisé que dans les élevages améliorés. Coïncidant avec des difficultés temporaires de production de cultures cellulaires, la connaissance de ce fait a entraîné la décision de fabriquer quelques lots avec un immunigène variolique d'ovoculture utilisant la souche BEAUDETTE, conservant toutefois le composant Newcastle de cultures cellulaires qui allie les avantages d'une absence de tropisme respiratoire, de non-dissémination du virus par les vaccinés et d'une immunisation de longue durée.

L'immunigène contre la *typhose aviaire* (culture formolée), que produisait le laboratoire depuis plusieurs années, ne donnant qu'une satisfaction modérée, on avait songé faire appel au vaccin vivant *Salmonella gallinarum* souche 9 R de WILLIAMS SMITH (28). Cette souche 9 R est

réputée posséder un bon pouvoir antigénique (14) et être d'une innocuité satisfaisante (12). Sa culture s'est avérée être facile et sa lyophilisation aisée.

Les liquides de culture cellulaire des antigènes NEWCASTLE et variole du futur vaccin contenant au moins deux antibiotiques (pénicilline et streptomycine), il fallait savoir quel était le comportement de la souche 9 R vis-à-vis de ces antibiotiques. Elle s'est avérée être complètement résistante à la pénicilline, modérément sensible à la streptomycine. Une sélection d'un mutant streptomycino-résistant a donc été réalisée très simplement par culture en bouillon tryptose de la souche en présence de dilutions de streptomycine de 0,001 µg à 100 mg/ml ; repartant de ces derniers tubes où il y avait eu une culture, on a repiqué dans des tubes contenant la même concentration d'antibiotique ; la culture fut florissante (24). Au mutant streptomycino-résistant ainsi produit fut donné le sigle de 9 R-S R.

Une banque lyophilisée en 1964 sert à la production depuis lors. La production des différents constituants du vaccin sera maintenant décrite temps par temps puis sera broyée la synchronisation des opérations.

2. Antigène Maladie de Newcastle.

La production de cet antigène se fait sur cellules de rein d'embryon de veau en culture. Les cellules de première explantation sont d'abord cultivées en boîte de Roux dans 100 ml de milieu à l'hydrolysate de lactalbumine à 10 p. 100 de sérum de veau, contenant 4 antibiotiques et un fongistatique ; au bout de cinq jours, elles sont décollées au versène et repiquées dans des flacons à plasma de 1 litre, chaque flacon contenant 200 ml du même milieu à l'hydrolysate de lactalbumine à 10 p. 100 de sérum de veau. Ces flacons sont placés dans des alvéoles situés sur une roue qui tourne à la vitesse de 7 tours à l'heure dans une chambre étuve à 37°. De cette façon, il est obtenu en six jours une couche monocellulaire parfaitement uniforme sur la paroi de chaque flacon.

Les flacons sont alors vidés du milieu de croissance et chacun reçoit 2 millilitres d'une suspension de la souche BANKOWSKI, cet inoculum étant réalisé en eau distillée à partir d'un flacon de la banque de virus lyophilisé.

Le contact cellule-virus est maintenu pendant deux heures, les flacons étant replacés dans leurs alvéoles sur la roue. Ensuite chaque flacon reçoit 100 millilitres de milieu à l'hydrolysate de lactalbumine à 10 p. 100 de sérum de veau (avec 2 antibiotiques seulement : pénicilline et streptomycine).

Les flacons tournant sont laissés à l'étuve pendant 72 heures, temps au bout duquel on procède à la récolte. En effet, bien qu'alors l'effet cytopathique soit très discret, les titrages de virus réalisés en œuf embryonné indiquent que c'est à ce moment que les liquides de cultures sont les plus riches en virus (entre 10^7 et 10^8 D₅₀ par ml).

Les liquides sont collectés dans un ballon de 2 litres maintenu dans la glace fondante. Les cellules sont décollées des parois des flacons à l'aide de billes de verre, broyées finement dans un broyeur conique en verre rodé puis mélangées au liquide de culture dans le ballon de 2 litres.

Ces opérations étant terminées, le ballon contenant les cellules broyées et le milieu de culture est placé au réfrigérateur à + 4 °C.

3. Antigène variole aviaire.

La production de cet antigène se fait sur des cultures cellulaires identiques aux précédentes. L'infection cellulaire est réalisée dans des conditions similaires avec le virus lyophilisé de la banque.

La récolte a lieu avec des modalités semblables à celles de l'antigène Newcastle le 6^e jour après l'infection cellulaire. Le ballon de récolte est placé à + 4 °C.

Pour les lots de vaccin contenant l'antigène variolique d'ovoculture, on a suivi la technique générale de production de JOHNSON et VAUGHAN (18) où l'inoculation des œufs se fait par le bout pointu. Les membranes chorioallantoïdiennes sont recueillies dans un flacon placé dans de la glace fondante, pesées puis broyées et homogénéisées dans un « mixeur » de type domestique. Elles sont diluées à parties égales (p/v) dans le « tampon de WEYBRIDGE ». Le récipient est alors placé à + 4 °C.

4. Antigène typhose aviaire.

La culture de *Salmonella gallinarum* 9 R-S R est faite en boîte de Roux sur gélose dont la composition est la suivante :

Lactate de soude.....	3,5 ml
Phosphate monosodique.....	3 gr
Tryptone	15 gr
Yeast Extract Difco.....	2,5 gr
Glucose	2 gr
Chlorure de sodium	5 gr
Gélose	20 gr
Eau distillée	1.000 ml

Les boîtes sontensemencées avec un inoculum préparé la veille en bouillon tryptose à partir d'un isolement réalisé sur une gélose-sérumensemencée avec un flacon rehydraté de la banque lyophilisée.

Les boîtes sont laissées 48 heures à l'étuve à 37° puis chacune d'elles est vérifiée quant à la pureté de la culture.

Cinquante millilitres de « tampon de WEYBRIDGE » (*), ainsi que des billes de verre sont introduits dans chaque boîte. La couche de Salmonelles est décollée par simple va-et-vient des billes de verre et du liquide sur la gélose. Le contenu de chaque boîte de Roux est alors filtré sur gaze et recueilli dans un ballon de 10 litres qui est conservé au froid.

5. Confection du vaccin — Lyophilisation.

Il va sans dire que le vaccin résultant du mélange des trois antigènes différents sera d'autant meilleur que ces antigènes n'auront subi aucune congélation-décongélation avant leur mélange, ce qui revient à dire qu'il est indispensable que les récoltes de ces trois antigènes soient effectuées en même temps. Etant donné les différentes modalités de culture et les temps de récolte variables, il convient de respecter scrupuleusement un plan déterminé à l'avance.

Voici dans l'ordre chronologique quel doit être le déroulement des différentes opérations.

Jour J — Mise en culture de cellules de rein d'embryon de veau en boîte de Roux.

(*) Le « tampon de Weybridge » est un diluant utilisé dans ce laboratoire pour la lyophilisation de *Brucella abortus* B 19 (5), de composition suivante :

Hydrolysate de caséine.....	25
Saccharose	50
Glutamate de sodium.....	10
Eau distillée.....	Q. S.
Stérilisation de 30 minutes à 110° C.	

Jour J + 5 et J + 7 — Repiquage en flacons tournant des cultures cellulaires réalisées en boîte de Roux.

Jour J + 10 — Inoculation des cellules de seconde explantation de J + 5 avec la banque de virus de la variole aviaire, souche BEAUDETTE.

Jour J + 12 — Isolement sur gélose sérum de *Salmonella gallinarum* souche 9 R-S R à partir de la banque lyophilisée.

Jour J + 13 — Infection des cellules de deuxième explantation de J + 7 avec la banque de virus de la Maladie de Newcastle souche BANKOWSKI.

— Ensemencement avec l'isolement de *S. gallinarum* 9 R-S R d'un ballon de bouillon devant servir d'inoculum pour les boîtes de gélose ; identification biochimique de la culture.

Jour J + 14 — Infection des boîtes de gélose avec l'inoculum préparé la veille.

Jour J + 16 — Récolte des différents antigènes et confection du vaccin polyvalent définitif.

Pour les cas où l'antigène variolique est produit en ovoculture, des œufs sont mis à incuber le jour J et sont inoculés comme il a été dit le jour J + 10.

Toutes ces opérations doivent être accomplies avec le plus grand soin, en s'entourant du maximum de garanties car le moindre retard apporté à la réalisation de l'une d'entre elles peut compromettre définitivement la confection du vaccin polyvalent.

Les proportions du mélange terminal sont les suivantes :

— une partie : milieu de culture et cellules broyées infectées avec la souche BANKOWSKI,

— une partie : milieu de culture et cellules broyées infectées avec la souche BEAUDETTE de variole aviaire ou récolte de membranes chorio-allantoidiennes broyées en tampon de WEYBRIDGE,

— 8 parties : suspension de *S. gallinarum* 9 R-S R d'opacité égale au moins au tube n° 7 de l'échelle opacimétrique de BROWN, c'est-à-dire environ 5 milliards de germes par ml. Pour ce faire, la récolte de salmonelles est diluée extemporanément dans la quantité requise de tampon de WEYBRIDGE glacé.

Le mélange des différents constituants est réalisé sous froid et dans les meilleures conditions d'asepsie.

Pour obtenir 8 litres de vaccin polyvalent, il est nécessaire d'infecter une vingtaine de flacons de cellules en culture (ou 10 flacons de cellules et 300 œufs lorsque l'antigène variolique est produit en ovoculture) et d'ensemencer 80 boîtes de gélose (Boîtes de Roux de 1 litre).

Les antibiotiques contenus dans le milieu de croissance des cellules en culture sont suffisants pour empêcher les contaminations bactériennes toujours possibles du vaccin lors des manipulations ; il n'en est pas rajouté.

Le vaccin est réparti toujours sous froid dans des flacons de 17 ml sous un volume de 3 ml, puis il est soumis à une lyophilisation lente durant 48 heures.

Pour ce faire, après congélation des flacons dans l'appareil (*), on établit le vide tout en maintenant pendant 24 heures la température à -30°C , les 6 heures suivantes on réchauffe progressivement à la température ambiante et on continue à sublimer à cette température pendant 18 heures.

Après bouchage sous vide et capsulage, le vaccin est stocké dans des congélateurs à -20°C .

Chaque flacon contient 50 doses de vaccin. Son nom de code est Polavia.

6. Contrôles de laboratoire.

A. — Contrôles de survie des germes.

Avant le mélange final qui doit constituer le vaccin polyvalent, quelques millilitres de chaque constituant sont prélevés. Chacun de ces prélèvements est mélangé à une certaine quantité de tampon de WEYBRIDGE de façon à obtenir pour chacun la dilution qu'il possède dans le mélange terminal. Ces différents prélèvements ainsi dilués, véritables vaccins monovalents, sont répartis et lyophilisés de la même façon que le vaccin définitif. C'est sur eux que se feront les contrôles de survie des germes et, pour les deux antigènes viraux, ceux de pureté bactériologique.

a) Pour le constituant Maladie de Newcastle le titrage sera réalisé sur œufs embryonnés de 10 jours. Le contenu d'un flacon lyophilisé

correspondant au constituant BANKOWSKI du POLAVIA est repris dans 50 millilitres d'eau distillée puis, à partir d'un millilitre, des dilutions en progression géométrique de raison 10 sont effectuées en eau distillée. Cinq œufs sont inoculés dans l'allantoïde avec chacune de ces dilutions. Les inoculations se font jusqu'à la dilution 10^{-6} . Trente œufs embryonnés de 10 jours sont donc nécessaires pour ce titrage.

Vingt-quatre heures après l'inoculation, les œufs sont mirés et les morts éliminés. Les jours suivants les œufs morts sont ouverts et la présence du virus de Newcastle recherchée dans le liquide allantoïdien par hémagglutination sur lame de globules rouges de poulet. Le titre est exprimé en dose infectieuse 50 p. 100 pour l'œuf embryonné (DIE_{50}) ; BANKOWSKI, CORSTVET et FABRICANT ont montré (3) que la dose vaccinale était de $10^{4.3}$ DIE_{50} si l'on voulait obtenir une forte immunité anti-Newcastle. C'est la norme minimale que doivent montrer les contrôles, norme aisément dépassée dans la pratique lorsque sont respectées les conditions de préparation du vaccin.

b) Le titrage du constituant variole est également effectué sur œufs embryonnés de 10 jours mais en partant d'un flacon lyophilisé correspondant au constituant variole aviaire et en inoculant les œufs selon la méthode de JOHN-SON et VAUGHAN (18) par le bout pointu de l'œuf. Les inoculations sont faites jusqu'à la dilution 10^{-6} . Vingt-quatre heures après l'inoculation, les œufs sont mirés et les morts éliminés. Après le troisième jour les œufs contenant des embryons morts sont ouverts et les membranes examinées. Le sixième jour tous les œufs restants sont ouverts. Toutes les membranes chorio-allantoïdiennes ayant présenté après le troisième jour un œdème caractéristique avec pustules sont comptabilisées.

Ces lésions étant la preuve de la présence du virus variole dans les œufs, le titre en dose infectante œuf 50 p. 100 DIE_{50} est calculé selon la méthode des totaux cumulatifs.

Pour que le composant variole aviaire soit valable le titre doit être d'au moins 10^8 DIE_{50} par dose vaccinale poulet.

c) Le titrage du constituant typhose est effectué selon la méthode statistique classique de la numération bactérienne en tube (11). Ce

(*) Stokes Co, Philadelphia, Pa, U. S. A.

titrage ne fait que confirmer l'évaluation du nombre de germes réalisés à l'échelle de BROWN lors de la récolte des salmonelles. Nous avons vu que la suspension de salmonelles en tampon de WEYBRIDGE doit avoir un titre au moment du mélange final d'au moins 5 milliards de germes au millilitre. Les vaccins réalisés à Farcha présentent des titres se situant entre 7 et 9 milliards de germes au millilitre de récolte ce qui, tenant compte d'environ 50 p. 100 de pertes lors de la lyophilisation donne 100 millions de germes viables par dose vaccinale.

B. — Contrôles de pureté.

Ils visent non pas précisément à mettre en évidence la stérilité bactériologique des composants viraux du vaccin et l'absence de souillures du composant typhose plutôt que l'absence d'organismes pathogènes. Il est en effet difficile après passage dans l'appareil à lyophiliser d'avoir des produits totalement exempts de germes banals de contamination.

Les contrôles sont effectués sur les produits monovalents. Chacun d'eux est ensemencé en bouillon ordinaire, en bouillon VF anaérobie, sur gélose SABOURAUD, en bouillon spécial pour la recherche des mycoplasmes. Après 3 et 8 jours d'étuve, des contrôles de croissance sont effectués et le cas échéant des identifications menées à bien.

Pour les lots de vaccins où le composant variole a été produit en ovoculture, il eût été nécessaire d'adjoindre un contrôle d'absence du virus RIF, soit par la méthode d'interférence (24) soit par le test COFAL. Il s'agit là de techniques qu'il ne nous est pas possible de mettre ordinairement en œuvre. Toutefois, étant donné la source des œufs utilisés (élevage français très soigneusement contrôlé et apparemment indemne de leucose viscérale), il y a peu de chances que des virus leucosiques aient été présents dans le vaccin. On se rappellera par ailleurs que ces lots étaient destinés à vacciner des volailles d'importation, elles-mêmes non assurément indemnes de leucose.

C. Contrôles d'efficacité.

Pour chaque lot de vaccin dix poulets de race locale âgés de deux à trois mois sont utilisés. Six d'entre eux reçoivent une dose de vaccin par

injection intramusculaire dans les muscles pectoraux. Les quatre autres servent de témoins. Trois poulets vaccinés serviront au contrôle du composant Newcastle, trois à celui de la variole aviaire.

— Maladie de Newcastle.

Une prise de sang (2 millilitres) est faite sur chacun des poulets avant la vaccination. Une réaction d'inhibition de l'hémagglutination selon la méthode de HIRST (procédé bêta : virus constant-sérum dilué) (1) est réalisée sur chaque sérum afin de mettre en évidence l'absence d'anticorps inhibant l'hémagglutination.

Trois semaines plus tard une nouvelle prise de sang est effectuée sur les poulets et une nouvelle réaction d'inhibition de l'hémagglutination est effectuée sur chaque sérum. Le sérum des animaux vaccinés doit inhiber jusqu'à la dilution 1 : 20 dix unités hémagglutinantes pour que l'immunité acquise par les poulets vaccinés soit considérée comme convenable. On remarquera au passage, ce qui est connu, que la souche BARKOWSKI est une faible génératrice d'anticorps inhibant l'hémagglutination.

Cette immunité sera en plus vérifiée par une épreuve virulente réalisée 40 jours après la vaccination avec la souche pathogène P. 63 (*). Trois oiseaux vaccinés résisteront à l'inoculation intramusculaire de 0,5 millilitre de liquide allantoïque d'œufs infectés par la souche P. 63 alors que deux témoins inoculés mourront dans un délai de 8 jours.

— Variole aviaire.

Trois poulets vaccinés et deux témoins sont éprouvés 40 jours après la vaccination avec une souche pathogène locale de variole aviaire par scarification sur la crête. Chez les vaccinés apparaissent en 48 heures sur les stries de scarification des croûtes sèches qui tombent en quelques jours ; il n'y a aucune généralisation dans la bouche et les sinus. On est en présence des réactions d'allergie vaccinale communes à toutes les varioles (15). Chez les témoins par contre, après un épisode congestif des traits de scarification, les vésicules et les pustules n'apparaissent que 6 à 8 jours après l'inoculation. Ces lésions

(*) Souche française originaire de l'Institut Pasteur de Paris.

épithéliomateuses sont nombreuses et souvent deviennent confluentes autour de l'œil. Il n'a jamais été obtenu cependant de généralisation à la bouche et aux sinus sur les oiseaux que nous avons éprouvés.

— Typhose aviaire.

La valeur de l'immunité conférée par la vaccination à l'égard de la typhose devrait être confirmée par une épreuve virulente comparable aux épreuves imposées à l'encontre de l'immunité anti-Maladie de Newcastle et de l'immunité antivariolique.

Dans ce but, plusieurs tentatives ont été effectuées qui se sont toutes soldées par des échecs. En effet il n'a jamais été possible de transmettre, de quelque manière que ce soit, la typhose aux témoins non vaccinés. De ce fait, la valeur de l'immunité vis-à-vis de cette affection n'a jamais pu être prouvée au laboratoire, vaccinés et témoins se comportent après l'épreuve virulente de la même façon sans montrer aucun symptôme de maladie.

Devant cet état de fait il est logique de penser que la protection réelle et reconnue conférée aux poulets « sur le terrain » vis-à-vis de *Salmonella gallinarum* doit être attribuée au nombre très élevé de germes contenus dans chaque dose vaccinale. Réciproquement, il est normal de conclure qu'un vaccin qui répond aux normes établies quant au nombre des germes contenus par dose vaccinale procure une immunité effective contre la typhose même si cette immunité ne peut être démontrée au laboratoire par l'inoculation d'une souche pathogène.

III. — UTILISATION DU VACCIN POLYVALENT

1. Innocuité — Age de la vaccination.

Lors de la conception de ce vaccin, on pouvait redouter que l'association des 3 antigènes ne se montrât pathogène. Il était déjà reconnu que chacun d'eux pris séparément était d'une innocuité parfaite pour le poussin d'un jour (3, 18, 28) mais on ne savait rien des effets du mélange.

Dans ce but, 50 poussins de race locale âgés de quelques jours et 50 poussins LEGHORN âgés de 1 jour sont inoculés par voie intramusculaire avec 1 ml de vaccin reconstitué (contenu d'un

flacon repris dans 50 ml d'eau). Aucun trouble morbide ni apparemment aucun retard de croissance chez les LEGHORN comparés à 50 poussins témoins n'est noté en 6 mois d'observation.

Par simple mesure de sécurité, et pour tenir compte de la disparition d'une immunité parentale pouvant interférer avec l'immunisation, l'âge préconisé pour la vaccination a été porté à 3 semaines. L'expérience de 25.000 poussins environ, vaccinés dans ces conditions et suivis jusqu'à l'âge de 2 mois, montre le bien fondé de cette recommandation.

Un utilisateur de Bangui a signalé avoir jusqu'à 4 p. 100 de pertes dues à des paralysies chez les poussins vaccinés à l'âge de 5 à 6 semaines. C'est effectivement un fait qui a été constaté au laboratoire sur des poussins LEGHORN élevés dès leur naissance en poulaillers comme l'étaient ceux de Bangui ; on a pu observer 2 poussins montrant des troubles nerveux (incoordination motrice) 3 jours après l'intervention et mourant paralysés 2 jours plus tard. A l'autopsie, on notait de nombreuses pelotes de ténias dont l'action sur le système nerveux des oiseaux est connue. Dans les conditions d'élevage de l'Afrique centrale et tenant compte des cycles parasitaires, on s'aperçoit que l'âge de 6 semaines est la période où les jeunes poulets peuvent héberger le maximum d'helminthes (*Railletina*, *Choanotaenia*, *Hymenolepis* mais aussi *Ascaridia*), quand ce ne sont pas des coccidies; ce fait explique en partie la genèse des accidents. Il est toutefois indéniable que le composant Bankowski du vaccin possède un indice de neuro-virulence plus élevé que les souches lentogènes (Hitchner BI, La Sota) et qu'il puisse être lui aussi responsable d'accidents nerveux.

Une ample pratique montre que la vaccination à 3 semaines est parfaitement tolérée. C'est l'âge que nous recommandons plutôt que celui de 5 à 7 semaines dans les conditions des élevages avicoles familiaux et améliorés d'Afrique centrale.

Chez les oiseaux âgés de plusieurs mois, voire chez les adultes, la vaccination est parfaitement supportée, pour autant qu'ils ne soient pas en état sanitaire instable. Sur les poulets de race locale vaccinés sans discrimination, parasités massivement par les helminthes déjà cités ou infectés latents de typhose, il est en certaines circonstances possible d'observer une certaine mor-

talité post-vaccinale. C'est pourquoi nous nous permettons d'insister sur l'âge de 3 semaines déjà recommandé pour la vaccination, pratique qui de surcroît conduit, on le verra plus loin, à une immunité de longue durée.

Il paraît superflu d'ajouter car il a déjà été insisté sur ce point, que la vaccination doit s'effectuer par voie intramusculaire, la dose étant de 1 ml de vaccin reconstitué obtenu après reprise de la pastille lyophilisée dans 50 ml d'eau distillée. Pour l'inoculation, on choisira une aiguille courte et fine ; le duvet sera écarté en soufflant dessus et l'aiguille sera enfoncée là où la peau est glabre.

2. Pouvoir immunigène — Durée de l'immunité.

Cette recherche a été conduite au laboratoire pour les composants Newcastle et variole ; les résultats enregistrés ont été largement confirmés dans la pratique. Ainsi qu'il a été dit au moment des contrôles, en ce qui concerne le composant typhose, on a dû se contenter des résultats enregistrés sur le terrain.

— Maladie de Newcastle. L'expérience a été réalisée à deux reprises avec des résultats identiques. Cinquante volailles (poules et coqs) de race LEGHORN blanche reçoivent à l'âge de 3 semaines 1 ml de vaccin par voie intramusculaire.

Aux âges de 2 mois, 6 mois, 12 mois et 18 mois (la plus longue période expérimentée), 6 oiseaux reçoivent par les voies nasales, oculaires et trachéales le virus de Newcastle souche pathogène P 63 (liquide allantoïque d'œuf infecté dilué au 1/100) en même temps qu'à chaque fois deux témoins non vaccinés nés de la même éclosion et entretenus avec les vaccinés. Ces derniers font dans les huit jours une maladie de Newcastle à prédominance symptomatologique nerveuse et meurent ; la santé des vaccinés reste bonne ; les poules en ponte ont continué à pondre. Un incident néanmoins est digne d'être rapporté : les coqs vaccinés puis éprouvés 18 mois après la vaccination ont été remis deux mois après l'épreuve virulente au contact de poules non vaccinées ; une dizaine de jours plus tard, la maladie de Newcastle décimait ces dernières, laissant les coqs introduits en parfaite condition ; il est tentant en ces circonstances d'accuser ces derniers d'avoir introduit le contagé.

Il ressort néanmoins de ces contrôles qu'une

immunité d'au moins 18 mois suit la vaccination au POLAVIA.

— Variole aviaire. Les mêmes oiseaux vaccinés, déjà éprouvés contre la maladie de Newcastle, sont éprouvés les 3^e, 7^e, 13^e et 19^e mois avec une souche pathogène locale de variole aviaire par scarification de la crête, en même temps qu'à chaque fois 2 témoins non vaccinés n'appartenant pas forcément à la même éclosion. Ces derniers réagissent classiquement en 6 à 10 jours par un épithélioma contagieux alors que les vaccinés présentent une évolution abortive en 2 à 3 jours sauf un sur six des coqs éprouvés le 19^e mois.

Il apparaît donc que l'on puisse compter sur une excellente immunité d'au moins un an, 18 mois même pour certains oiseaux. Il paraît important de faire remarquer que les oiseaux vaccinés présentaient tous avant les épreuves virulentes de nombreuses petites croûtelles noires sur la crête et les barbillons, cicatrices vraisemblablement témoins de réinfections locales varioliques par piqûres de moustiques infectés. Il s'agit d'ailleurs là d'une observation extrêmement commune sur nombre de poules d'Afrique centrale. Non seulement on se gardera de prendre ces croûtelles pour d'authentiques lésions varioliques, mais bien plus elles doivent avoir l'heureux effet de vaccinations de rappel. A tout prendre, l'immunité antivariolique engendrée par le POLAVIA doit durer la vie économique des volailles. C'est ce que l'on constate dans un élevage du laboratoire et dans des parquets de pondeuses près de Fort-Lamy où depuis l'introduction du vaccin polyvalent la variole est cliniquement ignorée sur les oiseaux vaccinés.

3. Utilisation sur le terrain.

Introduit au Tchad en novembre 1963, le vaccin aviaire polyvalent jouit maintenant d'une estime certaine en Afrique centrale et même occidentale (Niger, Côte-d'Ivoire). Il n'est qu'un éleveur de la République du Congo et une station avicole camerounaise qui préfèrent faire appel à d'autres vaccins.

Le tableau 1 montre qu'il tend à supplanter les autres vaccins aviaires produits par le laboratoire de Farcha. Si deux d'entre eux (HITCHNER et vaccin inactivé) restent utilisés dans certains élevages, c'est en raison de problèmes spécifiquement locaux.

TABLEAU N°1
Evolution des demandes en vaccins aviaires pour les territoires
d'Afrique centrale de 1957 à 1968

Année	Vaccins Newcastle	Vaccins Variole	Vaccins Typhose	Vaccins Polyvalents
1957	2.000	840		
1958	200	1.500	1.500	
1959	95.000	75.000	26.400	
1960	44.850	13.450	8.650	
1961	49.000	26.000	16.900	
1962	29.450	14.970	21.370	
1963	24.100	8.400	28.020	
1964	79.600	20.700	24.200	41.900
1965	84.905 (.)	9.605	41.400	46.700
1966	28.000 (..)	0	12.000	197.100
1967	81.000 (...)	1.700	3.000	219.650
1968 (3 mois)	37.000	2.400	0	174.000

(.) dont 52.800 doses de vaccin inactivé et de vaccin souche Hitchner B₁.

(..) 28.000 doses de vaccin inactivé.

(...) 17.000 doses de vaccin inactivé et 51.000 doses de vaccin souche Hitchner B₁
et 13.000 doses de vaccin souche Komarov.

Il est difficile de donner une impression d'ensemble sur l'efficacité de la vaccination. Les utilisateurs s'accordent pour dire qu'employé en milieu sain le POLAVIA protège contre les 3 maladies pour lesquelles il est préconisé ; cela doit être vrai, pensons-nous, pour la variole et la typhose dont on est sûr qu'elles existent. En milieu infecté de typhose, l'efficacité est moins nette. Cette réflexion montre tout l'intérêt de la vaccination dès le jeune âge, pour autant que les poussins proviennent d'accoueurs indemnes d'infection typho-pullorique.

Une très récente incursion de maladie de Newcastle dans la région lamyfortaine vient encore de montrer le bien fondé des propositions émises. Sur les 6.000 volailles environ de races améliorées vaccinées qui s'y trouvent, la protection a été parfaite pour plus de 4.000. Sur le reste, on a observé une immunité partielle avec environ 5 p. 100 de mortalité, des râles respiratoires et une chute temporaire de ponte ; les autopsies pratiquées indiquaient que ces oiseaux partiellement immuns étaient soit massivement parasités par des ténias, soit porteurs d'infection ovarienne typho-pullorique. Les coupes histologiques de trachées ont montré une réaction proliférative de défense de la muqueuse et non de nécrose comme chez les poulets non immu-

nisés. Sur une bande de 250 poulets de 4 mois vaccinés à deux reprises (à 3 semaines et à 3 mois), la mortalité due à la maladie de Newcastle a été lourde ; l'anamnèse indiquait que ces oiseaux avaient connu un épisode d'érythroblastose dans leur jeune âge, si bien qu'un doute puissant peut être émis quant à l'intégrité de leur système immuno-formateur. Il est à signaler enfin qu'un élevage non vacciné a perdu la totalité de ses sujets et que les volailles locales, non vaccinées ont presque totalement disparu des environs de Fort-Lamy. Au moment où ces lignes sont écrites, l'épizootie gagne rapidement vers le Sud du Tchad, affirmant l'opinion émise dans l'introduction.

Dans sa forme actuelle, le vaccin aviaire polyvalent est relativement satisfaisant. A notre sens, il doit être perfectible. Dans un premier temps, on pourrait éventuellement remplacer la souche BANKOWSKI par une autre souche cultivable sur cellules hétérologues mais à neurovirulence moindre si cette dernière détermine une immunité d'aussi longue durée que la souche BANKOWSKI. L'autre perfectionnement à apporter sera l'adjonction d'un immunigène spirochétose actuellement à l'étude. Ainsi ce vaccin apportera-t-il vraiment une aide encore plus efficace au développement de l'aviculture en Afrique centrale.

BIBLIOGRAPHIE

1. Anonyme. — **Methods for the examination of poultry biologics.** Publication 1038. National Academy of Sciences, National Research Council. Washington D. C. 1963.
2. BANKOWSKI (R. A.). — **A tissue culture-modified Newcastle disease virus. I. Modification, preparation and characteristics of the tissue culture Newcastle disease virus** *Avian Dis.*, 1958, **2**, 197-209.
3. BANKOWSKI (R. A.), CORSTVET (R.) et FABRICANT (J.). — **A Tissue culture-modified Newcastle disease virus. II. Immunogenicity of the live tissue culture-modified Newcastle disease virus in chickens.** *Avian Dis.*, 1958, **2**, 227-240.
4. BASSET (J.). — **Quelques maladies infectieuses.** Paris, Vigot Frères, 1946.
5. BOYCE (K. J.) et EDGAR (A.W.). — **Production of freeze-dried *Brucella abortus* strain 19 vaccine.** *J. appl. Bact.*, 1966, **29**, 401-408.
6. BREMAUD (O.). — **République du Tchad ; Rapport annuel 1964 de la Direction de l'Élevage.** Fascicule VIII, p. 8/66.
7. BRION (A.) et FONTAINE (M.). — **Progrès récents dans la connaissance de l'étiologie des leucoses aviaires.** *Econ. Méd. Anim.*, 1964, **5**, 223-237.
8. BURMESTER (B. R.), CUNNINGHAM (C. H.), COTTRAL (G. E.), BELDING (R. C.) et GENTRY (R. F.). — **The transmission of visceral lymphomatosis virus with live Newcastle disease vaccines.** *Am. J. Vet. Res.*, 1956, **17**, 283-289.
9. DEPOUX (R.) et CHAMBRON (J.). — **Note préliminaire sur l'incidence de la pseudo- peste aviaire dans la République du Congo.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1960, **13**, 53-56.
10. DUNLOP (W. R.), KOTTARIDIS (S. D.), GALLACHER (J. R.), SMITH (S. C.) et STROUT (R. G.). — **The detection of acute avian leucosis as a contagious disease.** *Poultry Sci.*, 1965, **44**, 1537-1540.
11. FISHER (R. A.) et YATES (F.). — **Statistical tables for biological, agricultural and medical research.** London, Oliver and Boyd, 1953, p. 57.
12. GORDON (R. F.), GARSIDE (J. S.) et TUCKER (J. F.). — **The use of living attenuated vaccines in the control of fowl typhoid.** *Vet. Rec.*, 1959, **71**, 300-305.
13. GRABER (M.). — **Rapport annuel du Laboratoire de Recherches vétérinaires de Farcha,** année 1966.
14. HARBOURNE (J. F.). — **The control of fowl typhoid in the field by the use of live vaccines.** *Vet. Rec.*, 1957, **69**, 1102-1107.
15. JOUBERT (L.) et VALETTE (L.). — **Les virus vaccino-varioliques des animaux. Quelques aspects de virologie comparée.** Symposium international sur la vaccination antivariolique, Lyon 7-8-9 décembre 1962. Lyon, Edition Institut Mérieux, 1963, p. 83-106.
16. KARRAR (G.) et MUSTAFA (E.). — **Newcastle disease in the Sudan.** *Bull. O. I. E.*, 1964, **62**, 891-896.
17. KASCHULA (V. R.). — **A comparison of the spectrum of disease in village and in modern poultry flocks in Nigeria.** *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1961, **9**, 397-407.
18. JOHNSON (R. H.) et VAUGHAN (R.). — **Production and use of fowl pox vaccine in Nigeria.** *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1962, **10**, 441-450.
19. MALBRANT (R.). — **Pseudo- peste aviaire au Moyen-Congo.** *Rev. sci. Méd. Pharm. Vét. France libre*, 1942, **1**, 239-240.
20. MORGAN (H. R.). — **Antibodies for Rous sarcoma virus in fowl, animal and human populations in East Africa. I. Antibodies in domestic chickens and wildfowl.** *J. Nat. Cancer Inst.*, 1965, **35**, 1043-1045.
21. PERPEZAT (A.), PERREAU (P.), THOME (M.) et VIGIER (M.). — **Différents sérotypes de salmonelles isolées en République du Tchad.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1964, **17**, 35-41.
22. PIERCY (S. E.). — **The immunising properties of an egg-adapted strain of fowl pox virus.** *J. comp. Path.*, 1952, **62**, 152.
23. PROVOST (A.), VALETTE (L.) et PAPA-GEORGIU (C.). — **Un vaccin injectable contre la maladie de Newcastle préparé en cultures de cellules bovines.** *Bull. Acad. Vét. Fr.*, 1962, **35**, 399-402.

24. THOME (M.). — Rapports annuels du Laboratoire de Recherches vétérinaires de Farcha, années 1963, p. 115-119 et 1964, p. 115-117 et 272-275.
25. VANDEMAELE (F. P.). — The epizootiology of Newcastle disease in Africa south of the Sahara. *Bull. epiz. Dis. Afr.*, 1961, 9, 371-381.
26. VERVUST (H.) et GRAVE (N.). — La maladie des barbillons, forme chronique du choléra des poules dans la région de Lubero. I. Etude clinique. *Bull. agric. Congo belge*, 1959, 50, 1053-1062.
27. VIGIER (M.) et CHAMOISEAU (G.). — Rôle possible d'animaux à sang froid dans l'infection de l'homme et de l'animal domestique par quelques Entérobactéries. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1967, 20 (ce numéro).
28. WILLIAMS SMITH (H.). — The use of live vaccines in experimental *Salmonella gallinarum* infection in chickens with observations on their interference effect. *J. Hyg.*, 1956, 54, 419-432.
29. WITTER (R. L.), CALNEK (B. W.) et LEVINE (P. P.). — Occurrence of lymphomatosis in chickens free of resistance-inducing factor (RIF) virus. *Avian Dis.*, 1966, 10, 32-42.

Canine nocardiosis due to *Nocardia caviae*

by MOSTAFA (I. E.), CERNY (L.) and CERNA (J.)

Department of Veterinary Pathology
University of Khartoum, Sudan.

SUMMARY

The literature on canine nocardiosis is briefly reviewed and critically discussed.

A full description is given of lesions in two cases. The histopathological changes are those of a purulo-granulomatous process in both naturally and experimentally infected animals.

Experiments have confirmed that the identity of the organism responsible for the disease in the two cases as *Nocardia caviae*. It occurs as comparatively long branched beaded filaments which are partially acid-alcohol-fast and unhomogeneously Gram-positive. Cultures were obtained aerobically on different media and their cultural and biochemical characteristics are described. The antibiotic sensitivity was determined in vitro.

The inoculation tests have proved that *Nocardia caviae* is pathogenic to dogs, monkeys, rabbits, guinea pigs and mice.

INTRODUCTION

In the literature, canine nocardiosis is largely subjected to confusion. Different species of the genera, *Actinomyces* & *Nocardia*, are thus blamed for the disease.

In their article, « A Sudanese actinomycosis » CHALMERS and CHRISTOPHERSON (1916/17) referred to the organism of canine nocardiosis as *Nocardia canis*. BAUDET (1934) described three cases and suggested the name *Cohnistrep-tothrix canis*.

BALAZET and PERNOT (1936) reported a case of canine meningitis and demonstrated an organism which they claimed to be the first record of *Actinomyces asteroides* from the dog.

EROMS (1939) described the disease in two dogs with a chronic purulent productive inflammation of the peritoneum and pleura ; a histopathological picture typical of actinomycosis was revealed in both cases. Three other cases of canine actinomycosis were described by MARTIN (1942). The lesions were in the lungs, liver and abdominal cavity. They consisted of a fibrous

capsule surrounding areas of massive infiltration with polymorphonuclear leukocytes, lymphocytes, histiocytes and other mononuclear cells ; rosettes were occasionally observed with peripheral radiating clubs and granular centres. It was only in 1948 that BREED, MURRAY and HITCHENS were able to list *Actinomyces canis* among the ill-defined species of *Nocardia*.

GINSBURG and LITTLE (1948) isolated a strict aerobe from two dogs. The organisms isolated differed in their morphological, cultural and pathogenic characteristics. The organism isolated from the first case was acid-fast, highly pathogenic to rabbits (mice were resistant) and resembled *Actinomyces asteroides* of MAC CALLUM (1902) in all features ; the other one was non-acid-fast, markedly haemolytic and nonpathogenic to laboratory animals.

According to MANSI (1952), the disease in Egypt was common in an acute septicaemic form with swelling of all lymph nodes.

THORDAL-CHRISTENSEN and CLIFFORD (1953) reviewed the literature concerning canine

actinomycosis and described a case of canine distemper complicated by actinomycotic lesions in the lungs, kidneys and other abdominal organs. An acid-fast organism slightly different from *N. asteroides* was isolated. It produced no lesions in guinea pigs and rabbits which were injected intraperitoneally; similar results were obtained in the latter after intravenous inoculation.

The first case of canine nocardiosis in the American literature was recorded by BOHL, JONES, FARRELL, CHAMBERLAIN, COLE and FERGUSON (1953). They described the clinical, bacteriological and pathological picture of a dog spontaneously infected with *Nocardia asteroides*. The latter conformed to the one isolated by GINSBERG and LITTLE (1948) and BALOZET and PERNOT (1936). Two other cases which were associated with canine distemper as a primary disease were added by CROSS, NAGAO and MORRISON (1953).

More cases of canine nocardiosis were reported later — two by BLAKE (1954) and a fatal one by FROST (1959).

BROWN and OSBORNE (1962) recorded a case with omental and hepatic lesions and no purulent peritonitis.

In New Zealand, the disease was firstly recorded by MANKTELOW and RUSSELL (1965). They isolated *Nocardia species* from granulomatous pleuritis in two sheep dogs. The organism isolated was very obviously a low-grade pathogen as demonstrated by negative transmission tests in guinea pigs, mice, rabbits and pups.

In the Sudan, the disease was officially recorded in 1942. The Annual Report of the Veterinary Services, Sudan (1942), dealt with three cases; all characterized by very large swelling on the side of the neck which revealed, in a state of purity, an actinomyces morphologically indistinguishable from *A. farcinicus*. The only difference detectable by microscopic examination was that it was not in the least degree acid-fast. The condition was again recorded in the Annual Report (1956/57).

AWAD (1959) reported two cases; one showed discharging fistulae in neck and thorax while a cervical fistula and various lung abscesses were revealed in the other. The organism was a Gram-positive, acid-fast branching filamentous aerobe and was confirmed as *N. asteroides* var. *gypsoides*. It grew readily in normal media. The disease

was produced experimentally in rabbits, guinea pigs and a pup; mice were found to be refractory. Eight additional cases were also reported by AWAD and OBEID (1962) and susceptibility of rabbits and guinea pigs was confirmed.

In 1963, FAWI, OBEID and HASSANEIN reported the disease in four other dogs and *Nocardia asteroides* was said to be the cause.

In his article, «Complement fixing antitoxins in *Nocardia* with special reference to dogs», FAWI (1964) used a strain of *Nocardia asteroides* obtained from a dog which had died of the disease. Sera for the experiment were collected from nine other dogs suffering from nocardiosis.

MATERIAL AND METHODS

Two naturally infected dogs (94/66 and 105/66) were obtained from the Veterinary Hospital, Khartoum. Autopsy was carried out and material was made available for histopathology, bacteriology and experimental inoculation.

3 rabbits, 4 guinea pigs, 4 mice, 1 monkey and 1 dog were inoculated with cultures (94/66 and 105/66) originally isolated from the two cases. This was carried out through the intravenous, intramuscular and intraperitoneal routes.

Solid and fluid ordinary media were used for cultivation. These included Sugar media, Litmus milk and nutrient broth containing 37.5 units of penicillin per 1 ml. of medium. The sugars used were arabinose, glucose, glycerol, lactose, mannitol, rhamnose and xylose. Production of urease, indol and tryptophane desaminase were tested using the urea-indol medium (modified medium of Ferguson by ROLAND, BOURDON and SZTURM) as indicated in Milieux de Culture (1961), Tome II by H. CASSAGNE, Editions de la Tourelle, St-Mandé, France.

Antibiotic sensitivity test was carried out using Oxoid multodisk (code n° 11-140) on blood agar plates. Smears of pus and cultures were stained by Ziehl-Neelsen and Gram's method. Representatives of cultures were sent to London School of Hygiene and Tropical Medicine for confirmation.

Tissues from both naturally and experimentally infected animals were examined bacteriologically and histologically. Sections from various formalin-fixed organs were stained with haematoxylin and eosin, Ziehl-Neelsen and Gram's method.

RESULTS

Clinically-detectable lesions :

The clinical diagnosis was canine nocardiosis in both animals. The latter showed gradual weakness and general signs of emaciation.

The first case presented a deep perforated wound in close proximity to the root of the penis (Fig. 1). The axilla contained purulo-necrotic lesions and a few pea-sized nodules. These were dull red in colour, looked like oedematous haemal lymph nodes and extended downwards to involve a considerable part of the thorax. Their pus content was blood-stained, mealy in consistency and contained small granules.

The second case was characterised by two cervical fistulae extending from the seventh cervical vertebra to the upper part of the scapular spine. The lesions were associated with purulonecrotic involvement of the subcutis.

Morbid anatomy :

Post-mortem examination revealed internal and external lesions in both cases. These amounted to a deep purulent process with a fistula localised beside the root of the penis and closely related to the inguinal canal in the first case ; the subcutaneous tissue was involved and revealed blood-stained exudate. The process involved a bigger part of the abdominal subcutis and that of the hind limbs. The inguinal lymph nodes were swollen, moist and hyperaemic. The axillar region presented similar lesions.

In the second case, two cervical fistulae closely related to the scapular spine were found to have their ramifications beside the seventh cervical vertebra. The purulo-necrotic process was in no way different. The pleura was involved, the heart dilated and presented few foci with purulonecrotic centres.

Further examination of both cadavers revealed that lungs, kidneys, liver and spleen were affected.

The lungs were characteristically showered with foci which varied in size and appearance. Some were greyish and nodular while others were dull red and prominent resembling haemorrhagic infarcts in colour and shape (Fig. 2). Their diameter ranged from few millimeters to 2-3 cms. They projected above the surface and showed a thin cover of fibrinous exudate. The cut

surface was moist with a mostly yellowish purulent centre.

In the kidneys, liver and spleen, a varying number of similar yellowish foci was present. The lesions in the kidneys were of an embolic nature and showed clear indication of a haematogenous spread. The spleen was also swollen and hyperaemic.

Histopathology :

The characteristic histopathological changes were almost the same in both natural and experimental animals. The main features of all lesions were those of a purulo-granulomatous process with its usual arrangement and cellular content ; the purulent process being its dominant feature. This consisted of a thin fibrous capsule, lymphocytes, plasma cells, epithelioids and an intensive polymorphonuclear leukocytic infiltration in the central part of the nodules.

In sections stained by Gram's and Ziehl-Neelsen methods, Gram-positive, partially acid-fast beaded long branching filaments were easily seen under the microscope.

Isolation of the organism

Primary cultures from both cases (94/66 and 105/66) were aerobically obtained in ordinary media at an optimum temperature of 37°C. Representatives of these were confirmed as *Nocardia caviae* *.

Growth appeared in 24 hours in ordinary media. On nutrient, glycerin and serum agar slopes, it developed by age into a greyish nodular growth which was mostly formed of spreading flat colonies with a thin chalky whitish surface and lobate edges (Fig. 3). Some colonies projected from the surface and showed a mealy consistency.

Blood agar was in no way different apart from a light touch of a dirt like appearance which was conferred onto the colonies ; no haemolysis was noted after 30 days of incubation.

Dense growth was also obtained on Lowenstein-Jensen and Dorset's egg media ; the former being superior to others in yield. Colonies appeared as peach or creamy heaped-up

(*) We are indebted to Dr. I. G. MURRAY of the London School of Hygiene and Tropical Medicine, Gower Street, London W. C. 1., for confirming the identity of the organism.



Fig. 1. — A deep perforated wound in close proximity to the root of the penis (case n° 1).

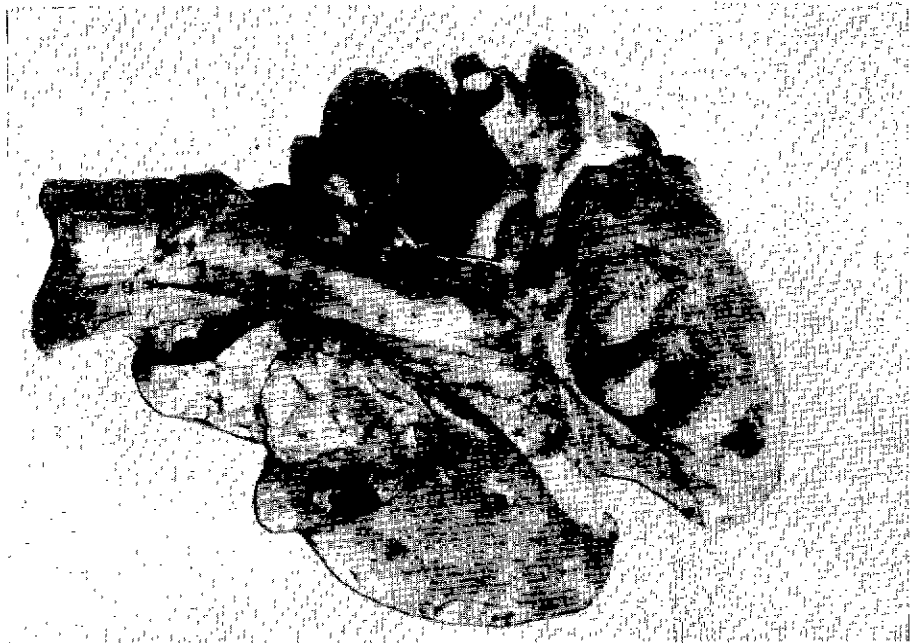


Fig. 2. — Lungs showered with variable greyish foci (case n° 2).

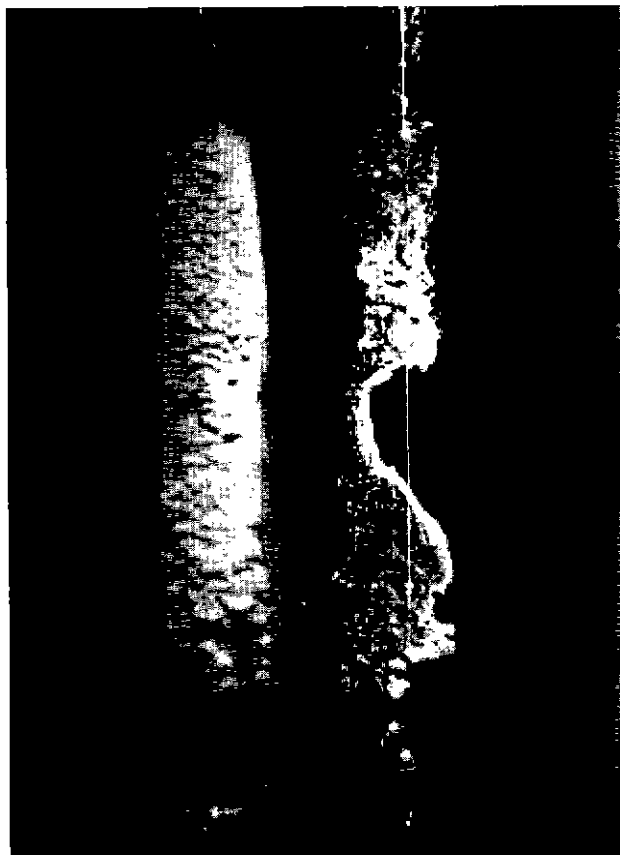


Fig. 3. — (Right) Two weeks'old culture on an agar slope
(Left) Two weeks'old culture on Lowenstein-Jensen medium.



Fig. 4. — Film of pus stained by Ziehl-Neelsen.
Partially acid-alcohol-fast long beaded branched filaments of *N. caviae* are seen.

growth which increased after 5 days of incubation and coalesced in a mealy crumpled irregular yield covered with a thin chalky coating. Other colonies were single and centrally depressed or conical with radial furrows running down their chalky whitish surface. The edges were mostly irregular, lobate or crenated (Fig. 3). Lowenstein-Jensen's medium lost its greenish colour in the areas of growth and changed slowly to a fawn-yellowish one.

Penicillin, added at 37.5 units 1 ml. of nutrient broth, had no adverse effect on the growth. The initial colonies appeared in 16 hours of incubation at 37 °C ; these were greyish floating colonies surrounded by minute pin-pointed ones. In 24 to 48 hours, the surface of the broth was covered by a nodular growth of greyish white colonies which were connected by a fine web-like mesh. This increased rapidly and changed into a thick floating wrinkled pellicle in two weeks. Presumably, it sank to the bottom either spontaneously or after shaking the fluid ; the latter remained clear in spite of few web-like fragments of colonies that soon settled again to leave an unclouded broth. No adherent granular growth took place at the bottom of the tubes as in the case of *Nocardia farcinica* (Mostafa 1967).

Similar chalky whitish growth was obtained in all sugar media used. In two weeks, acid was only formed from glycerol, glucose and mannitol.

In litmus milk, at 37° C, the organism grew well as pale yellowish flakes ; the medium was not clotted but was slowly acidified in two weeks.

Urea test was positive in six to ten hours but both indol and tryptophane tests were negative. In 24 hours, nitrate was reduced to nitrite.

The antibiotic sensitivity test was carried out using sensitivity discs on blood and nutrient agar ; results were as follows :

Chloramphenicol	10 mcg	+ *
Erythromycin	10 mcg	++
Novobiocin	5 mcg	+++
Oleandomycin	5 mcg	—
Penicillin	1.5 unit	—
Streptomycin	10 mcg	++
Sulphafurazole	10 mcg	++
Tetracycline	10 mcg	+

(*) + : Slight positivity.
 ++ : Medium positivity.
 +++ : Strong positivity.

Morphology :

Microscopic examination of pus from both natural and experimental lesions revealed the presence of comparatively long breached beaded filaments (Fig. 4) ; these were partially acid-alcohol-fast and unhomogenously Gram-positive. Some of the beads were highly basophilic. Similar features were presented by cultures in spite of the excessive mechanical fragmentation due to smearing.

Pathogenicity :

The cultures proved to be highly infectious for dogs, monkeys, rabbits, guinea pigs and mice. The intravenous inoculation of culture emulsions in rabbit, monkey and dog induced generalisation and eventual death in 6 to 11 days. Numerous small greyish-yellow foci were scattered throughout all organs especially heart, lungs, brain, kidneys, viscera and serous membranes.

Guinea pigs succumbed in 7 to 30 days after intraperitoneal inoculation of culture emulsions ; mice survived for 3 to 6 months. The intramuscular inoculation provoked a local abscess formation in rabbits and guinea pigs ; adjacent lymph nodes were involved with eventual late generalisation. In one rabbit, fluid pus was discharged ; healing was apparently complete and only a scar was left 9 months after inoculation.

DISCUSSION

Canine nocardiosis appears to be world-wide in distribution ; the onset being mostly slow through a bite or a wound, with eventual generalisation and death. *Nocardia asteroides* was mostly blamed for the disease. In the available literature, *Nocardia caviae* was only mentioned in relation with otitis media in a guinea pig (SNIJDERS, 1924), and thus leaving our strains as the sole isolates from dogs.

Contrary to the findings of CROSS et al. (1953) and THORDAL-CHRISTENSEN et al. (1953), we have not found any association with canine distemper, not only in these two cases but also in other cases which were not included. The disease in dogs is spontaneous and fatal ; lesions being of a purulo-granulomatous nature. The intravenous and intraperitoneal inoculations of cultures were also fatal to dogs, monkeys, rabbits, guinea pigs and mice ; thus, no justification for

the statement of BLAKE (1954) that nocardiosis itself may rarely be fatal unless it is a complicating factor to some other diseases.

In their article « Identification of *Nocardia caviae* (ERIKSON) Nov. Camb », GORDON et al. (1962) reported that 5 of the 15 strains of *N. caviae* added to their collection were received as *N. asteroides* and were considered misnamed ; nine were specifically unidentified. The remaining strain that came to them bearing a specific name, *N. caviae*, was isolated from an infected middle ear of a guinea pig and deposited in the national collection of type cultures (N. C. T. C.) by SNIJDERS (1924).

The presence of the disease in Khartoum Province necessitates thorough methods of diagnosis and greater measures of observation in other parts of the Sudan where the disease cannot be excluded as a hidden spreading problem. There may be little agreement as to the species of *Nocardia* involved but we hope that this work will stimulate investigators in the Sudan to assert that although closely related, *N. caviae* could easily be distinguished from *N. asteroides* (GORDON et al. 1962).

Our strains differed from those of GINSBERG et al. (1968) and AWAD (1959) in being infective for mice, and, in contrast to the second strain of the former, they were nonhaemolytic, partially acid-fast and pathogenic to laboratory animals.

They showed sensitivity *in vitro* to Novobiocin, streptomycin, erythromycin, sulphafurazole, slightly to Chloramphenicol and tetracycline but not to penicillin or oleandomycin. AWAD (1959) reported on the sensitivity of his strains to chloramycin, terramycin and not to tetracycline. In a negative result of a simultaneous inoculation of culture and penicillin in a rabbit and a guinea pig, he concluded that the organism was sensitive to penicillin as well.

AWAD et al. (1962) reported on the sensitivity (*in vitro*) of *N. asteroides* isolated from Sudanese dogs to terramycin and chloromycetin. Two out of 5 cases responded to a combined treatment with penicillin and terramycin or streptomycin.

ACKNOWLEDGEMENT

The writers gratefully acknowledge the interest and help given by Professor C. A. Mc GAUCHY. Special thanks are due to Dr I. G. MURRAY of the London School of Hygiene and Tropical Medicine, to Dr P. PERREAU and Miss M. Th. BOTTO of the Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, Maisons-Alfort, to the staff of the Veterinary Hospital, Khartoum and to Mr Mohamed Salih HASSAN of the department of Veterinary Pathology, University of Khartoum.

RÉSUMÉ

Nocardiose canine à *Nocardia caviae*

Les auteurs, après avoir passé en revue les diverses observations déjà publiées de nocardiose canine, montrent combien était imprécis à l'origine le genre de l'actinomycète en cause.

C'est l'espèce *Nocardia asteroides* qui a été rencontrée le plus fréquemment chez le chien, isolée de lésions diverses (méningite, péritonite, pleurésie purulente, pleurésie granulomateuse, abcès du foie, abcès du poumon, etc.).

Dans l'observation présente, il s'agit de deux cas naturels de nocardiose du chien, étudiés à la clinique vétérinaire de Khartoum (Soudan).

Chez le premier animal, les lésions visibles étaient constituées par une plaie fistuleuse de la région inguinale et des lésions nécrotiques et purulentes de la région axillaire.

Chez le second, deux fistules purulentes étaient situées au cou et en arrière, près du bord antérieur de l'épaule.

Les autopsies montrèrent que, dans les deux cas, la nocardiose était généralisée ; des nodules actinomycosiques, dont la taille variait de quelques millimètres à trois centimètres, parsemaient les poumons, les reins, le foie et la rate. Histologiquement ces lésions étaient absolument classiques.

Dans le pus prélevé au centre de ces nodules, l'examen microscopique montrait un actinomycète à longs filaments ramifiés, gram-positif, dont l'acidorésistance était variable.

Celui-ci fut isolé aisément, par culture aérobie sur les milieux ordinaires ; les colonies d'aspect crayeux, blanc grisâtre, apparurent en 24 heures. Des cultures luxuriantes furent obtenues sur les milieux de Lowenstein-Jensen et de Dorset. Non hémolytique, cet actinomycète, absolument insensible à la pénicilline mais sensible à la Novobiocine, l'erythromycine, la streptomycine et au sulphafurazole, fut identifié dans les deux cas à *Nocardia caviae*.

Ces deux souches étaient très pathogènes pour le chien, le singe, le lapin, le cobaye et la souris, comme le montrèrent les inoculations expérimentales (évolution fatale en 6 à 11 jours après l'inoculation intraveineuse, pour les trois premières espèces).

Dans les deux observations rapportées, cette infection spécifique évoluait seule et ne pouvait pas être considérée comme secondaire ou associée à une maladie classique du chien (du type Carré par exemple) ; d'autres cas sont venus depuis confirmer ce pouvoir pathogène essentiel.

Il y a donc lieu de considérer désormais qu'à côté de la nocardiose canine à *N. asteroides*, existe une nocardiose du chien, cliniquement identique et à évolution fatale, due à *N. caviae*.

RESUMEN

Nocardiosis del perro causada por *Nocardia caviae*

Se pasan en revista y se discuten los estudios ya publicados sobre la nocardiosis del perro.

Se describen las lesiones encontradas en dos casos.

Lesiones purulentas y fístulas son las modificaciones histopatológicas ocurridas en los animales naturalmente y experimentalmente infectados. Se identificó el germen causal de la enfermedad como *Nocardia caviae* en los dos casos. Aparece el dicho bajo forma de filamentos ramificados, relativamente largos, parcialmente ácido resistentes e irregularmente gram positivos.

Fue aislado por cultivo aerobio en varios medios. Se describen sus características bioquímicas y culturales. Se determinó su sensibilidad para con los antibióticos.

RÉFÉRENCES

- Ann. Rept. Vet. Services*, 1942, Sudan.
Ann. Rept. Vet. Services, 1956/57, Sudan.
 AWAD (F. I.). — *Zbl. vet. Med.*, 1959, **6**, 919-24.
 AWAD (F. I.) and OBEID (H. M.). — *Zbl. Vet. Med.*, 1962, **9**, 257-63.
 BALOZET (L.) and PERNOT (P.). — *Bull. Acad. Vet. France*, 1936, **9**, 168 (cited by BOHL et al. 1953).
 BAUDET (E.). — *ARF. Ann. Parasitol. hum. comp.*, 1934, **12**, 296-308.
 BIAKE (W. P.). — *J. Amer. Vet. Med. Ass.*, 1954, **125**, 467-68.
 BOHL (E. M.), JONES (D. O.), FARRELL (R. L.), CHAMBERLAIN (D. M.), COLE (C. R.) and FERGUSON (L. C.). — *J. Amer. Vet. Med. Ass.*, 1953, **122**, 81-85.
 BREED (R. S.), MURRAY (E. G. D.) and HITCHENS (A.) PARKER. — 1948 (cited by Bergery's manual of Determinative Bacteriology. 7th Ed. Baillière Tindall and Cox. London).
 BROWN (A. R.) and OSBORNE (A. D.). — *Vet. Rec.*, 1962, **74**, 371-73.
 CASSAGNE (H.). — *Milieux de Culture*, Tome 2, 1961 ; Editions de la Tourelle, St-Mandé, France.
 CHALMERS (A. J.) and CHRISTOPHERSON (J. B.). — *Ann. Trop. Med. and Parasitol.*, 1916/17, **10**, 223.
 CROSS (R. F.), NAGAO (W. T.) and MORRISON (R. H.). — *J. Amer. Vet. Med. Ass.*, 1953, **123**, 535-36.
 EROMS (H.). — *Tierärztl. Wschr.*, 1939, **47**, 431.

- FAWI (M. T.). — *Sabouraudia*, 1964, **3**, 303-305.
- FAWI (M. T.), OBEID (H. M.) and HASSANEIN (A. O.). — *Sudan J. Vet. Sci. and Animal husband*, 1963, **4**, 12-16.
- FROST (A. J.). — *Aust. Vet. J.*, 1959, **35**, 22-25.
- GINSBERG (A. H.) and LITTLE (A. C. W.). — *J. Path. Bact.*, 1948, **60**, 563-72.
- GORDON (R. E.) and MIHM (J. M.). — *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1962, **98**, 628-36.
- MANKTELOW (B. W.) and RUSSELL (R. R.). — *N. Z. Vet. J.*, 1965, **13**, 55-58.
- MANSI (W.). — *Brit. Vet. J.*, 1952, **108**, 14.
- MARTIN (H. M.). — *Univ. of Pennsylvania Bull. Vet. Extension Quart.*, 1942, **87**, 15.
- Mac CALLUM (W. C.). — *Cbl. Bakt. Abt I. Orig.*, 1902, **31**, 529.
- MOSTAFA (I. E.). — *J. Comp. Path.*, 1967, **77**, 231-236.
- SNIJDERS (E. R.). — *Verslag van het wetenschappelijk gedeelte der vergaderingen van de afdelling Sumatra's Oostkust. Geneesk. Tijdschr. Ned-Indië.*, 1924, **64**, LXXV-LXXVII.
- THORDAL-CHRISTENSEN (A.) and CLIFFORD (D. H.). — *Amer. J. Vet. Res.*, 1953, **14**, 298-306.

Le traitement de la coccidiose des ruminants domestiques par L' "amprolium"

Chlorhydrate du chlorure de 1 (4-amino-2n-propyl-5-pyrimidinylméthyl) 2-picolinium*

par Simon GRETILLAT et Georges VASSILIADES

RÉSUMÉ

L' « Amprolium » [Chlorhydrate du chlorure de 1 (4-amino-2n-propyl-5-pyrimidinylméthyl) 2-picolinium] déjà utilisé dans la prophylaxie et le traitement des coccidioses aviaires a été essayé avec succès dans la thérapeutique de la coccidiose des ruminants domestiques au Sénégal.

Pour éviter les risques de surinfestation ou de réinfestation en cours d'expérimentation, ont été désinfectés et stérilisés périodiquement les stalles, instruments, outils en contact avec les animaux, ainsi que les vêtements et chaussures du personnel.

Le produit anticoccidien utilisé pour ces essais est une poudre soluble dans l'eau, renfermant 20 p. 100 d'Amprolium, et administrée *per os* le matin à jeun.

Les contrôles du taux d'infestation (nombre d'oocystes par gramme de fèces) sont faits avant, puis 6, 12, 20 et 30 jours après le début de la cure. L'amélioration de l'état général (disparition ou régression partielle des troubles morbides, gain de poids) sont comparés avec le comportement et l'état de témoins non traités à l' « Amprolium ».

12 chèvres, 18 moutons et 12 veaux atteints de coccidiose intestinale aiguë sont répartis en lots de 2 à 3 animaux sur lesquels sont testés les doses suivantes :

- 50, 100, 200 et 400 mg/kilo, en une dose unique.
- 200 mg/kilo/jour, pendant deux jours consécutifs.
- 25, 50, 100 et 200 mg/kilo/jour, pendant 4 jours consécutifs.
- 50 mg/kilo/jour, pendant 6 jours consécutifs.
- 50 mg/kilo/jour, pendant 8 jours consécutifs.

Les résultats les plus intéressants (taux d'infestation diminué de 90 à 95 p. 100 amélioration de l'état général, gain de poids, dans les trois semaines qui suivent le début de la cure) sont obtenus avec la dose de 50 mg/kilo/jour pendant 4 jours consécutifs ; une dose unique, même élevée (200 et 400 mg/kilo) étant insuffisante pour aboutir à une guérison clinique.

En conclusion, l'« Amprolium » utilisé *per os* sous forme de poudre soluble dans l'eau et renfermant 20 p. 100 de produit actif permet de traiter efficacement les caprins, ovins et jeunes bovins atteints de coccidiose aiguë ou subaiguë.

La dose minimum active est de 50 mg/kilo/jour pendant 4 ou mieux 6 jours consécutifs.

Comme pour la plupart des antiparasitaires internes, des doses moyennes renouvelées plusieurs jours de suite sont plus actives qu'une dose élevée unique.

(*) Nous remercions la compagnie Merck, Sharp et Dohme qui a participé au financement de cette expérience.

La coccidiose intestinale des gros et des petits ruminants est une protozoose très répandue au Sénégal.

Sous-alimentés et très amaigris pendant la période de disette correspondant à la saison sèche, les animaux en début d'hivernage sont sujets à des troubles gastro-intestinaux dus au changement brusque d'alimentation (rares graminées dures et ligneuses remplacées par de jeunes pousses abondantes et très riches en eau).

Ces accidents digestifs sensibilisent la muqueuse intestinale et favorisent la prolifération des coccidies chez les sujets les plus affaiblis dont la plupart sont des porteurs chroniques.

De véritables épidémies de coccidiose aiguë apparaissent d'août à novembre et sont en général très meurtrières pour les jeunes bovins, ovins et caprins.

Les fortes pluies d'hivernage transforment très vite les parcs et enclos en bourbiers et rendent très difficile la prophylaxie d'une maladie sévissant à l'état endémique dans des troupeaux élevés en milieu coutumier où certaines mesures d'hygiène générale sont pratiquement inapplicables.

En conséquence, et particulièrement pour ces dernières raisons, les recherches entreprises sur la coccidiose des ruminants domestiques au Sénégal ont porté sur le traitement de cette parasitose.

Plusieurs séries d'essais thérapeutiques ont été réalisés sur veau, mouton et chèvre, infestés naturellement ou expérimentalement, le produit anticoccidien essayé étant l'« Amprolium » Chlorhydrate du chlorure de 1 (4-amino-2-n-propyl-5 pyrimidinylméthyl) 2-picolinium.

PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Nombre d'animaux en expérience : 12 chèvres adultes, 18 moutons adultes et 12 veaux.

Les animaux atteints de coccidiose chronique sont soumis à une diète de 4 jours destinée à déséquilibrer leur milieu digestif pour sensibiliser leur épithélium intestinal et faire apparaître une coccidiose aiguë. ($5 \cdot 10^4$ à $5 \cdot 10^5$ oocystes par gramme de fèces).

Les animaux sains sont infestés expérimentalement et massivement par des souches d'*Eimeria* isolées et conservées au laboratoire. ($2 \cdot 10^6$ à $2 \cdot 10^8$ oocystes administré *per os* à chaque animal).

Pour limiter au maximum les risques de réinfestation au cours de l'expérimentation et éviter ainsi de grosses erreurs dans les résultats qui doivent pouvoir être interprétés sur les plans statistique et biologique, les précautions et les mesures d'hygiène générale suivantes ont été prises :

a) animaux répartis par lots de 3 à 4 maintenus en stabulation dans des stalles à sol et à parois cimentés, isolées les unes des autres, désinfectées et stérilisées quotidiennement au lance-flamme,

b) désinsectisation hebdomadaire des locaux et obturation des ouvertures avec des treillis moustiquaire pour éviter tout transport éventuel d'oocystes par les insectes et particulièrement les mouches,

c) blouses du personnel stérilisées périodiquement, gants et bottes désinfectés à l'entrée et à la sortie par passage dans un bain d'eau de javel.

Accès du bloc expérimental rigoureusement interdit à toute personne ne participant pas à l'expérimentation.

Le produit anticoccidien utilisé est une poudre soluble dans l'eau, renfermant 20 p. 100 d'Amprolium, administrée *per os* (solution aqueuse), le matin à jeun, l'alimentation normale n'étant reprise que 6 heures après le traitement.

Les contrôles d'infestation et d'efficacité sont faits respectivement avant le traitement et dans les semaines qui suivent (6, 15, 20 et 30^e jour), par examens des fèces avec dénombrement des oocystes par gramme d'excréments.

Expérimentation chèvres

12 animaux parasités avec les espèces suivantes : *Eimeria arloingi* ; *E. ninakohlyakimovae* ; *E. parva* ; *E. christenseni*, sont répartis en 4 lots de 3 animaux comportant chacun un témoin et deux sujets traités aux doses suivantes (poudre renfermant 20 p. 100 d'Amprolium).

Lot n° I :	25 mg/kilo/jour,	pendant 4 jours consécutifs.
Lot n° II :	50 mg/kilo/jour,	pendant 4 jours consécutifs.
Lot n° III :	100 mg/kilo/jour,	pendant 4 jours consécutifs.
Lot n° IV :	200 mg/kilo/jour,	pendant 4 jours consécutifs.

TABLEAU N°I
(Chèvres)

N° Animal	Contrôles				Traitement Doses kg/J. 4 jours	Contrôles après traitement							
	préliminaire		après surin- festation			6è jour		12è jour		20è jour		30è jour	
	I.	N.	I.	N.		I.	N.	I.	N.	I.	N.	I.	N.
394	+	5	+++	140	25 mg	++	20	+	20	++	30	++	40
130	+	10	+++	160	25 mg	++	40	++	20	++	30	++	20
128	+	5	+++	160	50 mg	++	20	+	10	+	10	+	5
282	+	5	+++	160	50 mg	++	20	+	10	++	20	+	10
472	+	10	+++	120	100 mg	++	20	++	40	++	20	+	10
491	+	5	+++	180	100 mg	++	20	+	10	+	10	+	10
48	++	20	+++	140	200 mg	++	20	++	20	++	20	++	30
490	+	10	+++	180	200 mg	++	20	++	20	+	10	+	5
495	+	5	+++	200	Témoin	Meurt trois semaines après l'infestation							
270	+	10	+++	300	Témoin	+++	160	+++	80	+++	100	+++	60
350	+	10	+++	200	Témoin	+++	200	Meurt 4 semaines après l'infestation					
155	++	20	+++	100	Témoin	+++	100	+++	100	+++	100	++	40

I. = degré d'infestation

N. = nombre d'oocystes par gramme de fèces en milliers.

+ = Infestation légère

++ = Forte infestation

+++ = Très forte infestation

Interprétation des résultats.

A. Animaux témoins.

Les quatre chèvres non traitées font une coccidiose clinique classique : amaigrissement, anémie, diarrhée sanguinolente. Deux d'entre elles meurent 21 et 26 jours après l'infestation. Leur autopsie révèle des lésions de congestion au niveau de l'intestin grêle avec de nombreuses zones de concentration coccidiennes : taches blanchâtres de 2 à 3 mm de diamètre (2 à 3 par cm² de surface de muqueuse intestinale).

La courbe moyenne des témoins (graphique I) (nombre moyen d'oocystes par gramme d'excréments en fonction du temps d'expérimentation) traduit une coccidiose clinique classique, avec chute normale du nombre moyen d'oocystes par

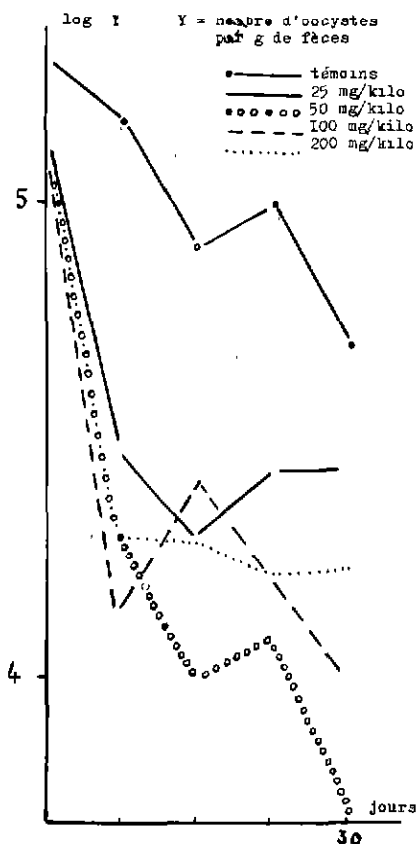
gramme de fèces dans les 30 jours suivant le jour où le taux d'infestation est maximum.

B. Animaux traités.

Par rapport aux témoins, les améliorations suivantes sont enregistrées dans tous les lots, 48 h après le début du traitement :

- disparition de la diarrhée,
- baisse brutale du nombre d'oocystes par gramme d'excréments,
- amélioration sensible de l'état général sur des animaux très fortement amoindris par une infestation massive.

Les courbes (graphique I) montrent une baisse brutale du nombre d'oocystes par gramme d'excréments, particulièrement celle correspondant au lot n° II (50 mg/kg).



Graphique 1. — Courbes d'efficacité (chèvres) en fonction du nombre d'ocystes par gramme de fèces au cours des 30 jours suivant le traitement.

Avec 25 mg/kg, à une chute moins rapide succède une remontée légère suivie d'un palier.

Avec 100 mg/kg, la décroissance est rapide et très importante, mais elle est suivie d'une remontée sensible pour descendre ensuite graduellement à un taux relativement bas.

Avec 200 mg/kg, la diminution du nombre d'ocystes par gramme d'excréments est identique mais se maintient par la suite à un taux supérieur à celui obtenu avec des doses de 50 et 100 mg/kg.

Réduction du parasitisme.

(D'après le nombre d'ocystes par gramme de fèces avant et 30 jours après le traitement).

Lot n° I : 25 mg/kg.....	80 p. 100.
Lot n° II : 50 mg/kg.....	96 p. 100.
Lot n° III : 100 mg/kg.....	94 p. 100.
Lot n° IV : 200 mg/kg.....	90 p. 100.

Dans tous les cas, le traitement a abouti à une baisse du parasitisme suffisante pour entraîner une guérison clinique.

L'examen des courbes montre que la dose de 50 mg/kg est la plus active, 100 et 200 mg/kg donnent des résultats inférieurs. Cela laisserait supposer qu'au-dessus d'un certain seuil, l'Amprolium serait moins facilement absorbé au niveau de la muqueuse intestinale.

Autopsies de contrôle sur deux animaux guéris cliniquement.

Deux autopsies de contrôle pratiquées sur des animaux deux mois après l'infestation expérimentale et un mois et demi après le traitement confirment les résultats trouvés aux examens coprologiques.

a) Animal ayant reçu 50 mg/kg pendant 4 jours. Maigreur. Persistance de quelques amas coccidiens blanc grisâtre au niveau de la paroi de l'intestin grêle. Muqueuse intestinale d'apparence normale.

b) Animal ayant reçu 100 mg/kg pendant 4 jours. Absence de toute lésion macroscopique de coccidiose.

Expérimentation moutons

18 animaux parasités par les espèces suivantes : *Eimeria ninakohlyakimovae* ; *E. parva* ; *E. faurei* ; *E. arloingi* ; *E. ahsata* ; *E. intricata* ; *E. christenseni*, sont répartis en 6 lots de 3 sujets dont un témoin non traité.

Les premiers essais sur chèvres ayant montré l'efficacité de la dose de 50 mg/kg/jour pendant 4 jours consécutifs, les tests sur moutons ont été faits pour confirmer sur ovins les résultats obtenus sur caprins et voir dans quelle mesure une dose élevée serait susceptible de remplacer un traitement étalé sur plusieurs jours.

Les différents lots sont traités aux doses suivantes : (poudre renfermant 20 p. 100 d'Amprolium).

- Lot n° I : 50 mg/kg, dose unique.
- Lot n° II : 100 mg/kg, —
- Lot n° III : 200 mg/kg, —
- Lot n° IV : 50 mg/kg/jour, pendant 4 jours consécutifs.
- Lot n° V : 50 mg/kg/jour, pendant 6 jours consécutifs.
- Lot n° VI : témoins non traités.

TABLEAU N°II
(Moutons)

Lots	N° des moutons	Contrôles (moyenne) avant traitement		Traitement D o s e s	Contrôles (moyenne)					
		Poids	N.		6è jour après traitement		12è jour après traitement		20è jour après traitement	
					Poids	N.	Poids	N.	Poids	N.
1	1974 1976 836	15	132	50mg/kg 1 jour	15	280	15	300	15	140
2	1584 1978 1987	14	400	100mg/kg 1 jour	15	140	17	80	17	200
3	1590 1973 1986	18	400	200mg/kg 1 jour	18	300	18	160	19	80
4	1589 1588 802	17	160	50mg/kg/J 4 jours	19	40	20	40	21	20
5	1586 1583 839	17	400	50mg/kg/J 6 jours	18	40	18	20	19	20
6	805 803 837	18	400	non traités (témoins)	17	200	18	200	18	140

N. = Nombre d'oocystes par gramme d'excréments en milliers.

Interprétation des résultats.

A. Animaux témoins.

Chez les moutons non traités, le parasitisme coccidien reste élevé, avec persistance de la diarrhée et amaigrissement. A l'autopsie, l'intestin grêle est fortement congestionné avec de très nombreuses lésions coccidiennes.

B. Animaux traités avec une dose unique.

Lot n° I (50 mg/kg, dose unique) : aucune amélioration n'est enregistrée à la suite du traitement. Persistance du parasitisme à un taux élevé avec diarrhée et amaigrissement.

Lot n° II (100 mg/kg, dose unique) : légère baisse du nombre d'oocystes par gramme d'excréments mais aucune amélioration clinique.

Lot n° III (200 mg/kg, dose unique) : abaissement très lent du parasitisme coccidien, et persistance des lésions coccidiennes déjà établies.

Par rapport aux témoins, baisse légère du parasitisme mais sans jamais aboutir à une guérison clinique.

C. Animaux traités avec doses multiples.

Lot n° IV (50 mg/kg/jour pendant 4 jours) : diminution rapide du nombre d'oocystes par gramme d'excréments entraînant l'arrêt de la diarrhée et un gain de poids avec amélioration de l'état général.

Lot n° V (50 mg/kg/jour pendant 6 jours) : mêmes constatations que dans le lot précédent avec de meilleurs résultats sans cependant obtenir une guérison parasitologique.

Réduction du parasitisme.

(D'après le nombre d'oocyste par gramme de fèces avant et 20 jours après le traitement).

Lot n° I :

50 mg/kg/jour pendant 1 jour nulle.

Lot n° II :

100 mg/kg/jour pendant 1 jour 50 p. 100.

Lot n° III :

200 mg/kg/jour pendant 1 jour 80 p. 100.

Lot n° IV :

50 mg/kg/jour pendant 4 jours 88 p. 100.

Lot n° V :

50 mg/kg/jour pendant 6 jours 95 p. 100.

Lot n° VI :

témoins 65 p. 100.

Chez les moutons ayant reçu des doses multiples, une amélioration clinique générale rapide et complète coïncide avec la baisse du nombre d'oocystes par gramme d'excréments. A l'autopsie, il est remarquable de noter l'absence de lésion macroscopique de coccidiose.

Les courbes (50 mg/kg/jour, pendant 4 jours, et 50 mg/kg/jour, pendant 6 jours) montrent la baisse rapide du nombre d'oocystes par gramme d'excréments chez les animaux guéris cliniquement. La guérison parasitologique n'est cependant jamais obtenue.

Une dose unique même élevée est insuffisante pour entraîner la guérison d'un mouton atteint

de coccidiose aiguë. La disparition trop rapide de l'Amprolium au niveau du tissu intestinal en est sans doute la cause.

Expérimentation veaux

12 veaux originaires du Ferlo (région de Diourbel, République du Sénégal) atteints de coccidiose intestinale aiguë ou subaiguë sont groupés en 6 lots de 2 animaux. Les examens coprologiques révèlent un très fort parasitisme à coccidies avec par ordre de fréquence les espèces suivantes : *Eimeria wyomingensis*, *E. auburnensis*, *E. zurni*, et plus rarement *E. bovis*, *E. ellipsoïdalis*, *E. cylindrica* et *E. subspherica*.

Très maigres, anémiés avec une diarrhée profuse et parfois sanguinolente, ces jeunes bovins sont soumis à une diète de quatre jours pour obtenir un affaiblissement de l'état général avec hypothermie et augmentation du parasitisme coccidien, le nombre d'oocystes par gramme d'excréments passant de $5 \cdot 10^8$ à $5 \cdot 10^4$ et même $5 \cdot 10^3$ chez les sujets les plus malades.

Compte tenu des résultats obtenus sur caprins et ovins, les essais sur jeunes bovins ont été menés de manière à déterminer les différents taux d'efficacité d'une quantité déterminée d'Amprolium (400 mg/kg), administrée quotidiennement en 1, 2, 4 et 8 fois.

Les différents lots d'animaux sont traités aux doses suivantes : (poudre renfermant 20 p. cent d'Amprolium).

Lot n° I : 400 mg/kg, administration unique.

Lot n° II : 200 mg/kg/jour, pendant 2 jours consécutifs.

Lot n° III : 100 mg/kg/jour, pendant 4 jours consécutifs.

Lot n° IV : 50 mg/kg/jour, pendant 8 jours consécutifs.

Lot n° V : témoins non traités

très fortement parasités en début d'expérimentation.

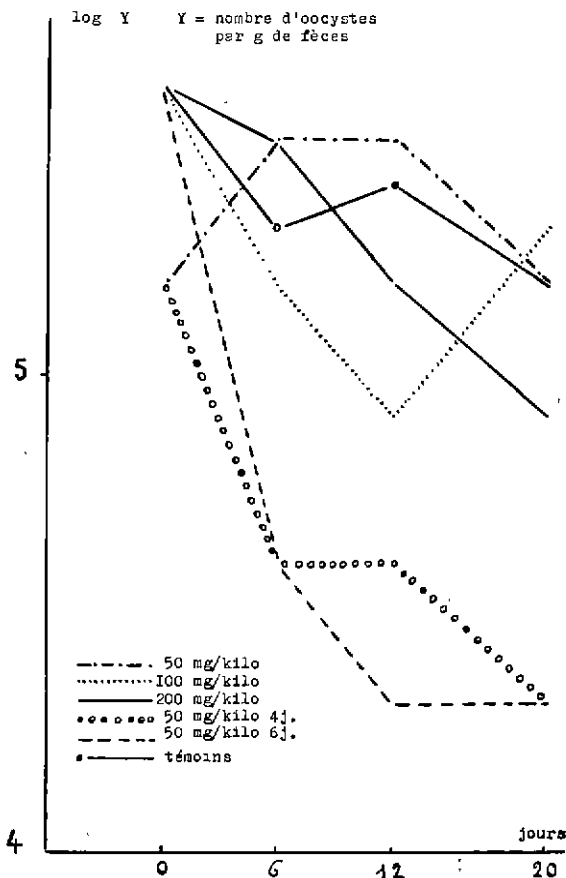
Lot n° VI : témoins non traités

moyennement parasités en début d'expérimentation.

Interprétation des résultats.

A. Témoins.

Lot n° V : animaux fortement parasités en début d'expérimentation :



Graphique II. — Courbes d'efficacité (moutons) en fonction du nombre d'oocystes par gramme de fèces au cours des 20 jours suivant le traitement.

TABLEAU N° III

(veaux)

Lots	N°	avant traitement		10 jours après traitement		20 jours après traitement		30 jours après traitement	
		P.	N.	P.	N.	P.	N.	P.	N.
1 400 mg/kg	882	66	13,4	70,5	16		12	75,4	8,4
	842	40	25,6	40	44		6	34,5	10,8
	moyenne		19,5		30		9		9,6
2 200 mg/kg 2 jours	881	52	17,4	60	10		2	64	5,6
	805	85	20,6	89	6		6	90	6
	moyenne		19		8		4		5,8
3 100 mg/kg 4 jours	810	62	14,4	62	10		2	62	1,6
	896	57	42,4	67	10	testés	14	68,4	2,4
	moyenne		28,4		10		8		2
4 50 mg/kg 8 jours	884	62	24,4	63	10		2	70,1	2
	885	50	27,2	52	1	testés non affectués	2	60	2
	moyenne		25,8		5,5		2		2
5 témoins	806	50	60	54	48		20	64	25,2
	809	50	40	60	10		34	62	16,8
	moyenne		50		29		27		21
6 témoins	883	65	3,6	70	20		24	80	13,6
	890	66	8,6	50	28		48	45	11,6
	moyenne		6,1		24		36		12,6

P. = Poids en kg

N. = Nombre d'oocystes au gramme en milliers.

Persistence du parasitisme coccidien à un taux élevé. A l'autopsie : phases sexuées (macrogamétocytes, microgamétocytes, oocystes intracellulaires) très nombreuses dans les cellules épithéliales de l'intestin (iléon, cæcum, colon).

Lot n° VI : animaux moyennement parasités en début d'expérimentation :

Augmentation très nette du nombre d'oocystes par gramme avec apparition de diarrhée et amaigrissement (coccidiose aiguë). A l'autopsie : intestins congestionnés avec lésions coccidiennes.

B. Animaux traités :

Lot n° I : 400 mg/kg, dose unique : amélioration clinique mais persistance d'un nombre élevé d'oocystes au gramme. Après autopsie : intestin

grêle congestionné avec lésions apparentes de coccidiose. Nombreuses phases sexuées dans les cellules de la muqueuse intestinale (jéjunum, iléon, colon).

Lot n° II : 200 mg/kg, 2 jours : amélioration clinique notable avec diminution de 70 p. cent du parasitisme coccidien. Autopsie : intestin d'apparence normale mais phases sexuées endogènes encore relativement nombreuses notamment au niveau du cæcum.

Lot n° III : 100 mg/kg, 4 jours : guérison clinique complète (disparition de la diarrhée, augmentation de poids) ; baisse importante et rapide (93 p. cent) du nombre d'oocystes au gramme. Muqueuse intestinale d'apparence normale, pas de lésions coccidiennes ; très rares phases sexuées endogènes.

Lot n° IV : 50 mg/kg, 8 jours : guérison clinique et parasitologique complète et rapide ; mêmes observations que pour le lot III.

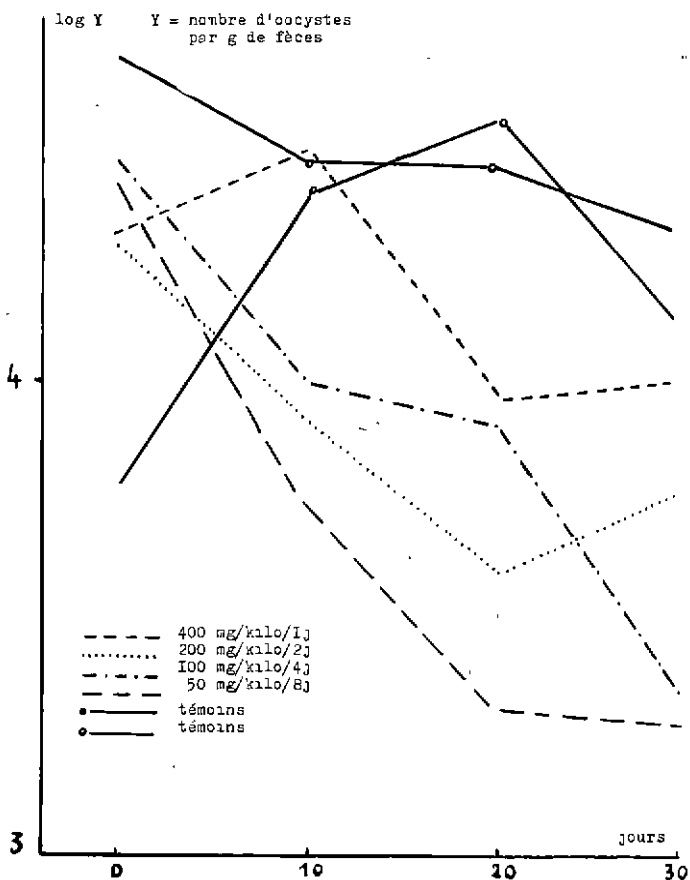
Réduction du parasitisme.

(D'après le nombre d'oocystes par gramme de fèces avant et 30 jours après le traitement).

Lot n° I :	
400 mg/kg/jour, administration unique	51 p. 100
Lot n° II :	
200 mg/kg/jour pendant 2 jours	70 p. 100
Lot n° III :	
100 mg/kg/jour pendant 4 jours	93 p. 100
Lot n° IV :	
50 mg/kg/jour pendant 8 jours	93 p. 100
Lot n° V :	
témoins	58 p. 100
Lot n° VI :	
témoins augmentation du parasitisme.	

Une dose unique élevée d'Amprolium (400 mg/kg) est sans effet dans le traitement de la coccidiose des jeunes bovins. La même quantité d'anticoccidien administrée en deux fois deux jours consécutifs donne de meilleurs résultats mais est cependant insuffisante pour aboutir à une guérison clinique qui est obtenue avec le même poids d'Amprolium divisé en 4 ou 8 doses quotidiennes (100 mg/kg/jour, pendant 4 jours ou 50 mg/kg/jour, pendant 8 jours).

L'interprétation de la représentation graphique des contrôles faits avant et après le traitement est la suivante : la courbe 1 (400 mg/kg) est plus proche des courbes 5 et 6 (témoins) que la courbe 2 (200 mg/kg/2 jours) qui tend à se rapprocher des courbes 3 et 4 (100 mg/kg/4 jours) et (50 mg/kg/8 jours) mais avec cependant une forte augmentation du nombre d'oocystes par gramme de fèces entre les 20^e et 30^e jours après le traitement.



Graphique III. — Courbes d'efficacité (veaux) en fonction du nombre d'oocystes par gramme de fèces au cours des 30 jours suivant le traitement.

L'efficacité maximum de l'Amprolium est obtenue avec une dose quotidienne de 50 mg/kg administrée pendant 4 ou mieux 6 jours consécutifs.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les travaux déjà réalisés à l'aide de l'Amprolium dans la prophylaxie de la coccidiose caprine (FITZSIMMONS, 1967) ou de la coccidiose bovine (PEARSON, BILKOVICH, TODD et HOYT, 1965), ainsi que dans le traitement des eimerioses ovine (HAMMOND, KUTA et MINER, 1967) et bovine (CASORSO et ZARAZA, 1963 ; NEWMAN, 1966 ; et HAMMOND, FAYER et MINER, 1966) permettaient déjà de considérer la dose de 25 à 35 mg par kg de poids vif comme efficace, la cure étant poursuivie pendant 14 jours pour HAMMOND, KUTA et MINER, 1966, 21 jours pour HAMMOND, FAYER et MINER, 1967, mais 143 mg/kilo/jour pendant seulement 5 jours donnent aussi des résultats appréciables (HAMMOND, FAYER, et MINER, 1966).

D'après nos essais, la dose minimum de poudre renfermant 20 p. 100 d'« Amprolium » à utiliser dans la pratique courante pour le traitement des coccidioses caprine, ovine et bovine est de 50 mg/kg/jour pendant 4 ou mieux 6 jours consécutifs, le matin à jeun. Si la durée de la cure ne pose aucun problème pratique en élevage contrôlé et intensif, l'administration d'anticocci-

dien pendant plusieurs jours consécutifs risque d'être un inconvénient non négligeable dans le cas d'élevage extensif, par exemple en Afrique.

En ce qui concerne les tests réalisés avec l'Amprolium employé à dose unique ou deux jours de suite, les résultats obtenus par NEWMAN, 1966 (2 g par veau en une seule administration), et par CASORSO et ZARAZA, 1963, (0,25 g par veau pendant 2 jours) sont difficilement comparables aux nôtres. En effet, 400 mg/kg en une seule dose et 200 mg/kg/jour pendant 2 jours sont inactifs alors que les auteurs précédents obtiennent des résultats spectaculaires avec guérison rapide. Il est vrai que certaines omissions et lacunes relevées dans ces deux travaux rendent délicate toute interprétation et discussion des résultats obtenus. En effet, NEWMAN tout comme CASORSO et ZARAZA, ne donnent pas le poids de leurs animaux, ce qui rend impossible le calcul de la dose par unité de poids vif d'animal en expérience. D'autre part, il n'est nulle part précisé dans leurs textes s'il s'agit de produit à 100 p. cent ou d'un mélange ne renfermant que 20 p. cent de produit actif.

*Institut d'Elevage et de Médecine
vétérinaire des Pays Tropicaux.*

*Laboratoire National
de Recherches Vétérinaires
de Dakar-Hann (Sénégal)*

SUMMARY

The Treatment of Coccidiosis in Domestic Ruminants with « Amprolium »

« Amprolium » [Chlorhydrate of 1 (4-amino-2n-propyl-6 pyrimidinyl-methyl) 2-picolinium chloride] already used for treatment and prophylaxis of avian coccidiosis has been tried with success in the therapy of ruminant coccidiosis in Senegal.

To avoid the risk of superinfestation and reinfestation during the experiment, the stalls, instruments, materials in contact with the animals as well as the clothes and shoes of the staff, were disinfected and sterilised regularly.

The coccidiocidal product used in these trials was a water-soluble powder containing 20 p. 100 Amprolium, administered by mouth, in the morning, before feeding.

The level of infestation was measured by the number of oocysts per gram of faeces, before and at 6, 12, 20 and 30 days after the beginning of treatment. The improvement in general condition (disappearance or regression of symptoms, gain in weight) are compared with the condition of controls not treated with « Amprolium ».

12 goats, 18 sheep and 12 calves with acute intestinal coccidiosis were divided into groups of 2 or 3 animals on which the following doses were tested :

- 50, 100, 200 and 400 mg/kg in one dose.
- 200 mg/kg per day on two consecutive days.
- 25, 50, 100 and 200 mg/kg per day on 4 consecutive days.
- 50 mg/kg per day on 8 consecutive days.

The most interesting results (infestation rate reduced by 90-95 p. 100, improvement in general condition, gain in weight during the three weeks following the onset of treatment) were obtained with the dose of 50 mg/kg per day for 4 consecutive days ; a single dose, even at 200 and 400 mg/kg, was insufficient to bring about a clinical cure.

In conclusion « Amprolium » given by mouth in the form of a water-soluble powder containing 20 p. 100 of active ingredient, is efficient in the treatment of acute or subacute coccidiosis in goats, sheep and calves.

The minimum effective dose is 50 mg/kg per day for 4 or, better, 6 consecutive days.

As with most treatments for internal parasites, a medium dose repeated on several successive days is more effective than a single high dose.

RESUMEN

Tratamiento de la coccidiosis de los rumiantes domésticos por el « Amprolium »

En Senegal, se administró con éxito para el tratamiento de la coccidiosis de los rumiantes domésticos el « Amprolium » [clorhidrato del cloruro de 1 (4-amino-2n-propil-5 pirimidinilmetil) 2-picolinium] ya utilizado para la profilaxia y el tratamiento de las coccidiosis de las aves. Para impedir los riesgos de superinfestación o de reinfestación durante la experimentación, se desinfectaron y esterilizaron las plazas, los instrumentos, en contacto con los animales, así como los vestidos y zapatos del personal.

El producto contra la coccidiosis, utilizado para éstos ensayos, es un polvo soluble en el agua, cabiendo 20 p. 100 de Amprolium, y administrado *per os* por la mañana en ayunas.

Se hacen los controles del nivel de infestación (número de oocistos por gramo de heces) antes, luego a los 6, 12, 20 y 30 días el comienzo del tratamiento. Se compara la mejora del estado general (desaparición o regreso parcial de las perturbaciones morbidas, aumento de peso) con el comportamiento y el estado de los testigos no tratados con el « Amprolium ».

En 12 cabras, 18 corderos y 12 terneros atacados por la coccidiosis intestinal aguda, formando grupos de 2 a 3 animales, se compraban las dosis siguientes :

- 50, 100, 200 y 400 mg/kg, en una dosis única.
- 200 mg/kg/día, durante dos días consecutivos.
- 25, 50, 100 y 200 mg/kg/día, durante 4 días consecutivos.
- 50 mg/kg/día, durante 6 días consecutivos.
- 50 mg/kg/día, durante 8 días consecutivos

Se obtienen los resultados más interesantes (disminución de 90 à 95 p. 100 del nivel de infestación, mejora del estado general, aumento de peso, durante las tres semanas luego el comienzo del tratamiento) con la dosis de 50mg/kg/día durante 4 días consecutivos ; era insuficiente una dosis única, aún elevada (200 y 400 mg/kg) para obtener una curación.

En conclusión, el « Amprolium », utilizado *per os* bajo forma de polvo soluble en el agua y cabiendo 20 p. 100 de producto activo permite el tratamiento eficaz de las cabras, ovejas y terneros atacados por una coccidiosis aguda o subaguda.

Es de 50 mg/kg/día la dosis activa mínima administrada durante 4 o mejor 6 días consecutivos.

Como para la mayor parte de los medicamentos antiparasitarios internos, las dosis medias administradas de nuevo durante varios días sin interrupción son más activas que una dosis importante única.

BIBLIOGRAPHIE

- CASORSO (D. R.) et ZARAZA (H.). — **Drug control of coccidiosis in the bovine. AMPROL : Preliminary information.** *Proc. 17th World Vet. Congr. Hanover, 1963, Aug. 14-21, 827* (traduit de l'espagnol).
- FITZSIMMONS (W. M.). — **Amprolium as a Coccidiostat for Goats.** *Vet. Rec., 1967, LXXX, 1, 24-26.*
- HAMMOND (D. M.), FAYER (R. M. S.) et MINER (M. L.). — **Amprolium for control of experimental coccidiosis in cattle.** *Am. J. Vet. Res., 1966, XXVII, 116, 199-206.*
- HAMMOND (D. M.), KUTA (E. J.) et MINER (M. L.). — **Amprolium for control of experimental coccidiosis in lambs.** *Cornell Vet., 1967, LVII (4), 611-623.*
- NEWMAN (A. J.). — **Acute coccidiosis in calves.** *Vet. Rec., 1966, LXXIX, 8, 240-241.*
- PEARLON (D. L.), BILKOVICH (F. R.), TODD (A. C.) et HOYT (H. H.). — *Am. J. Vet. Res., 1965, XXVI, 112, 683-687.*
- Rapports préliminaires sur des essais faits avec l'Amprol utilisé dans le traitement de la coccidiose des ruminants.**
- Premier rapport : coccidiose caprine, mai 1966 ;
 - Deuxième rapport : coccidiose ovine, décembre 1966 ;
 - Troisième rapport : coccidiose bovine, mai 1967.
- Inst. Elev. Med. vet. Pays trop. Maisons-Alfort et Laboratoire nat. Rech. vet. Dakar (rapports non publiés).*

Étude du pâturage naturel à Madagascar

Productivité, conséquences pratiques

par P. GRANIER, J. LAHORE, P. DUBOIS

RÉSUMÉ

Les auteurs ont étudié les pâturages naturels des régions de l'ouest et du moyen-ouest Malgaches et déterminé l'influence de divers facteurs sur leur productivité.

Les résultats enregistrés ont permis de dégager des données pratiques, tant pour le pâturage que pour le fanage et de formuler des règles d'exploitation rationnelle.

L'analyse des conditions géographiques et humaines dans les régions étudiées, permet d'attribuer au moyen-ouest une vocation d'élevage semi-intensif, alors que dans l'ouest l'élevage devra être conduit sur le mode extensif.

I. — INTRODUCTION

L'immensité et l'homogénéité des savanes à Madagascar justifient une étude de la productivité du pâturage naturel qui dans certaines zones est, et demeurera longtemps, la seule alimentation du bétail. S'il est important de connaître la biologie des espèces dominantes et les rendements pour évaluer les charges à l'hectare possibles, il est non moins important de préciser les conséquences des différents modes d'exploitation, sur l'évolution des associations végétales afin d'être en mesure de favoriser les bonnes espèces fourragères, d'augmenter les rendements, et de maintenir l'équilibre entre différentes strates graminéennes.

Le pâturage naturel étant constitué par une association d'espèces qui n'ont pas la même rapidité de croissance et les mêmes exigences, il est certain que l'exploitation par fauchage, pâturage ou la mise à feu risque de favoriser certaines espèces qui seront les plus résistantes et par conséquent les moins productives.

La mise en évidence du facteur écologique responsable de l'évolution permet de dégager une

technique d'exploitation qui doit, pour être rationnelle, maintenir à la fois les rendements, et un certain équilibre dans la végétation.

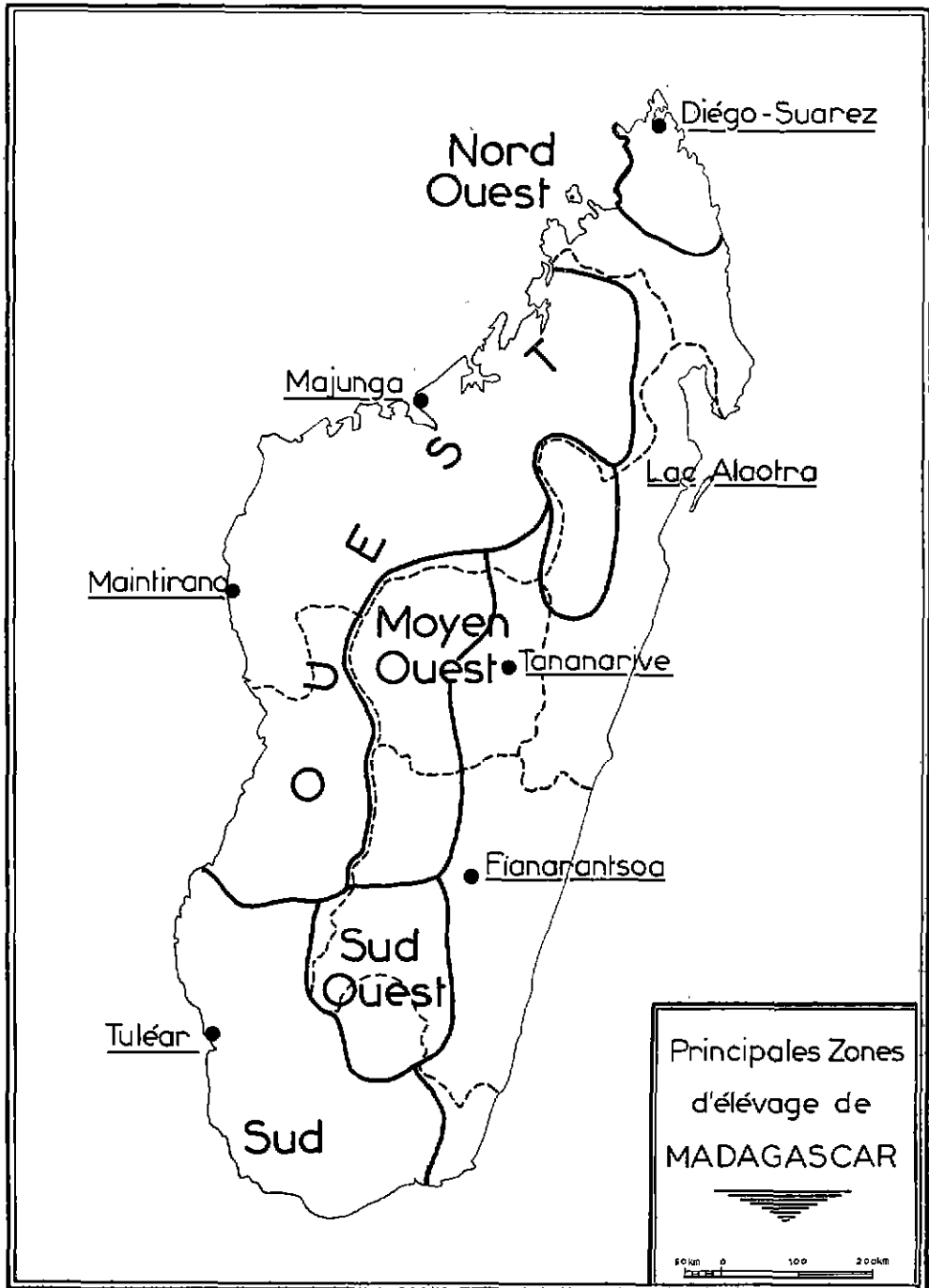
La présente étude a été effectuée sur les pâturages du Centre de Recherches Zootechniques et Fourragères (C. R. Z. F.) de Kianjasoa (Moyen-Ouest) et porte sur une période de trois années. Une comparaison a été établie avec les pâturages de l'Ouest (C. R. Z. F. de Miadana).

II. — ÉTUDE ÉCOLOGIQUE SOMMAIRE

1. — Facteurs physiques.

On peut brièvement résumer l'étude des facteurs physiques en précisant que la pluviométrie (1.650 mm) est assez élevée pour une zone d'élevage extensif et que des températures avoisinant 0°C en hiver provoquent un arrêt total de la végétation dans le Moyen-Ouest.

Si les limons argileux du Moyen-Ouest sont assez bien pourvus en matière organique et insuffisants en Phosphore, et les sols sablonneux de l'Ouest assez bien minéralisés, la topographie joue un rôle important, par suite de l'existence



d'un colluvionnement des parties basses au détriment des parties supérieures.

La différence de granulométrie, ajoutée à des différences climatiques entre le Moyen-Ouest et l'Ouest font que des associations végétales identiques y constituent des groupes écologiques différents. L'association *Hyparrhenia/Heteropogon* se rencontrera d'une part sur les terres de plateau non lessivées dans le Moyen-Ouest et d'autre part sur les dépressions améliorées par un léger colluvionnement dans l'Ouest (1.300 mm de pluies).

2. — Les facteurs biotiques.

L'influence de l'homme prend une certaine importance du fait que l'éleveur est sédentaire et qu'à de rares exceptions près, il ne pratique pas la transhumance.

Le bétail étant surveillé mais non gardé rationnellement, les effets du broutage sélectif prennent de l'importance. Le bœuf a tendance à faire disparaître les espèces qu'il préfère, et pâture plus volontiers les zones où l'herbe est courte ce qui accentue le déséquilibre entre une zone pâturée et une zone sous-pâturée. (Le rôle écologique de l'élevage dans la dynamique des savanes à Madagascar — P. GRANIER — D. E. S. Université de Madagascar — avril 1967.)

III. — MÉTHODES D'ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE DE LA VÉGÉTATION

A. — Méthodes utilisées.

Evolution de la végétation : mise en place de carrés témoins permanents. Relevé de la surface de recouvrement par espèce sur une fiche millimétrée à l'échelle de 1/5^e.

Relevé phytosociologique.

Mise en évidence des associations végétales par la méthode de Braun-Blanquet.

Étude de la productivité.

Sur une surface homogène, caractéristique de l'association étudiée, délimitation de carrés de 4 m² ayant un coin commun le long d'une ligne matérialisée par une ficelle. Tous les 10 jours de janvier à juin, la hauteur moyenne des touffes par espèce est notée et l'herbe coupée à 2,5 cm du sol sur un carré. Les rendements sont calculés par espèce puis cumulés.

On établit ensuite une courbe de l'évolution des rendements en fonction du temps.

Divers traitements sont appliqués à chaque parcelle et répétés l'année suivante.

B. — Étude phytosociologique.

Le relevé ci-dessous donne un aspect phytosociologique de l'association végétale dominante dans le Moyen-Ouest.

Relevé effectué sur sols ferrallitiques de plateau pente 5% Aire minimum 10 m ² . Relevé effectué à 1 cm du sol		
Espèces	% Fréquence	% Recouvrement du sol à 1 cm
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Graminées)	6,6	7,65
<i>Heteropogon contortus</i> (Graminées)	80	8,78
<i>Imperata cylindrica</i> (Graminées)	6	0,32
<i>Aristida multicaulis</i> (Graminées)	0,8	0,8
<i>Eriosema procumbens</i> (Papilionacées)	5	0,04
<i>Sarcobothrya strigosa</i> (Papilionacées)	1,6	0,05
		Total 17,64
		82,36 = sol nu

On voit que deux espèces dominent dans l'association, ce sont l'*Hyparrhenia rufa* et l'*Heteropogon contortus*, deux andropogonées communément répandues en milieu tropical. Les autres, importantes en phytosociologie, sont négligeables sur le plan de la productivité.

Par l'étude comparative des relevés phytosociologiques effectués sur des parcelles ayant subi des traitements différents, on peut mettre en évidence l'influence d'un facteur sur l'évolution de la végétation.

Le *surpâturage* a pour effet d'augmenter la fréquence et le recouvrement de base des espèces non appréciées (*Imperata*, *Aristida*) et d'accélérer l'évolution dans un sens **regressif**.

Le *sous-pâturage*, en l'absence de feux avec la reconstitution de l'humus et les conséquences que cela entraîne, est le point de départ d'une évolution **progressive** transformant le pâturage en formation secondaire buissonnante puis arborescente et arborée.

Cas des légumineuses.

Si l'on considère le cas des pâturages mis à feu régulièrement, on constate que l'évolution des légumineuses est cyclique. Sur un sol lessivé, durci, dépourvu de matière organique, les légumineuses se réinstallent plus facilement que les graminées (dépendantes de l'Azote dans le sol). Ces légumineuses (*Indigofera*, *Eriosema*, *Crotalaria*) non concurrencées par la strate graminéenne, occupent une partie de l'espace libre et n'étant pas broutées, enrichissent le sol en azote par leurs litières et la désagrégation de leurs racines. Cette amélioration, physique et chimique permet aux graminées de se réinstaller, de végéter et de supplanter les légumineuses jusqu'à la prochaine mise à feu, où le cycle recommence.

La richesse d'un pâturage en légumineuses naturelles doit donc être considérée comme un facteur négatif. Elle permet d'évaluer approximativement la date de la dernière mise à feu et le stade d'évolution.

Les pyrophytes.

L'exploitation du pâturage par le bétail provoque l'extension des pyrophytes (*Imperata*, *Aristida*) par suite des compétitions interspécifiques qui jouent toujours en faveur de celles-ci, et pour diverses raisons :

1° *La rapidité de croissance* : l'*Imperata* et l'*Aristida* ont une croissance accélérée par le passage du feu et sont les premières à occuper l'espace aérien et la couche superficielle du sol.

2° *Le mode d'occupation de l'espace* : l'*Aristida* a un port procombant et une touffe âgée de 3 ans peut dépasser le mètre carré — il se propage par des rhizomes, son plateau de tallage s'accroît sans cesse, et la touffe élimine progressivement toutes les espèces environnantes.

L'*Imperata* a des rhizomes très résistants, profonds, riches en réserves et à cause de sa sociabilité élevée élimine les autres espèces.

3° *La périodicité saisonnière* : Ces deux espèces adaptées aux feux et à la sécheresse, peuvent refaire un cycle à n'importe quel moment de l'année, alors que les *Hyparrhenia* et *Heteropogon* dépendent étroitement de la pluviométrie. Le feu lève immédiatement la dormance sur les touffes d'*Aristida* et d'*Imperata*.

4° *L'appétibilité* : Les pyrophytes ne sont pas systématiquement broutés, comme les bonnes espèces fourragères ; ce qui leur donne un avantage certain dans la compétition.

5° *L'accumulation des réserves* : l'appareil racinaire des pyrophytes est extrêmement dense et profond, ce qui permet, en période sèche, une accumulation importante des réserves, alors que les *Hyparrhenia* et *Heteropogon* ont un enracinement superficiel.

C. — Etude des cycles végétatifs de l'*Hyparrhenia* et de l'*Heteropogon*.

Légèrement avant le début des pluies, les cycles végétatifs redémarrent lorsque s'effectue la migration des réserves racinaires accumulées au cours de la saison sèche (nitrates) vers les innovations.

Les phases caractéristiques du cycle végétatif de l'*Heteropogon* peuvent être résumées ainsi : pour le Moyen-Ouest :

— Montaison	1/III
— Floraison	21/III
— Fructification	19/IV
— Dispersion des diaspores	Fin avril

Quant à l'*Hyparrhenia rufa*, plus lent, son cycle est le suivant :

— Montaison	1/III
— Floraison	30/III
— Fructification	9/IV
— Dispersion des diaspores	Mi-mai

On remarque que si la montaison débute en même temps, la période qui précède la fructification est beaucoup plus étalée chez l'*Hyparrhenia*. On sait que chez l'*Heteropogon*, la fructification est extrêmement rapide à partir du moment où apparaissent les étamines qui peuvent être observées facilement sur ces plantes anémophiles.

En résumé, le cycle de l'*Heteropogon* est beaucoup plus court, et surtout, ce qu'il importe de remarquer lorsqu'on veut faire du foin c'est que la période qui convient pour le fauchage se réduit dans la pratique à 2 semaines pour l'*Heteropogon*, et que pendant les 2 semaines, il y a de fortes chances d'avoir des pluies, puisqu'elles se situent du 1^{er} au 15 mars (Préfloraison).

Si l'on considère l'*Hyparrhenia*, on voit que cette période s'étale sur tout le mois d'avril, et que les

pluies étant pratiquement terminées, les risques de pertes seront réduits.

Sur le plan purement physiologique, notons qu'en fauchant à la fin du mois de mars, la coupe ne modifie pas le comportement de l'*Heteropogon* qui a terminé son cycle et se met naturellement au repos. Il n'en va pas de même de l'*Hyparrhenia* qui, à cette date en est à la montaison ou au début de la floraison et les recherches récentes prouvent qu'à ce stade :

— « les épis préformés détournent l'alimentation de la plante et leur concurrence, empêche l'évolution des talles secondaires ou des bourgeons qui étaient en instance. »

— « qu'il est probable que les apex provoquent aussi un blocage hormonal de tous les bourgeons non encore démarrés et des talles insuffisamment avancés » (J. DUTHILL).

Pour l'*Hyparrhenia*, cette période correspond donc à un arrêt total de la végétation, et à une élimination importante des réserves exportées avec le maître brin. Si, toutes les années, l'association est fauchée précocement, il s'en suivra une élimination progressive de l'*Hyparrhenia* au profit de l'*Heteropogon*.

Comparaison avec l'Ouest.

Les cycles sont à peu de choses près identiques dans l'Ouest et le Moyen-Ouest, où l'on observe également un décalage d'un mois dans les fructifications de ces 2 espèces. On peut rapprocher de ce fait l'observation effectuée à Kianjasoa sur la longueur des cycles au cours d'années à pluviométrie très différentes (année pluvieuse et année sèche). Il semble que la pluie a une influence marquée sur les rendements mais ne modifie pas sensiblement la longueur des cycles ce qui est un fait d'ordre très général.

D. — Exigences écologiques :

L'Heteropogon contortus : est une espèce très plastique, pantropicale, peu exigeante et résistante aux feux. Sa présence n'a pas de valeur significative, elle indique seulement l'existence de feux répétés. On la retrouve sous tous les climats, et sur des sols très différents.

L'Hyparrhenia rufa : est exigeante en matière organique. On la rencontre sur des sols bruns foncés contenant le plus souvent plus de 2 p. 100

de matière organique et possédant une bonne structure. Elle est très sensible à la présence d'éléments fins en surface et ne supporte pas le passage répété des feux, ni le surpâturage. Elle est beaucoup plus exigeante en eau que l'*Heteropogon* et réagit nettement aux effets du sous-solage.

IV. — RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX ET APPLICATIONS

a) Mise en évidence de la compétition entre les espèces dominantes :

Si un pâturage constitué par l'association *Hyparrhenia-Heteropogon* est exploité toutes les années à la même époque, avant la fructification de l'*Hyparrhenia*, le faciès « *Hyparrhenia* » n'apparaît pas et cette espèce finit par disparaître. Il suffit de laisser en défens un carré témoin pour voir apparaître le faciès dès le mois de mars.

Dans les graphiques n° 1 et n° 2 on remarque sur les courbes correspondant aux parcelles fauchées chaque année l'existence de 2 pics qui représentent la montaison des 2 espèces. Sur les courbes correspondant aux parcelles fauchées après un temps de repos supérieur à 1 an, le pic de l'*Heteropogon* n'apparaît pas, parce que ce dernier est gêné par la concurrence de l'*Hyparrhenia*, plus vigoureux du fait de l'allongement du temps de repos, qui a favorisé l'accumulation des réserves.

b) Mesure de la productivité :

Etude effectuée d'après la méthode des carrés coupés tous les 10 jours dans des parcelles auxquelles on applique les traitements suivants :

Objet A. — Fauchée tous les ans.

Objet B. — Fauchée après un temps de repos supérieur à 1 an. Les litières sont fauchées et enlevées en fin de saison sèche lorsque la végétation est au repos.

Objet C. — Mise à feu en saison sèche.

Observations effectuées :

- Pluviométrie entre chaque coupe,
- rendement par espèce et global,
- % de chaque espèce,
- stade végétatif à chaque coupe,
- hauteur moyenne des touffes,
- fréquence des espèces. Evolution,
- hauteur des regains.

RÉSULTATS

— Influence de la longueur des temps de repos sur les rendements :

Graphiques n° I et n° II.

La courbe A correspondant à la productivité de la parcelle fauchée l'année précédente fait apparaître les points suivants :

1° En février, début des observations, la parcelle fauchée l'année précédente a un rendement supérieur à la parcelle B, parce que cette dernière, laissée au repos toute la saison sèche, a été débarrassée des pailles sèches (litières) avant le début des pluies ; la parcelle A a donc une certaine avance, avance qui correspond aux regains de début de saison sèche.

2° La courbe possède 2 pics très nets qui correspondent à la « flambée de croissance » de l'*Heteropogon* en mars et de l'*Hyparrhenia* en avril. Il faut noter que cette « flambée de croissance » se situe un peu avant la montaison.

3° Les cycles étant plus précoces que dans la parcelle B, la pluviométrie tardive (pluies en fin avril) provoque un regain de croissance matérialisé par un 3^e pic à ce moment-là.

La courbe B correspondant à la productivité de la parcelle laissée au repos l'année précédente, se distingue de la courbe A par :

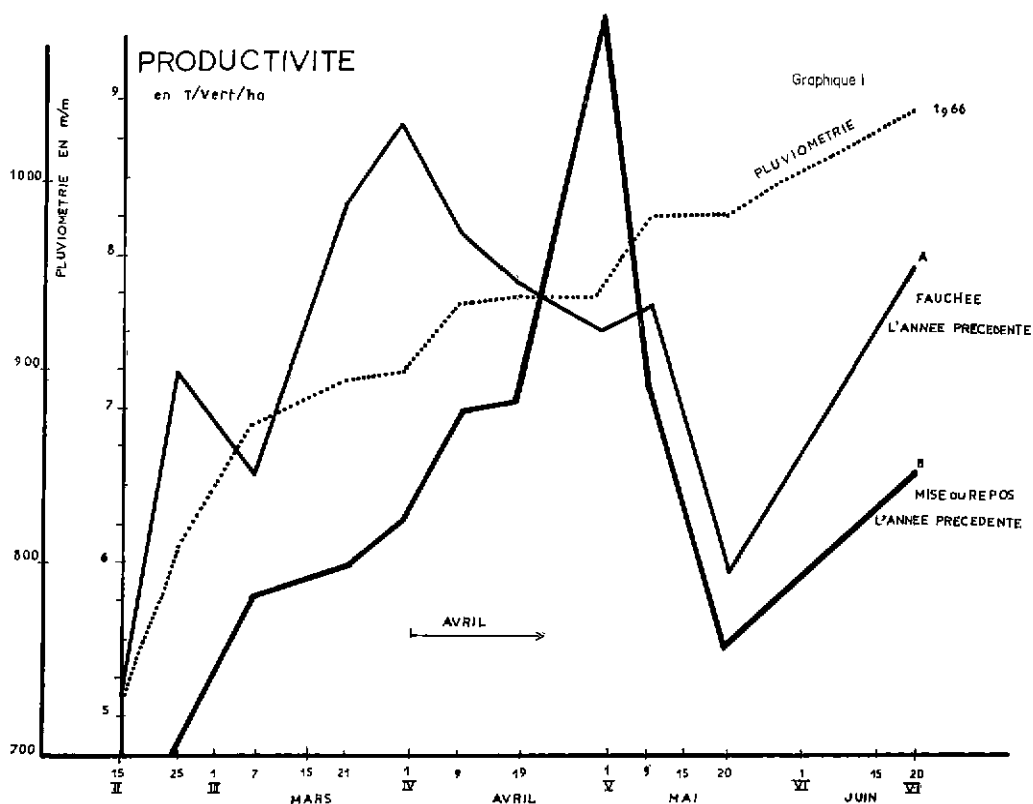
a) un décalage dans le temps que nous avons déjà expliqué,

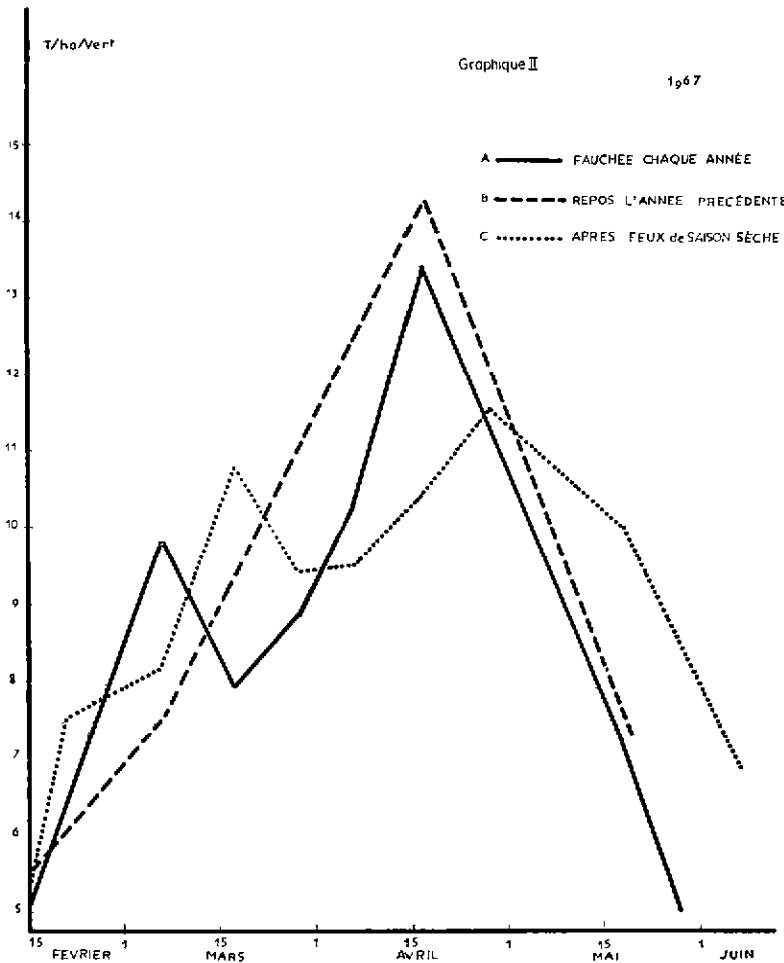
b) un pic de l'*Heteropogon* moins prononcé,

c) un pic de l'*Hyparrhenia* beaucoup plus haut. Dans cette parcelle l'*Hyparrhenia* non fauché l'année précédente a pu reconstituer ses réserves racinaires, et n'a pas subi de pertes importantes par « écimage » comme dans le cas où il est coupé au stade de la montaison.

Conséquences pratiques.

La mise au repos permettant d'avantager l'espèce fourragère la plus intéressante et d'augmenter les rendements, on peut se permettre de





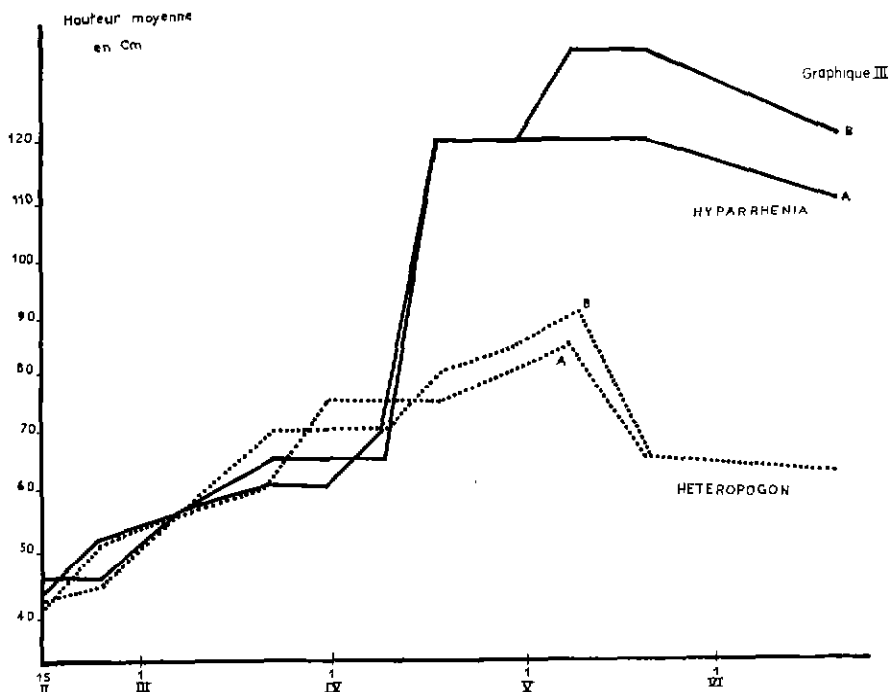
ne pas faucher ou faire pâturer la totalité des surfaces mais laisser en défens 1/3 ou 1/4 de chaque parcelle chaque année et d'effectuer une rotation des sous-parcelles.

Si un hectare peut produire chaque année 10 tonnes d'herbe verte, avec une rotation par tiers des mises au repos on peut obtenir une production d'environ 8,5 tonnes sur 2/3 d'hectare seulement. Ceci permet d'abaisser le prix de revient du foin, l'augmentation des rendements réduisant le nombre d'heures des machines et de la main-d'œuvre nécessaires. Les surfaces de pâturages naturels étant presque toujours beaucoup plus étendues que ce qu'il est possible d'exploiter rationnellement, cette mise au repos n'est pas gênante et elle permet en fin de saison sèche de fournir des litières abondantes, de reconstituer de l'humus et d'enrichir progressivement les sols.

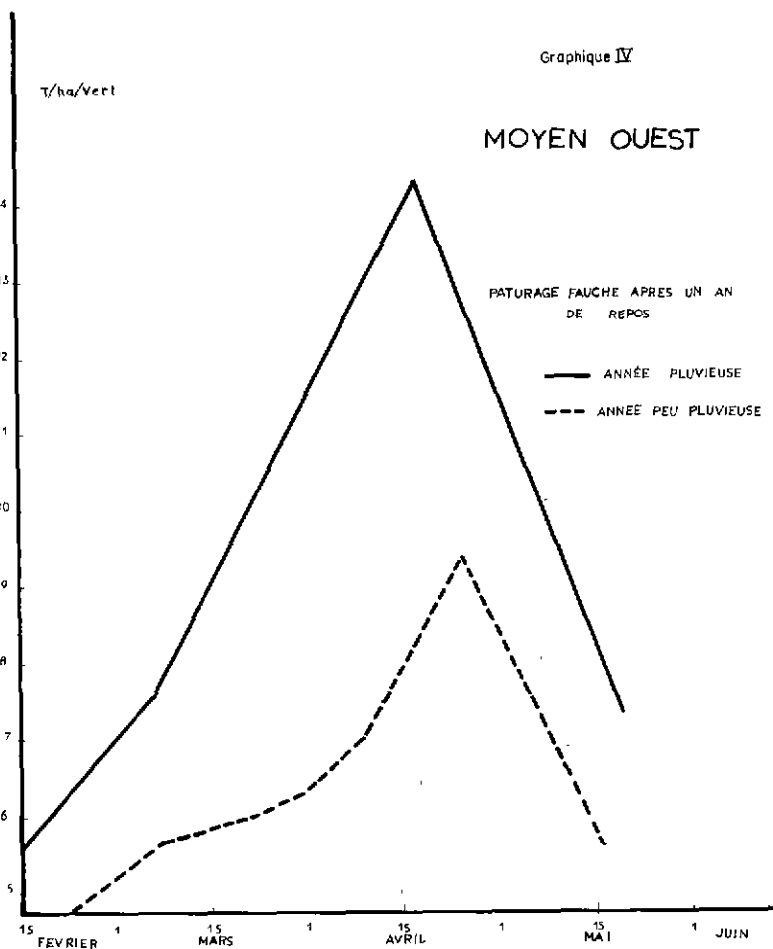
— Influence de la date du fauchage sur l'évolution de l'association :

Le graphique n° III illustre l'influence d'une coupe précoce sur une association composée de 2 espèces qui n'ont pas la même vitesse de croissance. Le fauchage d'une graminée après la fructification ne provoque pas de modifications dans les cycles végétatifs suivants. C'est le cas de l'*Heteropogon* qui même lorsque le fauchage est précoce (mars) a terminé son cycle. Ceci explique pourquoi les 2 courbes de l'*Heteropogon* dans les Objets A et B sont pratiquement confondues, alors qu'on remarque un décalage dans les rendements et dans le temps entre les 2 courbes de l'*Hyparrhenia* dans les objets A et B.

De plus, on sait que le fauchage répété a pour effet de sélectionner dans une population les espèces à cycles plus courts, celles ayant des cycles longs finissant par être éliminées parce que non compé-



tives. Ceci peut expliquer pourquoi la floraison apparaît plus tôt dans les associations exploitées | régulièrement que dans la savane sous-exploitée. D'autre part, le graphique n° IV montre que si



on laisse à la graminée un temps de repos pour qu'elle puisse reconstituer ses réserves, même si elle est fauchée en saison sèche, le cycle suivant :

- est retardé en saison sèche,
- est plus élevé.

Conséquences pratiques.

Si l'on exploite régulièrement toutes les années la même parcelle à la même époque, on va progressivement éliminer l'espèce tardive, ce qui va provoquer une baisse des rendements et un raccourcissement de la période des foins. La fructification des espèces tardives ne se fera pas, ce qui empêchera l'amélioration de la couverture du sol par les germinations qui sont nombreuses après les feux.

C'est ainsi qu'il est relativement difficile de rencontrer à Madagascar des savanes dans lesquelles l'*Hyparrhenia* domine, sauf dans les zones sous-exploitées ou dans les zones à sols riches. Le respect du temps de repos est une règle absolue en matière d'exploitation des pâturages et sa non-observation favorise l'*Heteropogon*, plus résistant au feu, moins exigeant et qui, par un mécanisme naturel (callus vulnérant) sait se mettre en défens au moment de la fructification.

En se basant sur ces données phytosociologiques on peut établir un plan d'exploitation faisant intervenir le temps de repos, la rotation du pâturage — la distribution de foin et l'appoint d'un pâturage de saison sèche (bas-fond).

Etude de la date du fauchage.

Le graphique n° III montre, que l'*Hyparrhenia* est l'espèce qui présente le plus d'intérêt sur le plan fourrager par ses rendements et le fait qu'elle peut être fauchée plus tard, à un moment où le gaspillage dû aux pluies est négligeable. Par ailleurs, une étude bromatologique « Les Foins des Graminées naturelles » (rapport en cours d'impression) montre que les valeurs fourragères (U. F.) ne varient pratiquement pas au cours de la saison du fanage, en ce qui concerne les bovins.

Il y a donc intérêt à attendre l'époque de la préfloraison de l'*Hyparrhenia* pour faire les foins, c'est-à-dire que la fenaison doit logiquement se situer de la fin mars au 15 avril. Plus tard, bien que les rendements augmentent, la lignification des chaumes diminue l'appétibilité et la digestibilité des foins.

— Influence du feu.

Pour de multiples raisons, le feu étant encore un « mal nécessaire » et devant être considéré comme un facteur écologique lorsqu'il est question de pâturage extensif, un objet C a été brûlé en saison sèche, à l'époque où les feux courants consomment la savane.

La courbe C du graphique n° II indique les résultats obtenus sur une parcelle homogène et homologue des objets A et B.

Ces résultats sont identiques à ceux obtenus par différents auteurs et en particulier DUCHAU-

	Année I	Année II	Année III
Parcelle I	Pâturé de décembre au 15 mars Repos <i>Hétéropogon</i> Pâturage d'été	Mise à feu tardive 15/20 mars Pâturé du 1 ^{er} juin à décembre + Bas-fond Foin sur une partie Pâturage de contre-saison	Pâturé du 15 mars au 1 ^{er} juin Repos <i>Hyparrhenia</i> Pâturage d'automne
Parcelle II	Mise à feu tardive 15-20 mars Pâturé du 1 ^{er} juin à Décembre + Bas-fond Foin sur une partie Pâturage de contre-saison	Pâturé du 15 mars au 1 ^{er} juin Repos <i>Hyparrhenia</i> Pâturage d'automne	Pâturé de décembre au 15 mars Repos <i>Hétéropogon</i> Pâturage d'été
Parcelle III	Pâturé du 15 mars au 1 ^{er} juin Repos <i>Hyparrhenia</i> Pâturage d'automne	Pâturage de décembre au 15 mars Repos <i>Hétéropogon</i> Pâturage d'été	Mise à feu tardive 15/20 mars Pâturé du 1 ^{er} juin à décembre avec bas-fond Pâturage de contre-saison

FOUR et DOMMARGUES, et peuvent être résumés ainsi :

Le feu provoque une amélioration certaine mais temporaire (3 mois environ) par suite de la levée de dormance qu'il provoque, de la recrudescence temporaire de l'activité microbienne, de l'accumulation des cendres qui relève le pH et de l'augmentation de la teneur en Azote minéral — qui est passée, à Kianjasoa, 3 mois après les feux de 1,1 à 1,68 p. 100. Après cette amélioration temporaire la parcelle brûlée accuse des rendements inférieurs à ceux des objets A et B.

Il est certain que le feu est un facteur de dégradation, mais si l'on ne peut pas ne pas brûler, il est possible de limiter les effets en effectuant une rotation des feux et surtout en respectant le temps de repos. Le feu en lui-même n'a que peu d'action sur une savane plus ou moins ouverte, alors que le surpâturage des regains après les

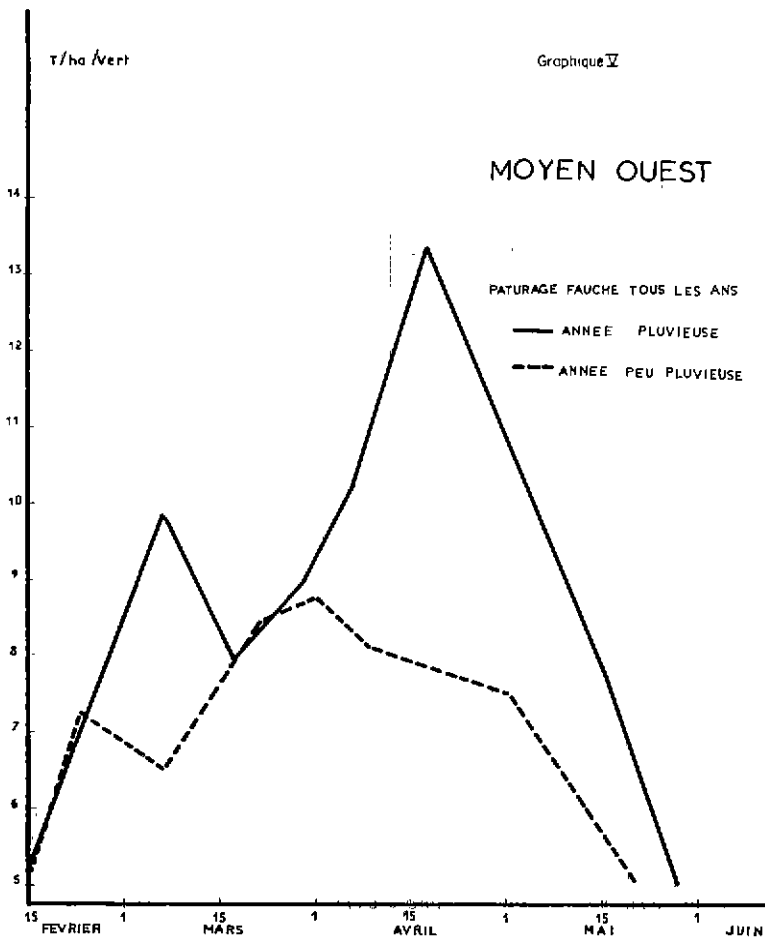
feux favorisent les pyrophytes (*Aristida*, *Imperata*) — Par ailleurs, il est parfois indispensable pour lutter contre l'embroussaillage.

— Influence de la pluviométrie.

L'expérimentation effectuée sur les parcelles A et B a bénéficié d'une succession d'années nettement différentes sur le plan de la pluviométrie. Alors que la moyenne calculée sur les vingt dernières années est de 1.650 mm, l'année 1966 a été une année très peu pluvieuse (1.100 mm) alors que 1967 peut être considérée comme une année pluvieuse (1.850 mm).

Sur les graphiques n° IV et n° V on peut remarquer que l'excédent des pluies provoque une nette augmentation des rendements qui est régulière alors que la modification de la longueur des cycles semble être influencée par d'autres facteurs.

Dans le graphique n° I, correspondant à une



année peu pluvieuse l'existence de pluies tardives, provoque la pousse de regains, l'herbe n'ayant pas atteint ses potentialités maxima en avril. Il y a intérêt dans ce cas à laisser ces regains en défens jusqu'à la saison sèche, si l'on ne veut pas épuiser le pâturage. Il faut attendre pour exploiter, que les souches émettent de nouvelles inflorescences qui sont souvent pauvres, aberrantes (formes de résistances).

Pertes de matière sèche en saison sèche.

Au centre de Recherches Zootechniques et Fourragères de Kianjasoa une étude a été effectuée sur l'exploitation des regains de l'association *Hyparrhenia/Heteropogon* en saison sèche par des bœufs au pâturage. Cette étude a permis de mettre en évidence, par la méthode des cages grillagées, une perte de matière sèche pendant les mois d'août et septembre.

Sur des échantillons prélevés dans les cages grillagées au début et à la fin de la période de pâture, ramenés à la matière sèche, on a constaté une perte de poids de l'ordre de 15 p. 100 sur une période de 40 jours.

Les cellules continuant à respirer, il y a :

— Dans un premier temps, une perte d'eau et de gaz carbonique.

— Dans un deuxième temps, des actions diastatiques qui ont pour résultat une production d'alcool et d'acide carbonique.

V. — COMPARAISON ENTRE LE MOYEN-OUEST ET L'OUEST

Tableau n° I, graphique VI et VII.

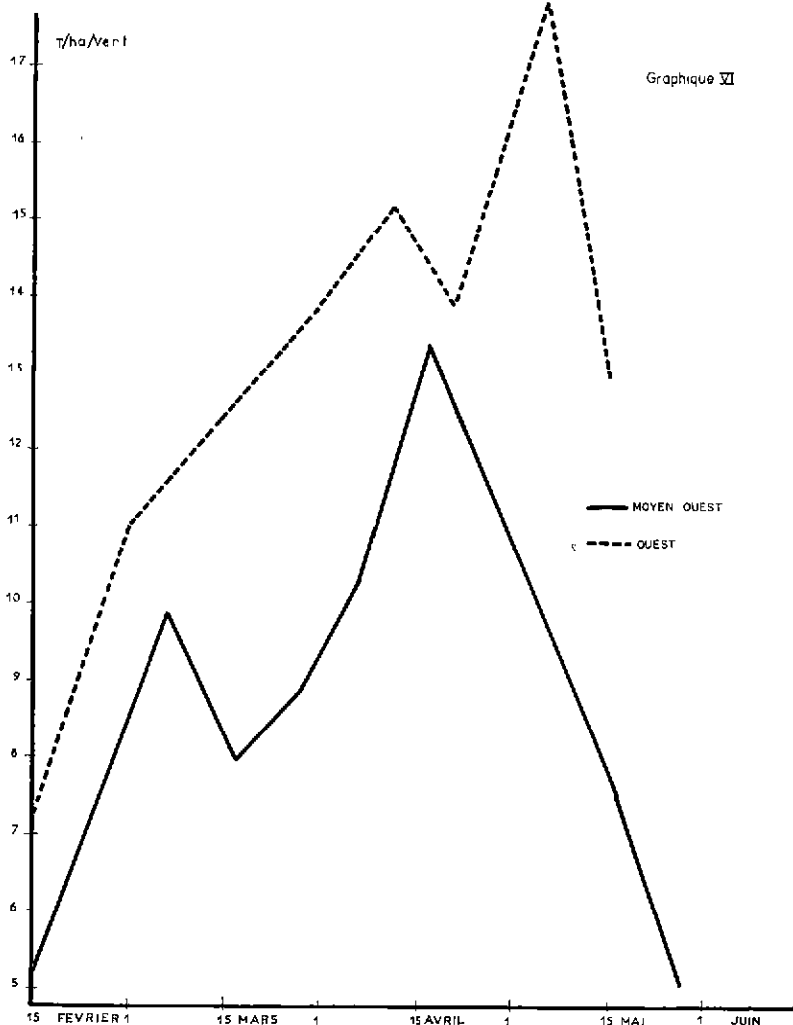
L'étude comparée de la productivité de l'association *Hyparrhenia/Heteropogon* effectuée dans

TABLEAU I
Etude des regains
Miadana (Ouest malgache) - 1967

Date de la coupe	Relevés décennaires de la hauteur des regains à chaque coupe (en cm)										
		31/1	10/2	20/2	02/3	12/3	22/3	01/4	11/4	21/4	06/5
21/1	1	5	8	12	20	30	45	70	85	95	115
	2	8	16	25	35	52	65	98	120	155	170
31/1	1	-	4	6	15	26	35	50	75	85	105
	2	-	12	22	31	40	45	65	80	120	135
10/2	1	-	-	5	8	17	23	33	50	65	80
	2	-	-	10	16	21	35	55	65	70	90
20/2	1	-	-	-	5	10	15	24	30	35	55
	2	-	-	-	10	18	22	30	37	50	70
2/3	1	-	-	-	-	5	8	17	25	30	40
	2	-	-	-	-	10	15	25	32	41	55
12/3	1	-	-	-	-	-	5	10	13	20	25
	2	-	-	-	-	-	10	20	25	30	38
22/3	1	-	-	-	-	-	-	5	10	13	20
	2	-	-	-	-	-	-	12	20	26	28
1/4	1	-	-	-	-	-	-	-	5	9	15
	2	-	-	-	-	-	-	-	9	12	21
11/4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	9
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	10	13
21/4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
6/5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1 = *Heteropogon*

2 = *Hyparrhenia*



les Centres de Recherches de Kianjasoa (Moyen-Ouest) et Miadana (Ouest) fait apparaître des rendements bruts nettement supérieurs à Miadana (18 t/ha au lieu de 11 t/ha).

De plus, une caractéristique est essentielle, et réside dans l'existence de regains à Miadana, où les carrés coupés entre janvier et février parviennent à nouveau à la même hauteur en mai. A Kianjasoa il n'y a pratiquement pas de différences entre les carrés coupés entre janvier et mai, la repousse étant uniformément négligeable.

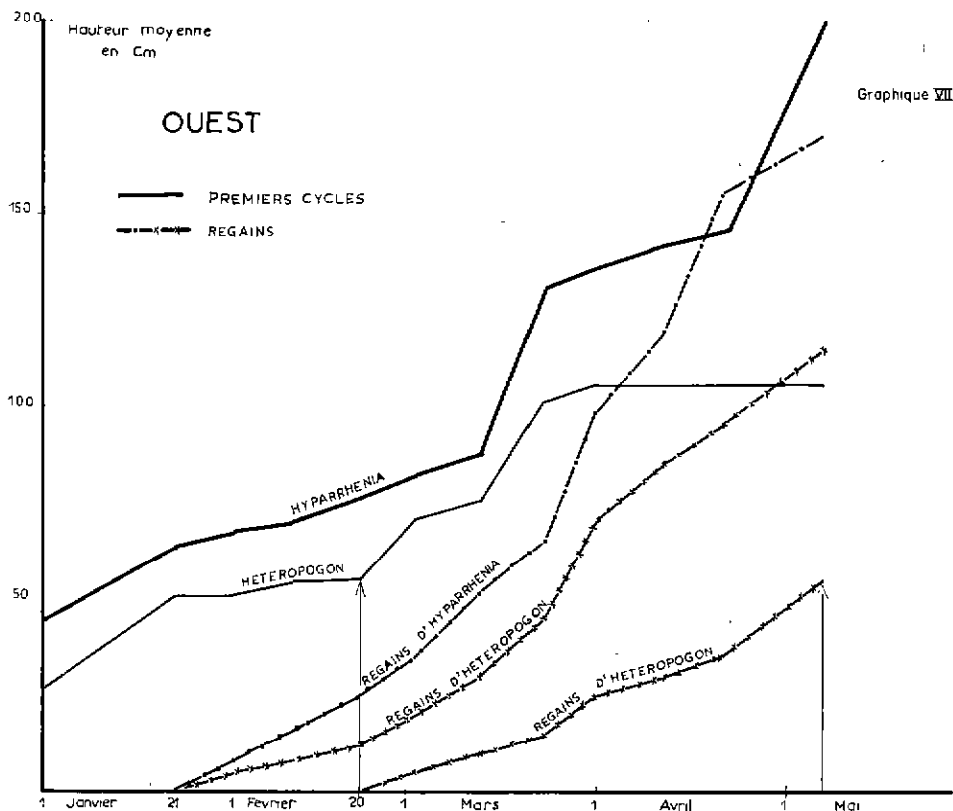
C'est dire combien le milieu en *saison des pluies* est nettement plus favorable pour la pousse de l'herbe dans l'Ouest que dans le Moyen-Ouest.

Le tableau ci-après, indique la hauteur des regains en fonction de la date de la coupe.

On peut remarquer que sur les carrés coupés jusqu'au 20 février les regains de l'*Heteropogon* atteignent au moins 55 cm de hauteur le 6 mai, hauteur qu'ils atteignaient à la date de la première coupe (Tableau n° 1).

Les facteurs écologiques qui influent sont les suivants :

La topographie : Les terres utilisées à Miadana ne sont pas des plateaux, mais des terres basses en dépressions plus ou moins fermées ce qui modifie la répartition locale des pluies. Alors qu'à Kianjasoa les plateaux se drainent au profit des nappes situées beaucoup plus bas, à Miadana les terres collectent des quantités d'eau supérieures à l'importance des précipitations. En outre ce drainage latéral enrichit en bases les terres des



dépansions. Il y a une compensation édaphique à la sécheresse relative du climat.

La roche-mère : les analyses des sols font apparaître que les terres de l'Ouest sont bien mieux minéralisées que celles du Moyen-Ouest (en P, K, Ca, Mg).

La granulométrie : les plateaux du Moyen-Ouest sont des limons argileux qui ont un pouvoir de rétention élevé, alors que les terres sablonneuses de l'Ouest maintiennent des réserves permanentes d'eau en profondeur et qu'à quantités égales la fraction « eau disponible » est beaucoup plus grande dans un sol sablonneux que dans un sol argileux.

La température : les moyennes supérieures d'environ 10 degrés dans l'Ouest favorisent la croissance de l'herbe.

En conclusion, les mêmes associations végétales, ont dans l'Ouest, en saison des pluies, plus d'eau, de chaleur et de sels minéraux que dans le Moyen-Ouest, *facteurs écologiques qu'une simple comparaison de la climatologie ne permet pas de dégager* (la hauteur des pluies moyenne de Miadana étant que de 1.300 mm environ).

Conséquences pratiques.

Il est possible dans l'Ouest d'exploiter le pâturage naturel régulièrement deux fois par an, sans modifier l'équilibre de la végétation. Il est nécessaire d'observer une rotation dans le rythme d'exploitation des foins et du pâturage des regains.

Ceci peut être schématisé de la manière suivante :

	Parcelle I	Parcelle II
Année I	Pâturage au début des pluies Foin de regains en mai Repos en saison sèche	Foin en mars/avril Pâturage des regains en saison sèche
Année II	Foin en mars/avril Pâturage des regains en saison-sèche	Pâturage au début des pluies Foin de regains en mai Repos en saison-sèche

VI. — APPLICATIONS. MODE D'EXPLOITATION DU PÂTURAGE NATUREL

On peut, à partir de l'étude précédente, dégager les règles à observer dans l'exploitation rationnelle du pâturage naturel. Les techniques mises au point sont valables pour les zones étudiées mais peuvent, modifiées en fonction du climat et de la végétation être appliquées aux autres associations végétales :

1° Respect du temps de repos :

Pour éviter la dégradation d'un pâturage, il faut qu'au moment de la mise en exploitation, l'herbe ait eu le temps d'accumuler suffisamment de réserves dans ses racines. En milieu tropical, à saisons sèches marquées, le temps de repos nécessaire peut être très long (de 6 mois à 1 an) en saison sèche, et relativement court (2 mois) en saison pluvieuse.

2° Rotation dans l'exploitation des parcelles :

Nous avons vu que le fauchage répété sélectionnait les espèces à cycles courts, et que si la même parcelle était exploitée toutes les années à la même époque on modifiait la composition du pâturage et on provoquait une diminution des rendements.

Il est donc indispensable de mettre au repos successivement chacune des parcelles, et de veiller à ce que le fauchage ou le pâturage ne se fassent pas deux années consécutives à la même date sur la même parcelle. Nous avons donné ci-dessus des exemples de plans d'exploitations avec rotations.

3° Calcul de la charge en bétail en fonction de la productivité :

Pour éviter aussi bien le sous-pâturage que le surpâturage, il faut accorder la charge à l'hectare à la productivité des parcelles en fonction de la saison. Si pour le Moyen-Ouest, la productivité annuelle moyenne de la savane est de l'ordre de 1 g à 2 g/m²/jour, elle est d'environ : 3,5 à 5 g/m²/jour, pendant la période de croissance de l'herbe. La charge à l'hectare, doit donc varier dans le même sens. Nous avons vu également que cette productivité variait en fonction de la hauteur des pluies — l'éleveur doit donc être amené à utiliser des surfaces plus ou moins grandes. Il lui est difficile dans la pratique de modifier le nombre de têtes de bétail.

4° Mise en défens des parcelles brûlées :

Si l'on ne veut pas augmenter le pourcentage des pyrophytes dans le pâturage, il faut attendre que les bonnes espèces fourragères soient parvenues à une hauteur exploitable (35 cm en minimum) avant de laisser pâturer les repousses. Le feu est un moyen économique pour nettoyer les parcelles, et « régénérer » l'herbe, mais si l'on veut limiter ses effets régressifs sur les sols et la végétation, il faut d'une manière absolue éviter de faire surpâturer les parcelles immédiatement après leur mise à feu.

5° Fabrication de foins :

Il est nécessaire de respecter les mêmes règles pour le fanage que pour le pâturage, d'autant que le passage de la faucheuse provoque des exportations de matières bien plus importantes que le pâturage, le bétail se contentant souvent d'un « écrémage » irrégulier de l'herbe.

Lorsqu'un pâturage est constitué de 2 espèces dominantes, il ne faut pas régulièrement faucher en se basant sur le cycle de la plus rapide sinon on élimine la deuxième, d'où l'introduction de la rotation dans l'exploitation.

Notons que dans l'Ouest, étant donné l'existence de regains, il est possible de faire pâturer une parcelle au début des pluies et de faner les regains.

VII. — CONCLUSION

Une Etude phytosociologique et écologique du pâturage naturel et en particulier l'application de la méthode des carrés contigus coupés à intervalles réguliers, dans une surface homogène, a permis de chiffrer l'influence de divers facteurs sur la productivité du pâturage.

La comparaison des courbes de croissance de l'herbe dans des objets différents nous a amené à préciser des règles de l'exploitation rationnelle et à dégager des données pratiques, aussi bien pour le pâturage que pour le fanage.

Notons que les lois de l'exploitation fourragère en milieu tropical ne diffèrent de celles des pays tempérés que par l'influence de l'alternance des saisons qui est plus marquée en milieu tropical. Mais dans le fond, les principes sont les mêmes.

Cette étude nous permet également de distinguer des vocations différentes, en matière d'élevage entre le Moyen-Ouest et l'Ouest. Bien que la

productivité de l'herbe soit inférieure dans le Moyen-Ouest à celle de l'Ouest, cette région, a par ailleurs des potentialités supérieures. Les possibilités d'intégration de l'élevage à l'agriculture grâce à l'introduction d'une sole fourragère dans l'assolement, la mise en valeur des colluvions riches et des bas-fonds montrent qu'il n'est pas économique de conserver le pâturage naturel dans les zones à peuplement dense. Des conditions géographiques et humaines font que les sols doivent produire beaucoup plus que les 1.200 U.F./ha que l'on peut exploiter par pâturage ou fauchage, et la vocation de cette région est l'élevage semi-intensif associé à l'agriculture dans les zones peuplées et situées à proximité des circuits de commercialisation.

Dans l'Ouest, le problème est très différent, et

en dehors des grandes plaines rizicoles la vocation est bien l'élevage extensif. Il est certain que ce mode d'élevage est perfectible, ne serait-ce que par la mise en application des données précisées ci-avant qui permettraient d'améliorer la charge à l'hectare. Des réserves de foin, et des réserves de fourrages verts sur pieds, même cultivées sur des surfaces réduites amélioreraient l'alimentation du bétail et limiteraient les pertes de poids qui sont désastreuses pour le bétail en fin de saison sèche.

*Institut d'Elevage
et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux.*

*Région de Recherches vétérinaires
et zootechniques de Madagascar à Tananarive.*

SUMMARY

A study of natural pastures in Madagascar. Productivity and practical applications

The authors studied the natural pastures in the west and mid-west of Madagascar, and determined the influence of various factors on their productivity.

The results recorded have yielded information of practical value concerning the pastures, haymaking and the formulation of systems of rational exploitation.

Analysis of the geographical and human conditions in the regions studied show that the mid-west is suitable for semi-intensive cattle-rearing, whereas in the west it should be extensive.

RESUMEN

Estudio de los pastos naturales en Madagascar. Productividad, consecuencias prácticas

Los autores estudiaron los pastos naturales de las regiones del oeste y del medio-oeste de Madagascar, y determinaron la influencia de varios factores sobre su productividad. Los resultados notados permitieron establecer datos prácticos concernientes a los pastos así como a la henuficación y se formularon reglas de explotación racional.

Según el análisis de las condiciones geográficas y humanas en las regiones estudiadas, la zona del medio-oeste podía consagrarse a la ganadería semi-intensiva, mientras la región del oeste necesitara una ganadería extensiva.

BIBLIOGRAPHIE

- BOSSER (J.). — **Les pâturages naturels malgaches.** Mémoires de l'I. R. S. M. 1954, Série B.
- DEMOLON (A.). — **Croissance des végétaux cultivés.** Dunod, Paris, 1956.
- DUTHIL (J.). — **La production fourragère.** J. B. Baillière Fils, Paris.
- DER KHATCHADOURIAN. — **L'exploitation intensive des Prairies.** Hachette, 1954.

- GUINOCHET. — **Logique et dynamique des peuplements végétaux.** Masson Edit., Paris, 1955.

- GRANIER (P.). — **Le Rôle écologique de l'élevage dans la dynamique des savanes à Madagascar.** Diplôme d'Etudes Supérieures. Faculté des Sciences de Tananarive, avril 1967.

HUMBERT. — **La végétation de Madagascar.**
Encyclopédie marit. et colon., 1947 T1.

KOECHLIN (J.). — **La végétation des savanes
du Sud de la République du Congo.** Thèse.
Montpellier, 1961.

LEMÉE (G.). — **Effets des caractères du sol sur la
localisation de la végétation en zone équa-**

toriale et tropicale humide. Sols et végéta-
tion des régions tropicales. Paris-UNESCO,
p. 25, 1960.

MANGENOT (G.). — **Les facteurs écologiques.**
Étude végét. trop. Paris-UNESCO, 1958,
199, 203.

Expériences d'embouche des porcs avec mise au pâturage

par J. GILBERT, P. CAPITAINE, H. SERRES

RÉSUMÉ

Deux expériences semblables, une en saison sèche et une en saison des pluies, ont été effectuées pour évaluer l'économie d'aliment concentré qui peut être réalisée en mettant sur du pâturage les porcs à l'engrais, entre les poids de 50 et 100 kg.

Trois traitements alimentaires ont été appliqués à savoir la stabulation permanente habituelle, la sortie sur pâturage artificiel et la sortie sur pâturage naturel.

Les principaux résultats sont les suivants :

Le pâturage naturel abaisse l'indice de consommation du concentré de 0,3 unité environ, et le pâturage artificiel de 0,4 unité réalisant une économie de 15 kg et 20 kg respectivement de concentré pour engraisser les porcs du poids de 50 à 100 kg.

A Madagascar, et notamment dans le Moyen-Ouest, les éleveurs de porcs ont des exploitations de polyculture du type familial. Ils ont à leur disposition un grand nombre de vallons plus ou moins marécageux, appelés ici « Bas-fonds », non cultivés.

Les porcs sont élevés soit en stabulation permanente, soit avec mise au pâturage dans ces bas-fonds pendant la journée.

L'étude présente se propose d'étudier si la mise au pâturage entraîne une diminution de consommation d'aliment concentré, amenant ainsi une économie pour l'élevage.

Dans un premier temps, l'embouche a été étudiée entre les poids de 50 à 100 kg car les essais précédents ont montré que les porcelets supportaient mal la mise à l'herbe, et subissaient une infestation massive par les vers parasites, notamment les ascarides.

Une expérience a été réalisée en saison sèche (du 22 avril au 17 juin 1965) et une en saison des pluies (du 24 février au 16 mai 1966).

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le matériel animal est constitué de porcs Large White, race très répandue à Madagascar, pesant au départ 50 kg.

Dans chacune des expériences trois lots ont été constitués qui recevaient les traitements suivants :

- Lot A = Stabulation permanente, deux repas de concentré par jour (Témoin).
- Lot B = Pâturage *artificiel* matin et soir, un repas de concentré le soir.
- Lot C = Pâturage *naturel* matin et soir, un repas de concentré le soir.

La première expérience a été réalisée avec 16 animaux par lot, la seconde avec 8 animaux par lot.

Le lot A recevait deux repas par jour à 7 heures et à 17 heures.

Les lots B et C sortaient à leur pâturage de 6 h à 10 h et de 15 h à 17 h. A 17 heures, ils recevaient leur repas concentré.

Durant l'expérience de saison des pluies, le soleil d'été a provoqué des coups de soleil au cours de la période d'adaptation, et les horaires de sortie au pâturage ont été ramenés aux heures suivantes : 6 h 30 - 9 h et 16 h - 17 heures.

Le pâturage artificiel était constitué par du *Brachiaria ruziziensis* de plateau, d'une qualité moyenne au cours de l'essai de saison sèche, car il était à la maturité des graines (80 cm de haut). Le principe du pâturage tournant a été utilisé avec clôture électrique, le changement de parcelle étant effectué sans attendre que le pâturage soit rasé ; de cette façon, il n'a pas été détérioré malgré la tendance du porc à fouir la terre.

Le pâturage naturel était fourni par un bas-fond proche, avec un centre tourbeux, où les animaux étaient en liberté. Pour l'essai de saison des pluies, afin d'éviter la remontée deux fois par jour à la porcherie, une petite porcherie type local sur sol en ciment a été construite en bordure du bas-fond pour les animaux du lot C ; le protocole d'alimentation et d'horaires de

sorties restant le même que pour les animaux du lot B.

La végétation du bas-fond était haute et abondante, constituée principalement par du *Panicum maximum* (herbe de Guinée) accompagné d'espèces plus petites et plus fines comme le *Leersia hexandra* et le *Panicum glanduliferum*, ainsi que des *cypéracées* dans les points les plus humides.

La quantité de concentré distribuée a été déterminée selon l'appétit des animaux en fixant le temps de repas à vingt minutes pour les lots B et C et à deux fois vingt minutes pour les lots A. Si un lot finissait sa ration en moins de vingt minutes, celle-ci était augmentée le lendemain et inversement. Un équilibre a été atteint au cours des quinze jours de période d'adaptation, les porcs ont ensuite assez régulièrement augmenté leur consommation (voir les courbes de consommation).

La composition de la provende distribuée est donnée dans le tableau 1.

TABLEAU N°1
Composition de la provende

	Lots B et C	Lot A
Maïs	52,5 kg	49,5 kg
Manioc	14,5 "	13,5 "
Tourteau d'arachide	8,5 "	8 "
Son de riz (2/3 fin, 1/3 gros)	16 "	15 "
Farine Hareng	4 "	4 "
Farine sang local	3 "	3 "
Os calciné local	1 "	1 "
Farine <i>Stylosanthes</i> (légumineuses)	0 g	5 "
Coquilles	0 g	0,5 "
Sel marin	0,5 kg	0,5 "
Vitamine A (U.I.)	400.000	400.000
Vitamine D ₃ (U.I.)	40.000	40.000
Sulfate Mn	4 g	4 g
Sulfate Cu	0,5 g	0,5g
Sulfate Zn	10 g	10 g
Vitamine B ₁₂	9 g	7 g
T o t a l	100 kg	100 kg

Ces aliments ont été soumis à l'analyse qui a donné les résultats consignés dans le tableau 2.

TABLEAU N°II

Composition pour 100g. de matière sèche

	Aliment Lot A	Aliment Lots B et C
Matières minérales	6,6	6,3
Matières grasses	5,4	5,8
Matières azotées	17,8	17
Cellulose brute	5,2	3,6
Extraktif non azoté	65	67,3
Insoluble chlorhydrique	1,8	1,8
Phosphore	0,7	0,8
Calcium	0,65	0,6

II. — EXPÉRIENCE DE SAISON SÈCHE

A. — Croissance.

1° Poids moyens et croissances (tableau 3).

2° Observations.

Une différence significative au seuil 0,05 apparaît entre le lot A et lots B et C. Aucune différence n'apparaît entre les lots B et C.

Les animaux en stabulation permanente ont eu une croissance plus rapide que celle des animaux allant au pâturage, leur supériorité étant de sept kilos environ en 57 jours d'expérience. Ceci revient à dire que les animaux du lot A ont atteint le poids de commercialisation une semaine avant les animaux des lots B et C.

3° Croits quotidiens moyens en grammes par semaine et par animal (tableau 4).

Il est à noter que les variations de croissances hebdomadaires sont parallèles pour les trois

TABLEAU N°III

Poids moyens des lots en début d'expérience le 22.4 et en fin d'expérience le 17.6.
(Lots de 16 porcs)

	A	B	C
Poids au 22/4	54,25 ± 1,06	55,19 ± 1,26	54,46 ± 0,9
Poids au 17/6	102,98 ± 1,93	96,76 ± 1,72	95,06 ± 1,82
Gain	48,73	41,57	40,60

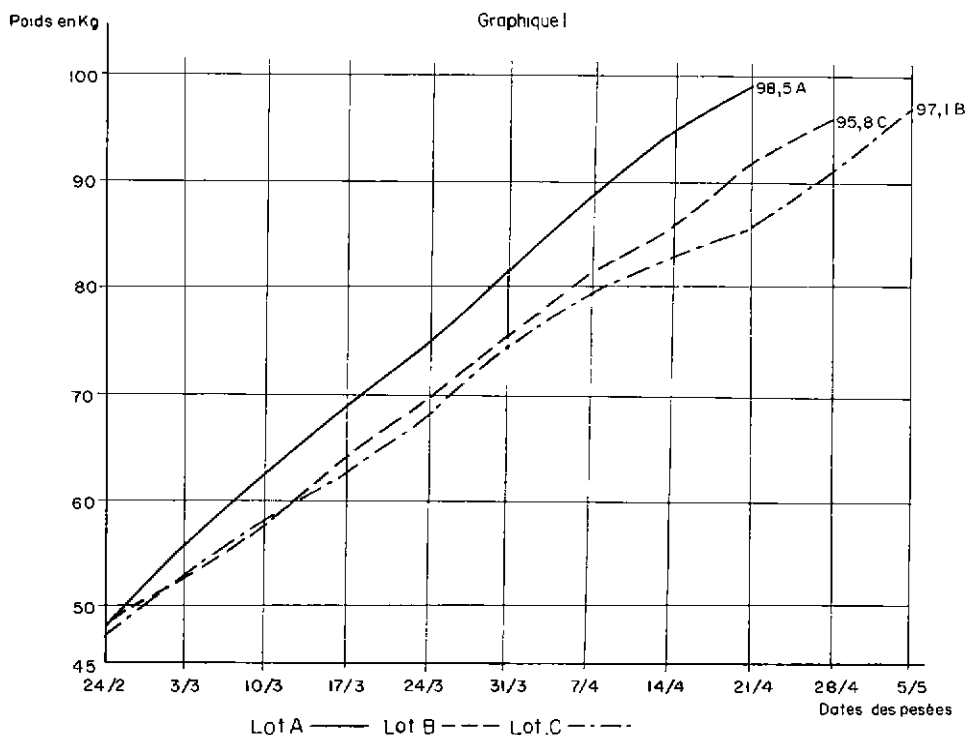


TABLEAU N°IV
Croûts quotidiens moyens en grammes par semaine et par animal

	1 ^{ère}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e	7 ^e	8 ^e
Lot A	1.007	523	805	988	787	1.054	798	987
Lot B	1.020	474	551	814	573	847	763	890
Lot C	1.030	428	650	847	591	838	666	744

lots, ce qui est un phénomène assez constant dans les expériences d'alimentation.

On en conclut que les animaux des lots B et C se sont accoutumés assez facilement à leur mise au pâturage, bien qu'il y ait changement de mode de vie (plein air) et changement d'alimentation (herbe verte).

B. — Consommation.

1^o *Consommation de provende par jour et par animal (moyennes par lot) (tableau 5).*

Les animaux du lot A présentent une augmentation de la consommation régulière et classique pour les porcs élevés uniquement à la provende.

Les animaux B et C ont une variation de la consommation parallèle. La consommation reste stationnaire pendant les premières semaines, puis monte ensuite régulièrement.

2^o *Gain de poids total et indices de consommation (tableau 6).*

Les indices de consommation ont été calculés par rapport à la provende consommée sans tenir compte de l'herbe. Le pâturage représente du point de vue économique une quantité négligeable comme il sera exposé plus loin dans les bilans financiers.

Des différences significatives apparaissent entre les lots A d'une part, B et C d'autre part.

La mise au pâturage des porcs entraîne donc une économie considérable de provende, notamment pour le lot sur pâturage artificiel.

Remarque : Les animaux allant au pâturage présentaient une conformation nettement meilleure que celle de ceux qui sont demeurés en stabulation. Bien que les mesures d'épaisseur du lard n'aient pas alors été effectuées, on peut affirmer après avoir vu les animaux abattus, que les animaux de pâturage présentaient moins de gras.

TABLEAU N°V
Consommation de provende par jour et par animal (moyennes par lot)

	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e	7 ^e	8 ^e
Lot A	2,35	2,45	2,65	2,90	3,13	3,37	3,60	3,61
Lot B	2,01	1,90	1,97	2,14	2,24	2,36	2,50	2,67
Lot C	1,98	1,84	1,98	2,14	2,30	2,46	2,53	2,64

TABLEAU N°VI

	Lot A	Lot B	Lot C
Gain de poids total	779,7	665,2	649,6
Aliment consommé	2700,1	1995,7	2006,9
Indice consommation	3,46	3,00	3,08

III. — EXPÉRIENCE DE SAISON DES PLUIES

A. Croissance.

1^o Poids moyens et croissances (tableau 7).

TABLEAU N°VII

Poids moyens des lots en début d'expérience le 24/2 et en fin d'expérience à partir du 21/4 (lots de 8 porcs)

	A	B	C
24/2	48,1	47,5	48,2
21/4	98,5	86,1	92,0
Croissance	50,4 ± 3,8	38,6 ± 2,5	43,8 ± 3,0

2^o Observations : Les lots ont été retirés de l'expérience quand ils atteignaient cent kilos à des dates différentes car ils ont eu des vitesses de croissance inégales.

Entre les lots A, B et C comprenant chacun 8 animaux, il apparaît des différences significatives au seuil 0,05 entre les lots A et B, et non entre les lots A et C et B et C.

Les animaux en stabulation permanente ont eu une croissance plus rapide que ceux sortant au pâturage, leur supériorité étant de 7 à 12 kg ; en 56 jours d'expérience, ils atteignent le poids de vente entre une et deux semaines avant les autres, ce qui confirme les résultats de l'expérience de saison sèche.

3^o Croûts quotidiens moyens en grammes par semaine et par animal.

Les variations de croissances hebdomadaires sont parallèles pour les lots A et B, ce qui entraîne les mêmes remarques que pour l'expérience de saison sèche.

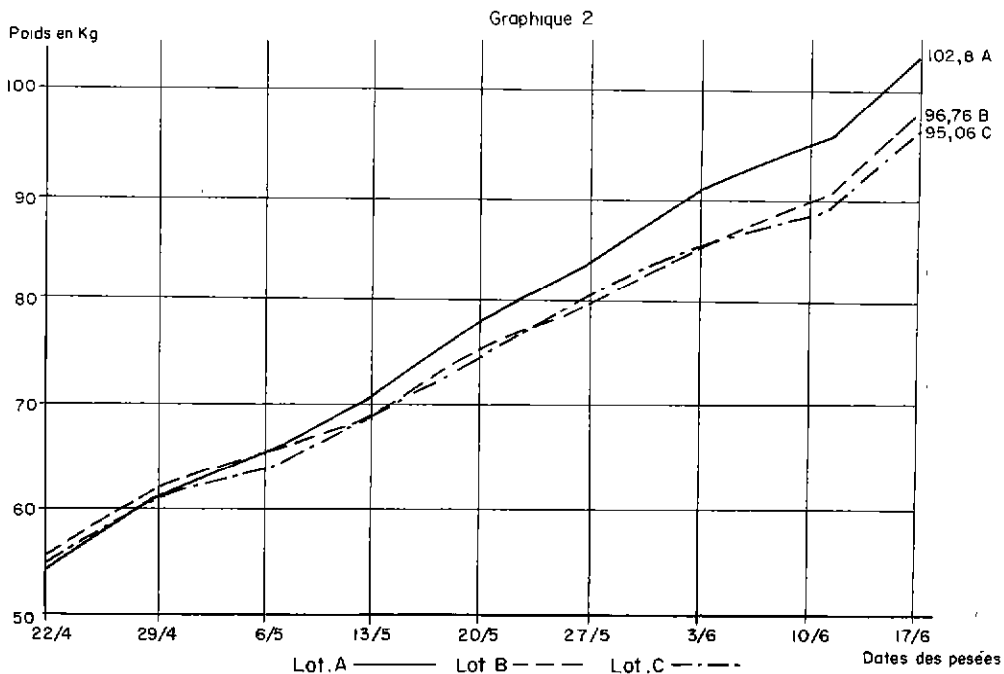


TABLEAU N°VIII

Croûts quotidiens moyens en grammes par semaine et par animal

	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e	7 ^e	8 ^e	9 ^e	10 ^e
Lot A	1.128	985	842	828	1.000	957	871	585		
Lot B	742	742	657	814	871	700	500	485	700	871
Lot C	642	714	914	757	871	885	628	842	542	

TABLEAU N°IX
Consommation moyenne de provende par jour et par animal

	1er	2è	3è	4è	5è	6è	7è	8è	9è	10è
Lot A	2,5	2,8	3,1	3,1	3,1	3,3	3,2	2,9		
Lot B	1,6	2,0	2,1	2,3	2,3	2,3	2,2	2,1	2,2	2,2
Lot C	1,9	2,1	2,4	2,5	2,4	2,6	2,6	2,7	2,2	

TABLEAU N°X
Les indices de consommation ont été calculés comme précédemment

	Lot A	Lot B	Lot C
Gain de poids total	421,6	431,5	437,4
Aliment consommé	1407,2	1295,2	1352,6
Indice consommation	3,34	3,00	3,09

Pour le lot C, les variations ne sont pas parallèles, ce qui est probablement dû au fait que le lot C était dans une porcherie séparée et dans une ambiance différente (situation en bas-fonds, porcherie de style local).

B. — Consommation.

1° *Consommation moyenne de provende par jour et par animal.*

La consommation de provende n'a pas la même allure que lors de l'expérience précédente; elle présente ici une augmentation régulière pendant les six premières semaines de l'expérience.

Pour les lots A et C, on constate une diminution de consommation de provende en fin d'engraissement.

La même remarque que pour l'expérience de saison sèche peut être faite : les animaux allant au pâturage étaient mieux conformés et moins gras.

2° *Gain de poids total et indices de consommation (tableau 10).*

Des différences apparaissent entre les lots A, B et C.

Les résultats en saison des pluies présentent donc une remarquable concordance avec ceux de saison sèche, et ceci malgré un temps de pâturage inférieur (tableau 11).

TABLEAU N°XI

	Saison sèche	Saison des pluies
Indice consommation Lot A	3,46	3,34
Indice consommation Lot B	3,00	3,00
Indice consommation Lot C	3,08	3,09

Il semble que les porcs au pâturage artificiel consomment davantage d'herbe qu'au pâturage naturel, ce qui diminue la consommation de provende, améliore l'indice de consommation, mais diminue en même temps la vitesse de croissance.

IV. — INTÉRÊT FINANCIER

Pour l'engraissement des porcs entre 50 et 100 kg, la mise au pâturage naturel abaisse l'indice de consommation de la provende de 0,3 environ par rapport à la stabulation permanente et la mise au pâturage artificiel l'abaisse de 0,4 environ.

Les provendes utilisées pour les différents lots coûtent le même prix dans le commerce, à savoir 20 FMG le kg.

Le pâturage naturel économise 15 kg de provende, soit 300 FMG.

Le pâturage artificiel économise 20 kg de provende, soit 400 FMG.

Ce gain n'est pas négligeable pour le paysan lorsqu'on sait que le salaire officiel d'un manoeuvre journalier est de 130 FMG par jour.

Un éleveur engraisant un lot de dix porcs aura gagné trois mille FMG par le simple fait de laisser ses animaux dans un bas-fond matin et soir.

Des mensurations de carcasses n'ont pu être effectuées sur ces animaux à la fin de l'expé-

rience ; cependant, par jugement à l'œil sur les animaux vivants, il est apparu nettement que les animaux sortant au pâturage étaient nettement moins gras que ceux de stabulation libre, mieux conformés et plus alertes. La méthode paraît à recommander pour la production de géniteurs.

*Institut d'Élevage
et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux.*

*Région de Recherches vétérinaires
et zootechniques de Madagascar à Tananarive.*

SUMMARY

Experiments with fattening pigs on pasture

Two similar experiments, one in the dry season and the other in the rainy season, were made in order to assess the saving of concentrate made possible by the fattening on pasture of pigs between 50 and 100 kg.

Three dietary regimes were applied :

1. Permanent housing ;
2. Grazing on leg ;
3. Grazing on permanent pasture.

The main results are as follows :

The consumption of concentrate is reduced on permanent pasture by about 0,3 unit, and on seeded pasture by 0,4 unit, saving respectively 15 kg and 20 kg of concentrate for the fattening of pigs weighing between 50 and 100 kg.

RESUMEN

Ensayos de engorde a pasto de los cerdos

Se efectuaron dos ensayos semejantes, el uno durante la estación seca y el otro durante la estación de las lluvias, para evaluar la economía de pienso concentrado pudiendo realizarse con el pastoreo de los cerdos de engorde pesando de 50 a 100 kg. Se aplicaron los tres modos de alimentación siguientes : en establo permanente habitual, en pastoreo sobre pastos artificiales y naturales.

Los principales resultados son los siguientes : El pasto natural disminuye el índice de consumo del concentrado de hasta 0,3 unidad, y el pasto artificial de 0,4 unidad, realizando una economía de concentrado de 15 y 20 kg para el engorde de los cerdos del peso de 50 a 100 kg.

Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux

BOUDET (G.), RIVIÈRE (R.).

Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux
Maisons-Alfort-94

RÉSUMÉ

Les taux de matières sèches, de matières azotées brutes, de cellulose et de cendres constituent les éléments de calcul de la valeur bromatologique des fourrages. A partir de résultats expérimentaux, les tables hollandaises donnent directement la valeur bromatologique d'un kg de matières sèches de fourrage en fonction du taux de cellulose et de cendres pour la valeur énergétique et en fonction du taux de matières azotées brutes pour les matières azotées digestibles.

Par analogie à l'unité gros bétail (U. G. B.) des pays tempérés, un animal de référence de 250 kg pour les pays tropicaux peut être adopté comme Unité-Bétail tropical (U. B. T.). La consommation journalière théorique étant évaluée à 2,5 kg de matière sèche pour 100 kg de poids vif, les besoins de l'U. B. T. sont rapportés au kg de matière sèche ingérée sous le nom d'Equivalent-Ration exprimé en unité fourragère et matière azotée digestible.

Le dépouillement de plus de 500 analyses bromatologiques de plantes fourragères tropicales, a mis en évidence :

- l'importance des pâturages aériens comme complément de la ration en matières azotées digestibles au cours de la saison sèche tant sur steppes que sur savanes ;
- l'importance périodique des espèces d'appoint pour assurer la nourriture du bétail sur steppes ;
- le nombre limité d'espèces assurant une ration d'entretien pendant une longue période sur steppes ;
- l'importance du temps de croissance pour les espèces vivaces de savanes, la valeur bromatologique des repousses dépendant plus de ce facteur que de la date de récolte.

L'élevage pratiqué en Afrique tropicale, est généralement de type extensif et les animaux exploitent la végétation naturelle ou secondarisée des terrains de parcours.

Le menu offert aux animaux varie dans le temps et dans l'espace : pousses vertes ou pailles de graminées annuelles, repousses de graminées vivaces, jeunes pousses, feuilles, fleurs, fruits d'arbres et arbustes.

L'étude des pâturages (7) après définition des types de parcours d'une région, doit préciser les plantes consommées, et à quelle époque elles le sont, mais aussi évaluer la charge possible des parcours.

Cette évaluation des charges n'est possible qu'en comparant aux besoins théoriques des animaux, la productivité d'un parcours en matière verte ou matière sèche d'aliments appé-

tibles, la valeur de ces aliments étant exprimée en éléments nutritifs, énergie et matières azotées assimilables.

Les expériences de digestibilité sont longues, et exigent de nombreuses répétitions pour apprécier les quantités d'aliments consommés et les coefficients de digestibilité des différents principes nutritifs. Dans un proche avenir, les études entreprises dans ce domaine à Dakar nous feront connaître avec précision l'utilisation que font taurins et zébus des principaux fourrages utilisés en élevage intensif. Mais, il est hors de doute, qu'il faudrait des décennies pour connaître de la même manière l'utilisation des fourrages consommés sur les parcours naturels d'autant plus que les animaux y pratiquent un broutage sélectif excessivement variable selon le lieu, la saison, et le stade végétatif de la plante rencontrée par l'animal.

Les pays en voie de développement ne peuvent pas attendre aussi longtemps. Il leur faut connaître rapidement le potentiel de leurs immenses régions à vocation pastorale afin d'œuvrer pour en améliorer la productivité et les transformer en protéines animales qui leur font cruellement défaut.

Il est donc indispensable d'exploiter les connaissances déjà acquises pour dégrossir le problème de la productivité des pâturages et apprécier au mieux la valeur des fourrages en énergie et matières azotées digestibles.

L'examen des analyses de fourrages prélevés au cours des études entreprises par l'I. E. M. V. T. fait apparaître la nécessité :

1° d'adopter une technique de calcul simple et généralisable pour l'évaluation d'un fourrage en énergie (unités fourragères) et en matières azotées assimilables (matières azotées digestibles) afin de pouvoir classer de façon grossière ces fourrages selon leur valeur ;

2° de fixer les besoins théoriques d'un animal de référence, en quantité ingérée, énergie et azote digestible afin de connaître si le fourrage considéré peut ou non satisfaire ces besoins ;

3° de prélever les fourrages des parcours comme le fait l'animal et selon l'appétibilité du moment afin d'avoir des valeurs réellement représentatives.

La technique de travail étant commentée et définie, les principaux résultats obtenus sur pâturages seront exposés.

I. — CALCUL DE LA VALEUR D'UN FOURRAGE

Trois méthodes de calcul de valeur fourragère ont été appliquées à des échantillons de *Digitaria "umfolozi"* (9) prélevés à Bamako-Sotuba en zone soudanienne depuis le début des pluies en mai, jusqu'à la pleine saison sèche, en février de l'année suivante (Tableau n° 1).

Le temps de croissance de ces échantillons varie de 10 jours à 270 jours.

Le taux de matière sèche est de 13 à 14 p. 100 au début des pluies, puis évolue pendant la saison des pluies entre 20 et 25 p. 100 ; cet enrichissement en matière sèche est dû à l'âge de la plante (40 à 140 jours) mais est indépendant du déroulement de la saison des pluies, car des échantillons de 10 jours de croissance restent entre 15 et 16 p. 100 de matière sèche tout au long de la saison des pluies. A la fin des pluies, des échantillons de 10 jours ont 25 p. 100 de matière sèche et la plante mise en défens passe progressivement de 35 à 90 p. 100 de matière sèche.

Exprimée en p. 100 de matière sèche, le taux de matières azotées brutes est de 15 à 18 p. 100 pour les jeunes pousses, 11 p. 100 à 40 jours de croissance, 6 p. 100 à 2 mois, 3,5 p. 100 à 3-4 mois, 2,5 à 2 p. 100 à partir de 7 mois. Une pluie tardive d'octobre ayant permis le départ de jeunes repousses, une valeur accidentelle de 4 p. 100 apparaît alors.

Le taux de cellulose reste voisin de 30 p. 100 pendant le premier mois de croissance, puis oscille entre 35 et 40 p. 100.

1° Utilisation des tables de Kellner (pays tempérés).

L'évaluation de la valeur bromatologique de l'échantillon analysé s'effectue en affectant les différents composants de la matière organique, des coefficients de digestibilité d'une plante d'espèce botanique aussi voisine que possible et ayant une composition en matière sèche, cellulose et matières azotées brutes analogues. S'il n'y a pas, dans la table, d'élément ayant une composition en matière sèche similaire, l'échantillon de référence sera choisi dans une gamme de siccité comparable, la composition en cellulose et matières azotées étant analogue par rapport à la matière sèche.

TABLEAU 1
Digitaria urfalozi

Numéros	Mois de récolte	Temps croissance (jours)	Matières sèches p. 100	Matières azotées brutes p.100	Cellulose p.100	Matières minérales p.100	Matières grasses p.100	Extrait non azoté p.100
1	mai	10	13,49	2,13 15,78	4,42 32,75	1,4 10,7	0,17	5,33
2	mai	20	14,33	2,59 18,05	4,30 29,97	1,9 13,2	0,34	5,20
3	octobre	10	26,41	2,99 11,30	8,13 30,73	4,1 15,7	0,26	10,89
4	juin	40	21,00	2,43 11,57	6,40 30,46	2,3 10,9	0,41	9,47
5	juillet	60	20,80	1,28 6,14	8,30 39,84	2,0 9,6	0,12	9,11
6	juillet	80	23,52	1,11 4,72	9,18 39,02	2,9 12,5	0,21	10,08
7	août	100	26,81	1,00 3,72	9,85 36,64	3,4 12,7	0,25	12,31
8	août	120	25,49	0,94 3,68	8,89 34,85	3,3 12,8	0,25	12,14
9	septembre	140	26,02	0,93 3,57	8,95 34,37	4,5 17,4	0,27	11,33
10	octobre	160	38,99	1,27 3,25	14,99 38,37	5,6 14,3	0,33	16,82
11	octobre	180	36,12	1,52 4,20	13,18 36,38	5,4 15,0	0,37	15,62
12	novembre	200	51,94	1,60 3,07	18,55 35,62	8,2 15,7	0,41	23,20
13	décembre	220	67,64	1,75 2,57	25,16 36,99	9,9 14,6	0,53	30,27
14	décembre	240	74,41	1,84 2,47	26,59 35,63	10,4 14,0	0,57	34,97
15	janvier	260	86,31	2,02 2,32	31,53 36,26	12,5 14,4	0,61	39,61
16	février	270	90,18	2,15 2,37	33,03 36,33	14,4 15,8	0,63	40,02

Pour l'exemple n° 1, l'analyse de référence adoptée est le Millet fourrage (in 39 p. 160) à 13 p. 100 de M. S., 1,3 p. 100 de M. A. brutes et 4,1 p. 100 de cellulose.

Les 4 principes nutritifs principaux sont d'abord évalués sous forme digestible en p. 1.000 en leur appliquant le rapport

Principes digestibles :

Principes bruts

$$\text{Matières azotées digestibles} : 21,3 \times \frac{0,7}{1,3} = 11,40$$

$$\text{Cellulose digestible} : 44,2 \times \frac{2,2}{4,1} = 23,70$$

$$\text{Matières grasses digestibles} : 1,7 \times \frac{0,1}{0,2} = 0,85$$

$$\text{Extractif non azoté digestible} : 53,3 \times \frac{3,8}{6,2} = 32,60$$

L'ensemble des éléments nutritifs digestibles (T. D. N.) est la somme des résultats précédents, les matières grasses digestibles étant multipliées par 2,25 :

$$\begin{aligned} \text{T. D. N.} &= 11,40 + 23,70 + (0,85 \times 2,25) + 32,60 \\ &= 69,61. \end{aligned}$$

L'énergie métabolisable pour les ruminants est obtenue avec le produit : T. D. N. \times 3,65 soit $69,61 \times 3,65 = 254,08$ calories.

L'énergie nette est ensuite calculée en soustrayant à l'énergie métabolisable, l'énergie de transformation estimée, pour les ruminants, à 1 calorie par gramme de M. S. :

$$254,08 - 134,90 = 119,18 \text{ calories.}$$

La valeur fourragère, en unités fourragères, est enfin obtenue en comparant l'énergie nette de l'échantillon ainsi déterminée à l'énergie nette de 1 kg d'orge calculée par le même procédé et évaluée à 1.880 calories pour les ruminants soit : $\frac{119,18}{1.880} = 0,06$ UF/kg.

Le taux de matières azotées digestibles, calculé précédemment, est de 11,4 g par Kg.

2^o Utilisation des tables de Schneider.

La technique de calcul est identique ainsi que les moyens de recherche de l'analyse de référence, l'avantage de ces tables étant que la plupart des coefficients de digestibilité ont été obtenus expérimentalement en pays tropicaux avec des animaux de races tropicales.

Pour l'exemple n° 1, l'élément de référence est un mélange d'herbe d'Europe à un stade de floraison avancée (12 p. 186), ce fourrage de référence ayant 15 p. 100 de M. S., 2,7 p. 100 de M. A. B. et 3,5 p. 100 de cellulose.

Le calcul des unités fourragères est le suivant :

$$\text{M. A. D.} : 21,3 \times \frac{74}{100} = 15,76$$

$$\text{Cellulose dig.} : 44,2 \times \frac{72}{100} = 31,82$$

$$\text{M. g. d.} : 1,7 \times \frac{52}{100} = 0,88$$

$$\text{E. N. A. d.} : 53,3 \times \frac{74}{100} = 39,44.$$

$$\text{T. D. N.} = 15,76 + 31,82 + (0,88 \times 2,25) + 39,44 = 89,00$$

Energie métabolisable :

$$89,00 \times 3,65 = 324,85 \text{ calories}$$

Energie nette :

$$324,85 - 134,90 = 189,95 \text{ calories}$$

$$\text{Valeur fourragère} : \frac{189,95}{1.880} = 0,10 \text{ U. F./kg}$$

Matières azotées digestibles :

$$\frac{21,3}{100} \times 74 = 15,8 \text{ g/kg de M. P. D.}$$

3^o Utilisation des tables hollandaises transposées (tableaux 5 à 8).

Les tables hollandaises (28) sont exprimées en U. A. (unité amidon) pour 100 kg de matière

sèche de produit et nous avons transformé les valeurs U. A. en U. F. en leur appliquant le rapport $U. F. = U. A. \times 1,33$.

Les tables « graminées fraîches » ou « luzerne fraîche » sont utilisées selon la nature botanique de l'échantillon.

Dans ces tables, les unités fourragères sont obtenues en fonction des teneurs en cellulose brute et cendres en p. 100 de matière sèche la valeur étant ensuite exprimée, pour l'aliment, en multipliant la valeur obtenue par le pourcentage de matière sèche.

Dans la table « graminées fraîches », exprimant les U. F. pour 100 kg de M. S., à 32,5 p. 100 de cellulose et 10 p. 100 de cendres correspond : 61,2 U. F. ; à 33,0 p. 100 de cellulose et 11 p. 100 de cendres correspond : 57,2 U. F. et l'appréciation des valeurs proportionnelles conduit à : 58,0 U. F. pour 32,75 p. 100 de cellulose et 10,7 p. 100 de cendres.

Soit pour le fourrage n° 1 à 13,49 p. 100 de M. S. :

$$\frac{13,49}{100} \times \frac{58,0}{100} = 0,08 \text{ U. F. par kg.}$$

Dans la table « matières azotées digestibles de graminées fraîches », à 15,7 p. 100 de M. A. B. /M. S. correspond 11,4 p. 100 de M. A. D. ; à 15,8 p. 100 de M. A. B./M. S. correspond 11,5 p. 100 de M. A. D. donc à 15,76 p. 100 de M. A. B. correspondra 114,8 p. 1000 de M. A. D. /M. S. Soit pour le fourrage n° 1 :

$$\frac{13,49}{100} \times 114,8 = 15,5 \text{ g de M. A. D. par kg.}$$

4^o Comparaison des résultats (tableau 2).

Pour la valeur en unités fourragères, les tables de KELLNER fournissent des valeurs faibles pour les fourrages riches en eau, bien que riches en matières azotées et pauvres en cellulose. Pour des fourrages riches en matière sèche et cellulose les valeurs en unités fourragères seront fortes.

Les tables hollandaises fournissent des valeurs bien étalées, par suite du principe de calcul : à un taux de cellulose élevé correspondant une valeur faible.

Les tables de SCHNEIDER donnent des valeurs sensiblement comparables à celles fournies par les tables hollandaises. Dans la série d'échantillons, donnée en exemple, 5 analyses aboutissent à des résultats aberrants : n° 5-6-11-12-13.

TABLEAU 2
Valeur fourragère

Numéro	Références		Matières sèches p. 100	Unités fourragères/kg				Matières azotées digestibles g/kg			
	Kellner (39)	Schneider (12)		Kellner	Schneider	Hollandaise	Hollandaise (foin g.)	Kellner	Schneider	Hollandaise	Hollandaise corrigée
1	Millet - 160	Herbe Europe - 186	13,49	0,06	0,10	0,08		11,5	15,8	15,5	
2	Millet - 160	Herbe Europe - 186	14,33	0,06	0,10	0,09		13,9	19,2	19,5	
3	Avoine flor. - 160	Canne à sucre - 194	26,41	0,10	0,13	0,15		8,5	17,1	19,5	
4	Sorgho sucré - 161	Napier jeune - 188	21,00	0,09	0,14	0,14		13,9	15,3	16,0	
5	Avoine flor. - 160	<i>Paspalum</i> jeune -190	20,80	0,10	0,13	0,08		3,7	6,4	6,4	
6	Moha flor. - 160	Herbe Para - 190	23,52	0,12	0,12	0,08		6,4	7,2	5,4	
7	Moha - 160	Tête de canne - 194	26,81	0,14	0,13	0,11		5,8	4,7	5,0	
8	Moha - 160	Tête de canne jeune-194	25,49	0,13	0,12	0,13		5,5	4,6	4,7	
9	Moha - 160	Tête de canne - 194	26,02	0,11	0,11	0,11		5,4	4,3	4,6	
10	Avoine mûre - 160	Sorgho mûr - 192	38,99	0,16	0,18	0,13		8,9	1,9	6,3	2,5
11	Avoine mûre - 160	Sorgho pâteux - 192	36,12	0,15	0,26	0,14		10,7	4,3	7,6	
12	Avoine mûre - 160	Tige maïs mûr - 182	51,94	0,21	0,32	0,21	0,22 0,18	11,3	3,4	7,9	3,2
13	Avoine mûre - 160	Tige maïs mûr - 182	67,64	0,28	0,43	0,26	0,27 0,22 0,32	12,3	3,7	8,7	3,4
14	Avoine mûre - 160	Foin (Inde) - 186	74,41	0,32	0,28	0,33	0,27 0,36 0,30	13,0	0,4	9,9	0,9
15	Avoine flor. - 165	Foin (Inde) - 186	86,31	0,46	0,32	0,34	0,37 0,30 0,29	15,1	0,4	10,0	1,0
16	Avoine flor. - 165	Foin (Inde) - 186	90,18	0,46	0,32	0,35		16,0	0,4	10,6	1,1

Ces variations apparaissent pour des échantillons riches ou très riches en cellulose et les coefficients de digestibilité de la cellulose sont toujours élevés dans les tables de SCHNEIDER : 73 p. 100 pour les tiges de maïs mûr, 72 p. 100 pour l'herbe d'Europe, aux environs de 60 p. 100 pour les autres éléments de référence.

Il semble que les tables hollandaises ne surestiment pas les fourrages, tout en leur assurant une classification correcte en fonction de leur valeur énergétique en unités fourragères. Elles ont par ailleurs, le grand avantage de la simplicité du calcul.

Pour les échantillons contenant plus de 50 p.100 de matière sèche, l'utilisation dans les tables hollandaises, de la table « foin de graminées » fournit une valeur en énergie comparable à celle des « graminées fraîches » mais seulement dans la mesure où il n'est pas tenu compte des corrections pour cendres.

Les valeurs sans correction (1^{re} ligne) et avec corrections (2^e ligne) sont indiquées dans le tableau n° 2. Ces valeurs étant obtenues sans tenir compte de la composition en matières azotées, forte pour le foin et faible pour de tels fourrages, il paraît préférable de ne point les utiliser.

Pour la valeur en matières azotées digestibles, les tables de KELLNER semblent sous-estimer la valeur des échantillons riches en matières azotées (n° 1 à 5) et surestimer celle des échantillons pauvres (n° 10 à 16). Les tables hollandaises et les tables de SCHNEIDER aboutissent à des résultats comparables à la condition d'extrapoler les tables hollandaises transposées « graminées fraîches » de la manière suivante :

— de 8 à 3,5 p. 100 de matières azotées brutes, adopter un coefficient de transformation de 1/2, identique à celui des dernières valeurs de la table,

— de 3,5 à 2,5 p. 100 de matières azotées brutes, adopter un coefficient de transformation de 1/5,

— pour les valeurs inférieures à 2,5 p. 100, adopter le coefficient 1/20.

Les valeurs de matières azotées digestibles obtenues par ces calculs figurent au tableau 2, dans la colonne « tables hollandaises corrigées ».

Elles reflètent assez bien les variations du coefficient de digestibilité expérimental des tables de Schneider qui, pour les exemples proposés,

passent de 74 à 47 p. 100 puis brusquement à 38,21 et 2 p. 100.

Il n'est pas question d'attribuer aux résultats, obtenus par cette méthode, une valeur absolue, mais les tables hollandaises transposées constituent un moyen d'approche suffisant et satisfaisant pour l'appréciation de la valeur des pâturages, ainsi que l'ont montré de nombreuses observations.

II. — CHOIX D'UN ANIMAL DE RÉFÉRENCE. L'U. B. T.

A partir de l'analyse d'un échantillon de fourrage, 3 critères sont susceptibles d'être pris en considération pour son appréciation :

- matière sèche du fourrage,
- valeur énergétique exprimée en unités fourragères par kilogramme de produit,
- valeur exprimée en grammes de matières azotées digestibles par kilogramme de produit.

Il est très difficile de classer une série de fourrages d'après leur valeur bromatologique à partir de ces 3 critères. Il est nécessaire de faire intervenir un subterfuge permettant la synthèse de ces 3 données et ceci peut être obtenu par l'intermédiaire d'une ration théorique d'un animal type.

Les bovins africains adultes pesant entre 200 et 350 kg, l'animal de référence adopté est un bovin de 250 kg correspondant à peu près à une demi-Unité Gros Bétail des pays tempérés, bien que la ration d'entretien correspondante ne doive servir qu'à la classification des fourrages. Cet animal de référence de 250 kg pourrait être appelé U. B. T. (unité bovin tropical).

1^o Poids de la ration journalière :

Cette ration correspondra à 6,25 kg de matière sèche. En effet VOISIN (37 p. 122) pense qu'un animal peut ingérer 10 p. 100 de son poids d'herbe à 20 ou 25 p. 100 de matières sèches et CRAPLET (15 p. 257) prend comme base de calcul une consommation journalière moyenne de 2,5 kg de matières sèches par 100 kg de poids vif.

A la suite d'essais d'affouragement en cage à digestibilité, réalisé en 1958 au Centre de Recherches Zootechniques de Bamako-Sotuba, J. NUGUES (14) conclut qu'un taurillon N'dama de 160 kg consomme, en foin, 2,277 kg, 3,880 kg

ou 4,891 kg selon la qualité du produit soit 2,0 kg, 3,57 kg ou 4,26 kg de matière sèche représentant : 1,24 kg, 2,21 kg ou 2,64 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif.

PEYRE de FABRÈGUES (32 p. 86) relève une consommation de paille à 94 p. 100 de M. S. sur parcours sahéliens, de 6 et 8 kg par jour pour des animaux de 265 et 350 kg soit 5,64 et 7,52 kg de matière sèche ou 2,20 et 2,14 kg de matière sèche pour 100 kg de poids vif.

GRANIER et LAHORE (23), trouvent, pour des animaux demi-sang Brahman × Zébu, sur pâturage artificiel de *Stylosanthes gracilis*, *Chloris gayana* et *Brachiaria brizantha*, une consommation journalière d'herbe de 10,5 à 11 p. 100 du poids vif correspondant à 1,5 ou 2 kg de matière sèche pour 100 kg de poids vif.

Ces quelques résultats concordent avec les travaux de LANDER (26 in 25) qui précise que les animaux peuvent avoir une ration moins encombrante en pays tropicaux, et avec la notion de rassasiement de CRAPLET (15 p. 257) : « la quantité ingérée pouvant être très différente de la quantité distribuée, notamment pour les aliments peu appétants tel le foin de luzerne avec lequel l'animal laisse d'abondants refus ».

Au cours d'une première expérience en République Centrafricaine, BILLE a trouvé que les zébus-bororos consommaient plus de 2,5 kg de M. S. par 100 kg de poids vif lorsque l'herbe se lignifie et que le taux de matière sèche dépasse 30 p. 100. Ses premiers résultats corroborent ceux obtenus en élevage intensif (29 p. 68) où plus le système fourrager est organisé, plus les possibilités de libre choix sont réduites pour l'animal et moins les quantités consommées sont élevées :

Mode d'utilisation de l'herbe	Quantités consommées en kg de M. S. par 100 kg de poids vif
Pâturage continu	3 kg de M. S./100 kg de poids vif
Pâturage tournant	2,7 kg —
Pâturage rationné	2,3 kg —
Zéro pâturage ...	2 kg —

Une consommation journalière moyenne de 2,5 kg de matière sèche pour 100 kg de poids vif peut donc être adoptée bien que :

— devant un aliment très appétible, l'animal peut consommer davantage,

— devant un aliment grossier, l'animal peut avoir moins d'appétit et consommer moins,

— des variations peuvent apparaître selon les individus,

— digérant mieux la cellulose comme en témoignent les tables de SCHNEIDER, les zébus pourraient consommer plus d'herbe lignifiée à taux de matière sèche élevé.

2° Besoins journaliers de l'U. B. T. : (Tableau n° 3)

Pour les besoins d'entretien en énergie de cet animal, LEROY et DELAGE prévoient 2,3 U. F. mais CRAPLET (15 p. 244) propose la formule :

$$E = 1,5 + \frac{\text{poids en kg.}}{200}$$

portant les besoins à 2,7 U. F.

Les besoins d'entretien en matières azotées digestibles sont évalués à 0,5 g par kg de poids vif, soit 125 grammes.

Les déplacements des bovins, toujours importants en pâturage naturel, nécessitent une consommation d'énergie évaluée à 0,022 U. F. par kilomètre parcouru pour 100 kg de poids vif ; soit 0,055 U. F./km pour l'unité bovin de 250 kg. Les besoins pour déplacement peuvent donc être évalués à 0,4 U. F. correspondant à un parcours moyen de 7,5 km en zones soudanienne et guinéenne et pour la saison des pluies de zone sahélienne. Pour cette dernière, les besoins seraient de 0,8 U. F. en saison sèche, correspondant à 15 km de parcours.

Bien que les dépenses azotées soient habituellement négligées pour les déplacements (15 p. 245), (37 p. 127), il semble logique de prévoir une dépense azotée proportionnelle à un travail léger. LEROY (in 39 p. 180-4), évalue les dépenses d'un bovin effectuant un travail léger à 1/2 ration d'énergie et 0,3 g de matières protéiques digestibles par kg de poids vif : soit pour un animal de 250 kg, 1,15 U. F. et 75 g de M. A. D.

Les besoins en énergie, évalués par ailleurs à 0,4 et 0,8 U. F., les besoins correspondants en M. A. D. seraient de $\frac{0,4 \times 75}{1,15} = 26$ g de M. A. D.

pour des déplacements faibles et de 52 g de M. A. D. pour les grands déplacements.

Ces besoins d'entretien comparés aux possibilités de la ration théorique de 6,25 kg de matières sèches permettent de classer les four-

TABLEAU 3

Evaluation des besoins de l'animal de référence

Besoins	Petits déplacements			Grands déplacements		
	U.F.	M.A.D.	$\frac{M.A.D.}{U.F.}$	U.F.	M.A.D.	$\frac{M.A.D.}{U.F.}$
Entretien	2,3	125	54	2,3	125	54
Déplacement	0,4	26	65	0,8	52	65
Entretien + Déplacement	2,7	151	56	3,1	177	57
Gain de poids :						
+ 100 g gain/jour	3,0	168	56	3,4	195	57
+ 200 g gain/jour	3,4	186	55	3,8	212	56
+ 300 g gain/jour	3,7	204	55	4,1	230	56
+ 500 g gain/jour	4,3	239	56	4,7	265	56
Production laitière						
0,5 l/jour	2,9	181	62	3,3	207	63
1 l/jour	3,1	211	68	3,5	237	68
2 l/jour	3,5	271	77	3,9	297	76
2,5 l/jour	3,7	301	81	4,1	327	80
3 l/jour	3,8	331	87	4,2	357	85

rages selon leur valeur bromatologique. La ration pourra être excédentaire, déficitaire ou équilibrée pour chacun ou l'ensemble des deux critères considérés, U. F. et M. A. D. Dans l'hypothèse d'une ration excédentaire, l'élément le plus défavorable, facteur limitant, servira à définir le gain possible de poids vif, à raison de 0,33 U. F. et 17,5 g de M. A. D. pour un gain journalier de 100 grammes de poids vif, (*) ou la production laitière possible à raison de 0,38 U. F. et 60 g de M. A. D. par litre de lait.

Un fourrage acceptable permet d'entretenir l'animal en lui fournissant une ration de 2,7 U. F. et 151 g de M. A. D. dans le cas de petits déplacements ou 3,1 U. F. et 177 g de M. A. D. pendant

* Ces besoins énergétiques et azotés des animaux en croissance ou à l'engrais ont été définis en se référant aux normes établies par Leroy (27 p. 50 et 73) pour des animaux de races améliorées de pays tempérés.

Des résultats de travaux récents, non publiés, effectués à Madagascar, semblent montrer que les besoins énergétiques sont nettement supérieurs : 0,5 à 0,65 U. F. chez des métis Brahman-zébu local et 0,7 à 1 U. F. chez les zébus locaux peu précoces (non compris les besoins d'entretien) pour un gain quotidien de 100 g de poids vif.

D'autre part, le rapport $\frac{M. A. D.}{U. F.}$ actuellement admis

la saison sèche sur un parcours de steppes, et ces besoins d'entretien correspondent à un rapport $\frac{M. A. D.}{U. F.}$ moyen de 56-57.

Si la ration présente un excédent d'énergie et de protéines susceptible d'assurer un gain de poids, ce rapport se maintient au même niveau. En revanche, une ration équilibrée pouvant assurer une production laitière acceptable en élevage extensif tropical aura un rapport $\frac{M. A. D.}{U. F.}$ voisin de 80.

Le rapport $\frac{M. A. D.}{U. F.}$ peut parfois prêter à

pour des bovins à l'engrais, est de 80 à 90. Si l'on adopte le rapport le plus faible, les besoins azotés deviennent, pour un gain journalier de 100 g de poids vif :

25 g de M. A. D. pour 0,33 U. F.

40 à 52 g pour des zébus améliorés

56 à 80 g pour des animaux peu précoces

L'utilisation d'autres normes, selon les races d'animaux, que celles qui ont été choisies pour cette étude, entraîne des modifications des tableaux en ce qui concerne les besoins (tableau 3), les équivalents ration pour les gains de poids (tableau 4) et les colonnes « bilan » (tableaux 10-11-12). La méthode de travail demeure la même.

confusion car il exprime la proportion relative des éléments du fourrage.

Un fourrage riche en énergie mais déséquilibré pourra avoir un rapport inférieur à 56 tout en assurant un gain de poids si le taux de matières azotées digestibles est suffisant, mais il y aura néanmoins un apport excessif d'énergie que l'animal ne pourra utiliser pour fabriquer de la viande ou du lait. Même s'il assure un gain de poids ou une production de lait, cet aliment ne pourra pas servir à compléter une ration en protéines.

Avec un rapport $\frac{M. A. D.}{U. F.}$ supérieur ou égal à 80, un aliment pourra être pauvre en énergie bien que relativement riche en matières azotées. Il pourra constituer un complément protéique alors que seul, il constituerait une ration déficitaire.

3° Besoins de l'U. B. T. rapportés à la matière sèche ingérée. Equivalent-ration d'un kg de M. S.

Les besoins de l'U. B. T. correspondant à une ration journalière de 6,25 kg de M. S., peuvent être rapportés au kg de M. S. ingérée. Les besoins ainsi exprimés pourraient être appelés : « Equivalent-ration » d'un kg de M. S. (tableau 4).

Les méthodes de calcul ne fournissant que des valeurs approchées, la précision de la valeur de l'équivalent-ration ne peut être que relative.

L'équivalent-ration suffisant pour assurer l'entretien de l'animal sera de :

— 0,43 U. F. et 24 g de M. A. D. (4,8 p. 100 de M. A. B.) pour les petits déplacements.

— 0,50 U. F. et 28 g de M. A. D. (5,6 p. 100 de M. A. B.) pour les grands déplacements.

TABLEAU 4

Equivalent - ration d'un kg de matières sèches

Besoins	Petits déplacements			Grands déplacements		
	U.F.	M.A.D. g/kg M.S.	M.A.B. en p. 100 /kg M.S. (Gramin.)	U.F.	M.A.D.	M.A.B. en p. 100 /kg M.S. (Gramin.)
Entretien	0,37	20	4,0	0,37	20	4,0
Déplacement	0,06	4,2		0,13	8,3	
Entretien + Déplacement	0,432	24,2	4,8	0,496	28,3	5,6
<u>Gain de poids</u> (0,053 U.F. et 2,8 g M.A.D. par 100 g)						
+ 100 g gain/jour	0,49	27,0	5,4	0,55	31,1	6,2
+ 200 g gain/jour	0,54	29,8	6,0	0,60	33,9	6,8
+ 300 g gain/jour	0,59	32,6	6,5	0,66	36,7	7,4
+ 400 g gain/jour	0,64	35,4	7,1	0,71	39,5	7,9
+ 500 g gain/jour	0,70	38,2	7,6	0,76	42,3	8,1
+ 600 g gain/jour	0,75	41,0	8,0	0,81	45,1	8,4
+ 700 g gain/jour	0,80	43,8	8,3	0,87	47,9	8,7
<u>Production laitière</u> (0,061 U.F. et 9,6 g de M.A.D. par litre)						
0,5 l/jour	0,46	29,0	5,8	0,53	33,1	6,6
1 l/jour	0,49	33,8	6,7	0,56	37,9	7,6
2 l/jour	0,55	43,4	8,2	0,62	47,5	8,6
2,5 l/jour	0,58	48,2	8,7	0,65	52,3	9,1
3 l/jour	0,62	53,0	9,2	0,68	57,1	9,6
4 l/jour	0,68	62,6	10,2	0,74	66,7	10,7
5 l/jour	0,74	72,2	11,2	0,80	76,3	11,6
6 l/jour	0,80	81,8	12,3	0,86	85,9	12,7

4^o Tables hollandaises transposées et Equivalent-ration.

Les tables hollandaises transposées étant exprimées en U. F. pour 100 kg de matière sèche, la lecture de l'équivalent-ration en énergie est immédiate. Il est également possible de délimiter les valeurs au-dessous desquelles, la ration d'entretien n'est pas satisfaisante tant pour les petits que pour les grands déplacements.

Les tables hollandaises sont établies :

— pour les graminées d'après la formule de DIJKSTRA (19) :

$$Z = 0,970 (100 - m) - 0,3238 y - \frac{2,65771}{100 - m} y^2$$

où

Z = équivalent amidon pour 100 kg de M. S.

m = cendres en p. 100 de M. S.

y = cellulose en p. 100 de M. S.

l'unité fourragère équivalant à 1,33 unité amidon, l'énergie en U. F. est égale à : U. F. = 1,33 Z,

— pour les légumineuses, d'après la formule de DIJKSTRA (20) établie pour la luzerne fraîche :

$$Z = 0,788 2 (100 - m) + 0,104 4 y - \frac{2,551}{100 - m} y^2$$

et U. F. = 1,33 Z.

Les matières azotées digestibles sont obtenues au moyen de formules établies également par DIJKSTRA :

Graminées fraîches (18)

$$V = 0,948 (x - 18) + 0,038 (m - 10) + 13,62.$$

Luzerne fraîche (20)

$$V = 0,999 (x - 22) + 0,046 (m - 11) + 17,86$$

où

V = mat. azot. dig. en p. 100 de M. S.

x = mat. azot. brutes en p. 100 de M. S.

m = cendres en p. 100 de M. S.

Les tables de matières azotées digestibles n'allant pas au-dessous de 8 p. 100, pour les graminées :

— de 8 à 3,5 p. 100,

$$\text{prendre M. A. D.} = \frac{\text{M. A. B.}}{2}$$

— de 3,5 à 2,5 p. 100,

$$\text{prendre M. A. D.} = \frac{\text{M. A. B.}}{5}$$

— en dessous de 2,5 p. 100,

$$\text{prendre M. A. D.} = \frac{\text{M. A. B.}}{20}$$

Les diverses tables hollandaises transposées utilisées dans les calculs sont présentées ci-dessous :

Tableau 5 : unités fourragères pour les graminées.

Tableau 6 : matières azotées digestibles pour les graminées.

Tableau 7 : unités fourragères pour la luzerne.

Tableau 8 : matières azotées digestibles pour la luzerne.

5^o Cas particulier des fourrages souillés de terre :

Il est excessivement rare de rencontrer un fourrage contenant plus de 10 p. 100 d'insoluble chlorhydrique (silice). Seuls les fourrages se développant sur sol hydromorphe inondé, à feuilles et tiges coupantes, comme les riz sauvages ou cultivés et *Leersia hexandra* peuvent contenir jusqu'à 17 p. 100 de silice. Mais en début de saison des pluies, les jeunes pousses sont souillées de sable par l'action mécanique des grosses gouttes d'eau et en saison sèche, le vent et le passage répété du bétail ont également pour effet d'entraîner de fins grains de sable dans les gaines des pailles.

Ce sable, matériau inerte, n'intervient pas dans la composition de la plante mais il est néanmoins ingéré par l'animal.

Deux échantillons de pailles de steppes ont été prélevés en saison sèche, à proximité l'un de l'autre, sur une parcelle protégée des animaux et sur un parcours fréquenté par le bétail (2) :

Mélange de pailles de *Schoenefeldia gracilis* et *Aristida funiculata* récolté en janvier (saison sèche)

	M. S. p. 100	M. A. B. p. 100 M. S.	Cell. p. 100 M. S.	Mat. min. p. 100 M. S.	Ins. ClH. p. 100 M. S.	Valeur fourragère		Equivalent-ration	
						U. F. /kg	M. A. D. g/kg	U. F.	M. A. D.
Défens ...	96,10	4,07	36,10	12,1	8,5	0,45	19,5	0,46	20
Pâturé ...	97,40	3,56	20,90	43,1	37,9	0,38	17,8	0,39	18
Corrigé ..	97,40	5,30	31,14	15,2	10,0	0,54	25,8	0,55	27

TABLEAU 5

Graminées : U.F./100 kg de matières sèches

Cendres Cel.b.	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	Cendres Cel.b.
15,0	107,7	106,4	105	103,7	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	15,0
15,5	106,4	105	103,7	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	82,5	81,1	79,8	78,5	15,5
16,0	106,4	105	103,7	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	16,0
16,5	105	103,7	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	16,5
17,0	105	103,7	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	17,0
17,5	103,7	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	78,5	77,1	75,8	74,5	17,5
18,0	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	73,2	18,0
18,5	102,4	101,1	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	18,5
19,0	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	19,0
19,5	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	19,5
20,0	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	73,2	71,8	70,5	69,2	20,0
20,5	98,4	97,1	95,8	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	69,2	67,8	20,5
21,0	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	67,8	66,5	21,0
21,5	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	65,2	21,5
22,0	95,8	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	63,8	22,0
22,5	94,4	93,1	91,8	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	22,5
23,0	93,1	91,8	90,4	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	23,0
23,5	91,8	90,4	89,1	87,8	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	23,5
24,0	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	59,9	24,0
24,5	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	62,5	61,2	59,9	58,5	24,5
25,0	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	61,2	59,9	58,5	57,2	25,0
25,5	87,8	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	59,9	58,5	57,2	54,5	25,5
26,0	86,5	85,1	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	53,2	26,0
26,5	85,1	83,8	82,5	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	54,5	51,9	26,5
27,0	83,8	82,5	81,1	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	70,5	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	59,9	57,2	55,9	54,5	51,9	50,5	27,0

TABLEAU 5 (suite)

Cendres Cel.b.	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	Cendres Cel.b.
27,5	82,5	81,1	79,8	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	69,2	67,8	66,5	65,2	62,5	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	27,5
28,0	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	67,8	66,5	65,2	63,8	61,2	59,9	58,5	57,2	54,5	53,2	51,9	49,2	47,9	28,0
28,5	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	66,5	65,2	63,8	61,2	59,9	58,5	57,2	54,5	53,2	51,9	49,2	47,9	46,6	28,5
29,0	78,5	77,1	75,8	74,5	71,8	70,5	69,2	67,8	65,2	63,8	62,5	59,9	58,5	57,2	55,9	53,2	51,9	50,5	47,9	46,6	45,2	29,0
29,5	77,1	75,8	74,5	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	53,2	51,9	50,5	47,9	46,6	45,2	42,6	29,5
30,0	75,8	74,5	73,2	71,8	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	59,9	57,2	55,9	54,5	51,9	50,5	49,2	46,6	45,2	43,9	41,2	30,0
30,5	74,5	73,2	71,8	69,2	67,8	66,5	65,2	62,5	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	45,2	43,9	41,2	39,9	30,5
31,0	73,2	71,8	70,5	67,8	66,5	65,2	63,8	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	31,0
31,5	71,8	70,5	69,2	66,5	65,2	63,8	61,2	59,9	58,5	57,2	54,5	53,2	51,2	49,2	47,9	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	35,9	31,5
32,0	70,5	69,2	67,8	65,2	63,8	62,5	59,9	58,5	57,2	54,5	53,2	51,2	49,2	47,9	46,6	43,9	42,6	39,9	38,6	37,2	34,6	32,0
32,5	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	43,9	42,6	41,2	38,6	37,2	34,6	33,3	32,5
33,0	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	45,2	42,6	41,2	38,6	37,2	34,6	33,3	31,9	33,0
33,5	66,5	63,8	62,5	61,2	59,9	57,2	55,9	54,5	51,2	50,5	47,9	46,6	45,2	42,6	41,2	38,6	37,2	34,6	33,3	31,9	29,3	33,5
34,0	65,2	62,5	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	51,2	50,5	49,2	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	37,2	35,9	33,3	31,9	29,3	27,9	34,0
34,5	63,8	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	45,2	43,9	41,2	39,9	37,2	35,9	33,3	31,9	29,3	27,9	25,3	34,5
35,0	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	45,2	43,9	41,2	39,9	37,2	35,9	34,6	31,9	29,3	27,9	26,6	25,3	35,0
35,5	59,9	58,5	57,2	54,5	53,2	51,2	49,2	47,9	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	35,9	34,6	31,9	30,6	27,9	26,6	23,9	22,6	35,5
36,0	58,5	57,2	55,9	53,2	51,2	49,2	47,9	46,6	43,9	42,6	39,9	38,6	35,9	34,6	31,9	29,3	27,9	26,6	23,9	22,6	20,0	36,0
36,5	57,2	55,9	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	43,9	42,6	39,9	38,6	35,9	34,6	33,3	30,6	29,3	26,6	23,9	22,6	20,0	18,6	36,5
37,0	55,9	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	43,9	42,6	41,2	38,6	37,2	34,6	33,3	30,6	29,3	26,6	25,3	22,6	20,0	18,6	16,0	37,0
37,5	54,5	51,2	50,5	47,9	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	37,2	34,6	33,3	30,6	29,3	26,6	25,3	22,6	20,0	18,6	16,0	14,6	37,5
38,0	51,2	50,5	49,2	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	37,2	34,6	33,3	30,6	29,3	26,6	25,3	22,6	21,3	18,6	17,3	14,6	12,0	38,0
38,5	50,5	49,2	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	37,2	35,9	33,3	31,9	29,3	27,9	25,3	22,6	21,3	18,6	17,3	14,6	12,0	10,7	38,5
39,0	49,2	47,9	45,2	43,9	41,2	39,9	37,2	35,9	33,3	31,9	29,3	27,9	25,3	23,9	21,3	18,6	17,3	14,6	13,3	10,7	8,0	39,0
39,5	47,9	45,2	43,9	41,2	39,9	37,2	35,9	34,6	31,9	29,3	27,9	25,3	23,9	21,3	20,0	17,3	14,6	13,3	10,7	8,0	6,7	39,5
40,0	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	35,9	34,6	31,9	30,6	27,9	25,3	23,9	21,3	20,0	17,3	16,0	13,3	10,7	9,3	6,7	4,0	40,0

— Valeur limite d'entretien pour petits déplacements de l'U.B.T.

--- Valeur limite d'entretien pour grands déplacements de l'U.B.T.

TABLEAU 6
Graminées (Matières azotées digestibles)

M.A.B.	M.A.D.	M.A.B.	M.A.D.	M.A.B.	M.A.D.	M.A.B.	M.A.D.	M.A.B.	M.A.D.
8,0	4,1	12,6		16,7	12,4	20,8	16,3	24,9	20,2
8,2	4,3	12,7	8,6	16,8	12,5	20,9	16,4	25,0	20,3
8,4	4,5	12,8	8,7	16,9	12,6	21,0	16,5	25,1	20,4
8,6	4,7	12,9	8,8	17,0	12,7	21,1	16,6	25,2	20,5
8,8	4,9	13,0	8,9	17,1	12,8	21,2	16,7	25,3	20,5
9,0	5,1	13,1	9,0	17,2	12,9	21,3	16,8	25,4	20,6
9,1	5,2	13,2	9,1	17,3	13,0	21,4	16,8	25,5	20,7
9,2	5,3	13,3	9,2	17,4	13,1	21,5	16,9	25,6	20,8
9,3	5,4	13,4	9,3	17,5	13,2	21,6	17,0	25,7	20,9
9,4	5,5	13,5	9,4	17,6	13,2	21,7	17,1	25,8	21,0
9,5	5,6	13,6	9,5	17,7	13,3	21,8	17,2	25,9	21,1
9,6	5,7	13,7	9,5	17,8	13,4	21,9	17,3	26,0	21,2
9,7	5,8	13,8	9,6	17,9	13,5	22,0	17,4	26,1	21,3
9,8	5,9	13,9	9,7	18,0	13,6	22,1	17,5	26,2	21,4
9,9	6,0	14,0	9,8	18,1	13,7	22,2	17,6	26,3	21,5
10,0	6,0	14,1	9,9	18,2	13,8	22,3	17,7	26,4	21,6
10,1	6,1	14,2	10,0	18,3	13,9	22,4	17,8	26,5	21,7
10,2	6,2	14,3	10,1	18,4	14,0	22,5	17,9	26,6	21,8
10,3	6,3	14,4	10,2	18,5	14,1	22,6	18,0	26,7	21,9
10,4	6,4	14,5	10,3	18,6	14,2	22,7	18,1	26,8	22,0
10,5	6,5	14,6	10,4	18,7	14,3	22,8	18,2	26,9	22,1
10,6	6,6	14,7	10,5	18,8	14,4	22,9	18,3	27,0	22,2
10,7	6,7	14,8	10,6	18,9	14,5	23,0	18,4	27,1	22,3
10,8	6,8	14,9	10,7	19,0	14,6	23,1	18,5	27,2	22,3
10,9	6,9	15,0	10,8	19,1	14,7	23,2	18,6	27,3	22,4
11,0	7,0	15,1	10,9	19,2	14,8	23,3	18,6	27,4	22,5
11,1	7,1	15,2	11,0	19,3	14,9	23,4	18,7	27,5	22,6
11,2	7,2	15,3	11,0	19,4	15,0	23,5	18,8	27,6	22,7
11,3	7,3	15,4	11,2	19,5	15,0	23,6	18,9	27,7	22,8
11,4	7,4	15,5	11,3	19,6	15,1	23,7	19,0	27,8	22,9
11,5	7,5	15,6	11,3	19,7	15,2	23,8	19,1	27,9	23,0
11,6	7,6	15,7	11,4	19,8	15,3	23,9	19,2	28,0	23,1
11,7	7,7	15,8	11,5	19,9	15,4	24,0	19,3	28,2	23,3
11,8	7,7	15,9	11,6	20,0	15,5	24,1	19,4	28,4	23,5
11,9	7,8	16,0	11,7	20,1	15,6	24,2	19,5	28,6	23,7
12,0	7,9	16,1	11,8	20,2	15,7	24,3	19,6	28,8	23,9
12,1	8,0	16,2	11,9	20,3	15,8	24,4	19,7	29,0	24,1
12,2	8,1	16,3	12,0	20,4	15,9	24,5	19,8	29,2	24,2
12,3	8,2	16,4	12,1	20,5	16,0	24,6	19,9	29,4	24,4
12,4	8,3	16,5	12,2	20,6	16,1	24,7	20,0	29,6	24,6
12,5	8,4	16,6	12,3	20,7	16,2	24,8	20,1	29,8	24,8
								30,0	25,0

TABLEAU 7
Légumineuses : U.F./100 kg de matières sèches

Cendres Cel.B.	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	Cendres Cel.B.
	18,0	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	74,5	71,8	71,8	70,5	69,2	67,8	
18,5	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	18,5
19,0	89,1	87,8	86,5	85,1	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	19,0
19,5	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	79,8	77,1	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	19,5
20,0	87,8	86,5	85,1	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	66,5	65,2	63,8	20,0
20,5	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	20,5
21,0	86,5	85,1	83,8	82,5	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	21,0
21,5	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	71,8	69,2	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	21,5
22,0	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	22,0
22,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	22,5
23,0	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	74,5	71,8	71,8	69,2	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	58,5	58,5	23,0
23,5	82,5	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	23,5
24,0	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	24,0
24,5	81,1	79,8	78,5	77,1	77,1	75,8	73,2	71,8	71,8	69,2	69,2	66,5	66,5	63,8	63,8	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	54,5	24,5
25,0	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	53,2	25,0
25,5	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	25,5
26,0	79,8	77,1	77,1	74,5	74,5	71,8	71,8	69,2	69,2	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	51,2	26,0
26,5	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	51,2	50,5	26,5
27,0	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	53,2	51,2	50,5	49,2	27,0
27,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	27,5
28,0	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	28,0
28,5	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	51,2	50,5	49,2	47,9	45,2	28,5
29,0	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	53,2	51,2	50,5	49,2	47,9	46,6	45,2	29,0
29,5	73,2	71,8	69,2	69,2	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	46,6	45,2	43,9	29,5
30,0	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	45,2	43,9	42,6	30,0

TABLEAU 7 (suite)

Cendres Cel. B	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	Cendres Cel. B
	30,5	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	51,2	50,5	49,2	46,6	45,2	43,9	42,6	
31,0	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	51,2	50,5	49,2	47,9	46,6	43,9	42,6	41,2	39,9	31,0
31,5	69,2	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	53,2	51,2	50,5	49,2	47,9	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	38,6	31,5
32,0	67,8	66,5	65,2	63,8	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	46,6	45,2	43,9	41,2	39,9	38,6	37,2	32,0
32,5	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	51,2	49,2	47,9	46,6	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	37,2	35,9	32,5
33,0	65,2	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	45,2	43,9	42,6	41,2	38,6	37,2	35,9	34,6	33,0
33,5	63,8	62,5	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	53,2	51,2	50,5	49,2	47,9	45,2	43,9	42,6	41,2	39,9	37,2	35,9	34,6	31,9	33,5
34,0	63,8	61,2	59,9	58,5	57,2	55,9	54,5	51,2	50,5	49,2	47,9	46,6	43,9	42,6	41,2	39,9	38,6	35,9	34,6	33,3	30,6	34,0
34,5	62,5	59,9	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	38,6	35,9	34,6	33,3	31,9	29,3	34,5
35,0	61,2	58,5	57,2	55,9	54,5	53,2	51,2	49,2	47,9	46,6	45,2	43,9	41,2	39,9	38,6	37,2	34,6	33,3	31,9	29,3	27,9	35,0
35,5	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	37,2	35,9	33,3	31,9	30,6	27,9	26,6	35,5
36,0	58,5	57,2	55,9	43,2	51,2	50,5	49,2	47,9	45,2	43,9	42,6	41,2	38,6	37,2	35,9	34,6	31,9	30,6	29,3	26,6	25,3	36,0
36,5	57,2	55,9	54,5	51,2	50,5	49,2	47,9	46,6	43,9	42,6	41,2	39,9	37,2	35,9	34,6	31,9	30,6	29,3	26,6	25,3	23,9	36,5
37,0	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	37,2	35,9	34,6	33,3	30,6	29,3	27,9	25,3	23,9	21,3	37,0
37,5	54,5	53,2	51,2	49,2	47,9	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	38,6	35,9	34,6	33,3	31,9	29,3	27,9	25,3	23,9	22,6	20,0	37,5
38,0	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	45,2	43,9	41,2	39,9	38,6	37,2	34,6	33,3	31,9	29,3	27,9	26,6	23,9	22,6	20,0	18,6	38,0
38,5	51,2	50,5	49,2	46,6	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	37,2	35,9	33,3	31,9	30,6	27,9	26,6	23,9	22,6	21,3	18,6	17,3	38,5
39,0	50,5	49,2	47,9	45,2	43,9	42,6	41,2	38,6	37,2	35,9	34,6	31,9	30,6	27,9	26,6	25,3	22,6	21,3	18,6	17,3	16,0	39,0
39,5	49,2	47,9	46,6	43,9	42,6	41,2	39,9	37,2	35,9	34,6	31,9	30,6	29,3	26,6	25,3	22,6	21,3	20,0	17,3	16,0	13,3	39,5
40,0	47,9	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	37,2	35,9	34,6	31,9	30,6	29,3	26,6	25,3	23,9	21,3	20,0	17,3	16,0	13,3	12,0	40,0
40,5	46,6	45,2	43,9	41,2	39,9	38,6	35,9	34,6	33,3	30,6	29,3	27,9	25,3	23,9	21,3	20,0	18,6	16,0	14,6	12,0	10,6	40,5
41,0	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	37,2	34,6	33,3	31,9	29,3	27,9	25,3	23,9	22,6	20,0	18,6	16,0	14,6	12,0	10,6	8,0	41,0
41,5	43,9	42,6	39,9	38,6	37,2	35,9	33,3	31,9	29,3	27,9	26,6	23,9	22,6	20,0	18,6	16,0	14,6	13,3	10,6	8,0	6,7	41,5
42,0	42,6	39,9	38,6	37,2	35,9	33,3	31,9	30,6	27,9	26,6	23,9	22,6	21,3	18,6	17,3	14,6	13,3	10,6	9,3	6,7	5,3	42,0

— Valeur limite d'entretien pour petits déplacements de l'U.B.T.

--- Valeur limite d'entretien pour grands déplacements de l'U.B.T.

TABLEAU 8

Légumineuses (matières azotées digestibles)

M.A.B.	M.A.D.	M.A.B.	M.A.D.	M.A.B.	M.A.D.	M.A.B.	M.A.D.	M.A.B.	M.A.D.
11,0	6,9	15,0	10,9	18,5	14,4	22,0	17,9	25,5	21,4
11,2	7,1	15,1	11,0	18,6	14,5	22,1	18,0	25,6	21,5
11,4	7,3	15,2	11,1	18,7	14,6	22,2	18,1	25,7	21,6
11,6	7,5	15,3	11,2	18,8	14,7	22,3	18,2	25,8	21,7
11,8	7,7	15,4	11,3	18,9	14,8	22,4	18,3	25,9	21,8
12,0	7,9	15,5	11,4	19,0	14,9	22,5	18,4	26,0	21,9
12,1	8,0	15,6	11,5	19,1	15,0	22,6	18,5	26,1	22,0
12,2	8,1	15,7	11,6	19,2	15,1	22,7	18,6	26,2	22,1
12,3	8,2	15,8	11,7	19,3	15,2	22,8	18,7	26,3	22,2
12,4	8,3	15,9	11,8	19,4	15,3	22,9	18,8	26,4	22,3
12,5	8,4	16,0	11,9	19,5	15,4	23,0	18,9	26,5	22,4
12,6	8,5	16,1	12,0	19,6	15,5	23,1	19,0	26,6	22,5
12,7	8,6	16,2	12,1	19,7	15,6	23,2	19,1	26,7	22,6
12,8	8,7	16,3	12,2	19,8	15,7	23,3	19,2	26,8	22,7
12,9	8,8	16,4	12,3	19,9	15,8	23,4	19,3	26,9	22,8
13,0	8,9	16,5	12,4	20,0	15,9	23,5	19,4	27,0	22,9
13,1	9,0	16,6	12,5	20,1	16,0	23,6	19,5	27,1	23,0
13,2	9,1	16,7	12,6	20,2	16,1	23,7	19,6	27,2	23,1
13,3	9,2	16,8	12,7	20,3	16,2	23,8	19,7	27,3	23,2
13,4	9,3	16,9	12,8	20,4	16,3	23,9	19,8	27,4	23,3
13,5	9,4	17,0	12,9	20,5	16,4	24,0	19,9	27,5	23,4
13,6	9,5	17,1	13,0	20,6	16,5	24,1	20,0	27,6	23,5
13,7	9,6	17,2	13,1	20,7	16,6	24,2	20,1	27,7	23,6
13,8	9,7	17,3	13,2	20,8	16,7	24,3	20,2	27,8	23,7
13,9	9,8	17,4	13,3	20,9	16,8	24,4	20,3	27,9	23,8
14,0	9,9	17,5	13,4	21,0	16,9	24,5	20,4	28,0	23,9
14,1	10,0	17,6	13,5	21,1	17,0	24,6	20,5	28,2	24,1
14,2	10,1	17,7	13,6	21,2	17,1	24,7	20,6	28,4	24,3
14,3	10,2	17,8	13,7	21,3	17,2	24,8	20,7	28,6	24,5
14,4	10,3	17,9	13,8	21,4	17,3	24,9	20,8	28,8	24,7
14,5	10,4	18,0	13,9	21,5	17,4	25,0	20,9	29,0	24,9
14,6	10,5	18,1	14,0	21,6	17,5	25,1	21,0	29,2	25,1
14,7	10,6	18,2	14,1	21,7	17,6	25,2	21,1	29,4	25,3
14,8	10,7	18,3	14,2	21,8	17,7	25,3	21,2	29,6	25,5
14,9	10,8	18,4	14,3	21,9	17,8	25,4	21,3	29,8	25,7
								30,0	25,9

En appliquant le calcul des tables hollandaises à ces deux exemples, ces fourrages ne couvrent pas les besoins d'une ration avec grands déplacements. Les pailles sous pâture fournissent 2,4 U. F. et en défens 2,9 U. F.

Les plantes consommées par le bétail, sur sol non inondable, ne contenant généralement pas plus de 10 p. 100 de silice, ce taux de silice peut être considéré comme maximal et une correction peut être appliquée, en ramenant la composition du fourrage souillé de sable à 10 p. 100 de silice.

Correction :

Silice réelle : 37,9 p. 100

Silice théorique : 10,0 p. 100

Différence : 27,9 p. 100

Matières minérales théoriques :

$$43,1 - 27,9 = 15,2$$

Somme des éléments nutritifs :

$$100 - 43,1 = 56,9$$

Somme théorique des éléments nutritifs :

$$100 - 15,2 = 84,8$$

Matières protéiques brutes théoriques :

$$\frac{3,56 \times 84,8}{56,9} = 5,30$$

Cellulose théorique : $\frac{20,90 \times 84,8}{56,9} = 31,14$.

Ces nouvelles valeurs fournissent une valeur fourragère de 0,54 U. F. et 25,8 g de M. A. D., pour le produit débarrassé du sable.

Mais lorsque l'animal ingère ce fourrage au pâturage, sur 97,4 parties de matière sèche, il y a 27,9 parties de sable.

Sur les 6,25 kg de matière sèche de la ration, il y a donc $\frac{27,9 \times 6,25}{94,4} = 1,84$ kg de sable et il reste $6,25 - 1,84 = 4,41$ kg de matières nutritives sèches, soit $\frac{100 \times 4,41}{97,4} = 4,52$ kg d'aliment représentant : 2,4 U. F. (2,44) et 117 g de M. A. D. (116,6).

La ration théorique ne renfermant que 4,41 kg d'aliment net, sa valeur calculée sur les bases de l'équivalent-ration est également de :

$$0,55 \times 4,41 = 2,4 \text{ U. F.}$$

$$\text{et : } 27 \times 4,41 = 119 \text{ g de M. A. D.}$$

Les résultats obtenus avec correction sont comparables aux résultats précédents et il n'est

donc pas nécessaire d'effectuer ces calculs supplémentaires. En effet :

$$6,25 \text{ kg de M. S.} = 6,42 \text{ kg de fourrage à } 2,60 \text{ p. 100 d'humidité.}$$

$$6,42 \times 0,38 = 2,44 \text{ U. F.}$$

$$6,42 \times 18 = 115,6 \text{ g de M. A. D.}$$

III. — APPRÉCIATION DES PÂTURAGES ET ANALYSES FOURRAGÈRES

1° Application aux fourrages des Pays tempérés :

Pour comparer avec profit la valeur des parcours tropicaux et les plantes fourragères des pays tempérés, les calculs de l'Equivalent-ration ont été appliqués à la valeur fourragère des principales espèces citées dans les tables de Kellner (in 39 p. 160-5) (Tableau 9).

Légumineuses.

Le taux de matière sèche oscille entre 18,5 et 24 p. 100, les matières azotées brutes entre 16,2 et 29,6 p. 100 de M. S., la cellulose entre 28,0 et 34,5 p. 100 de M. S., les matières minérales entre 6,0 et 11,5 p. 100 de M. S.

L'équivalent-ration est toujours supérieur aux valeurs nécessaires à l'entretien de l'U. B. T. avec grands déplacements et les rapports $\frac{\text{M. A. D.}}{\text{U. F.}}$ allant de 125 à 200 sont favorables à la production de lait.

Graminées de pâture.

Le taux de matière sèche oscille entre 16 et 46 p. 100, les matières azotées brutes entre 7,3 et 20,6 p. 100 de M. S., la cellulose entre 18,3 et 40 p. 100 de M. S., les matières minérales entre 6 et 11,2 p. 100 de M. S.

L'équivalent-ration est toujours suffisant pour assurer l'entretien de l'U. B. T. avec grands déplacements et le rapport $\frac{\text{M. A. D.}}{\text{U. F.}}$ allant de 56 à 127 est très satisfaisant.

Foins.

Le taux de matière sèche est toujours voisin de 85 p. 100,

TABLEAU 9

Extrait des tables de O. Kellner

	Matière sèche p.100	M.A.B. p.100 M.S.	Cellulose p.100 M.S.	Matière minérale p.100 M.S.	Valeur fourragère			Equivalent ration	
					U.F./kg	M.A.D.	M.A.D. U.F.	U.F.	M.A.D.
Légumineuses									
Trèfle blanc, au début de la floraison	18,5	23,78	23,24	11,4	0,12	19	158	0,65	103
Luzerne très jeune	18,9	29,62	23,28	10,1	0,13	27	208	0,69	143
Sainfoin au début de la floraison	19,0	18,94	28,94	7,4	0,13	19	146	0,68	100
Sainfoin en pleine floraison	20,0	17,50	34,50	6,0	0,10	16	160	0,50	80
Trèfle rouge, en pleine floraison	21,0	16,19	28,09	7,6	0,12	17	142	0,57	81
Luzerne avant la floraison	24,0	18,75	28,33	9,6	0,13	17	130	0,54	71
Luzerne en pleine floraison	24,0	16,25	32,50	9,2	0,12	15	125	0,50	62
Graminées de pâture									
Avoine à l'épiage	16,1	14,28	23,60	9,3	0,11	14	127	0,68	87
Herbe de bonne prairie irriguée	19,2	18,22	25,52	8,9	0,14	13	93	0,73	68
Herbe de pâturage ordinaire	20,0	17,50	20,00	10,0	0,15	17	113	0,75	85
Dactyle pelotonné avant la floraison	20,4	11,27	23,52	9,3	0,14	8	57	0,69	39
Herbe de pâturage d'engraissement	21,8	20,64	18,34	10,1	0,19	23	121	0,87	105
Ray grass anglais pendant la floraison	24,8	11,69	28,62	10,5	0,14	13	93	0,56	52
Ray grass d'Italie pendant la floraison	25,0	13,60	24,80	11,2	0,15	13	87	0,60	52
Herbe de pâturage, peu avant la floraison	25,0	12,00	24,00	8,4	0,17	15	88	0,68	60
Dactyle pelotonné pendant la floraison	27,0	9,25	27,03	7,8	0,17	10	59	0,63	37
Herbe de prairie douce, pendant la floraison	30,0	10,33	30,66	7,0	0,19	13	68	0,63	43
Avoine élevée	31,5	10,78	32,02	9,2	0,20	17	85	0,63	54
Fléole des prés pendant la floraison	33,1	9,36	27,79	6,3	0,18	10	56	0,54	30
Avoine mûre	46,4	7,32	40,08	6,0	0,24	21	88	0,52	45
Foins									
Foin de pré excellent	85,2	13,46	26,33	9,8	0,63	56	89	0,74	66
Foin de pré médiocre	85,7	8,70	38,86	5,8	0,28	25	89	0,33	29
Pailles									
Paille d'avoine	85,7	4,41	44,89	6,6	0,29	10	34	0,34	12
Paille d'orge de printemps	85,7	4,06	45,82	6,3	0,34	6	18	0,40	7
Paille de blé d'hiver	85,7	3,48	47,33	5,6	0,21	4	19	0,24	5

les matières azotées brutes oscillant entre 8 et 13 p. 100 de M. S.,
la cellulose entre 26 et 39 p. 100 de M. S.,
les matières minérales entre 6 et 10 p. 100 de M. S.

Avec un rapport $\frac{M. A. D.}{U. F.}$ de 89, l'équivalent-ration est satisfaisant pour les M. A. D. mais il est insuffisant en énergie pour le foin de pré médio-cre.

Pailles.

Le taux de matière sèche est toujours voisin de 85 p. 100,
les matières azotées brutes oscillent entre 3,5 et 4,4 p. 100 de M. S.,
la cellulose entre 45 et 47 p. 100 de M. S.,
les matières minérales entre 5,5 et 6,5 p. 100 de M. S.

Rapport $\frac{M. A. D.}{U. F.}$ et équivalent-ration dénotent l'insuffisance des pailles pour assurer l'entretien de l'U. B. T.

2° Application aux pâturages intertropicaux.

Les parcours de la zone intertropicale concernent 2 grands types physiologiques de végétation : la steppe et la savane.

La steppe (36) est une formation herbeuse parfois parsemée de plantes ligneuses. Les graminées vivaces y sont largement espacées et ne dépassent pas 80 cm de hauteur. Leurs feuilles sont étroites, enroulées ou pliées, principalement basilaires. Les plantes annuelles sont souvent abondantes entre les plantes vivaces.

La savane (36) est une formation herbeuse comportant une strate herbacée supérieure, continue, d'au moins 80 cm de hauteur et une strate inférieure sous-jacente. Les graminées sont à feuilles planes, basilaires et caulinaires ; ces graminées brûlent ordinairement chaque année. Les plantes ligneuses sont généralement présentes.

A. Parcours de steppe.

En Afrique intertropicale, la steppe se rencontre surtout sous climat sahélo-saharien (1) caractérisé par une pluviosité de 200 à 400 mm ; elle émet des prolongements jusqu'à l'isohyète 150 mm au Nord et l'isohyète 550 mm au Sud.

Sous climat désertique saharien (1), caractérisé par une pluviosité inférieure (150-200 mm), répartie en tornades accidentelles en juillet et août, la végétation du domaine Saharo-Sindien est de type contracté avec rassemblement des espèces ligneuses (*Acacia raddiana*) dans les lits des ouadi et développement d'une steppe subdésertique sur les formations sableuses adjacentes avec des touffes d'*Aristida plumosa*, *Aristida pungens* et *Panicum turgidum*.

Sous climat subdésertique sahélo-saharien (1), caractérisé par une pluviosité de 200 à 300 mm répartie de juillet à septembre, la végétation du secteur sahélo-saharien du domaine sahélien est une steppe à graminées annuelles clairsemées (*Aristida mutabilis*) et à touffes de graminées vivaces (*Panicum turgidum*). Les arbustes y sont représentés par *Acacia raddiana* et *Commiphora africana*.

Le sud du climat sahélo-saharien avec 300 à 400 mm de pluie est favorable à la steppe. Les graminées annuelles y constituent un tapis dense (*Aristida mutabilis* sur dunes et *Schoenefeldia gracilis* sur bas de pente). Les graminées vivaces y sont moins abondantes et plutôt localisées sur les dunes à relief prononcé (*Aristida longiflora*). Les arbustes sont abondants (*Acacia senegal* et *Acacia raddiana*).

Entre les isohyètes 400 et 550 mm, au Nord du climat tropical sec sahélo-soudanais (1), la steppe à *Aristida mutabilis* et *Eragrostis tremula* avec *Acacia senegal* et *Acacia albida* fait souvent place à une savane constituée par des touffes d'*Hyparrhenia dissoluta*, *Cymbopogon giganteus* et *Andropogon gayanus* et un tapis d'espèces annuelles (*Aristida mutabilis*, *Schizachyrium exile*).

a) Exploitation de cette végétation.

La steppe subdésertique du climat saharien est strictement exploitée par l'élevage nomade, les chameaux étant dirigés vers les pâturages qui se développent au gré des tornades.

Sous climat sahélo-saharien, l'élevage de type transhumant est la spéculation essentielle des habitants. Pendant la saison des pluies, les troupeaux éclatent, s'abreuvent aux mares temporaire et remontent le plus possible vers le nord en suivant le front de verdure. En fin des pluies, ils redescendent vers le sud et se concentrent progressivement aux abords des bas-fonds où l'eau de la nappe phréatique est exploitée par des trous

de quelques mètres et ensuite, près des puits de plus en plus profonds.

Au Nord du climat sahélo-soudanais, la population sédentaire cultive arachides et mil à chandelles. Les troupeaux n'y transhumant qu'après les récoltes, consommant les résidus de cultures (pailles de mil, restes de fanes d'arachides), les repousses des graminées vivaces de la savane et les prairies aquatiques (bourgou) des mares temporaires et du lit majeur des grands fleuves (Sénégal, Niger).

b) *Potentiel fourrager de la steppe.*

Les bovins se trouvent en présence de jeunes pousses de graminées au début de la saison des pluies, mais ces graminées atteignent rapidement les stades montaison, floraison, fructification. Dès le début de la saison sèche le tapis graminéen n'offre plus que des pailles sèches et des inflorescences d'espèces annuelles, et des repousses d'espèces vivaces. Les bovins recherchent alors, un complément de ration dans les feuilles, les fleurs ou les fruits d'espèces ligneuses.

La synthèse des études bromatologiques réalisées à l'I. E. M. V. T. dans cette zone : (2), (8), (22), (31), (32), (33), (34) aboutit au tableau récapitulatif où sont indiqués (tableau n° 10) :

- l'époque de prélèvement et de consommation,
- la plante et ses parties consommées,
- le nombre d'analyses ayant servi à l'établissement de la valeur moyenne,
- le taux de matières sèches en p. 100,
- le taux de matières azotées brutes en p. 100 de matière sèche,
- le taux de cellulose en p. 100 de matière sèche,
- le taux de matières minérales en p. 100 de matière sèche,
- la valeur fourragère du kg de fourrage en U. F., les M. A. D. et le rapport $\frac{M. A. D.}{U. F.}$,
- l'équivalent-ration d'un kg de M. S. de l'aliment en U. F. et M. A. D.

En saison des pluies.

Aux premières pluies, les animaux s'abreuvent aux flaques d'eau formées au cours des tornades, leurs déplacements sont limités et leur besoin d'entretien réduit à 0,43 U. F. et 24 g de M. A. D par kg de matière sèche ingérée.

Les jeunes plantes consommées à cette période autorisent un gain de poids de 500 g/jour ou une production laitière de plus de 3 l.

Ces fourrages présentent un excès de M. A. D. de plus de 50 g par kg de matière sèche et ce déséquilibre-peut être résorbé par la consommation d'une faible quantité de paille.

Dès que les pluies sont installées, les graminées annuelles lèvent et les espèces vivaces graminiformes (à port de graminées incluant les Cyperacées), rejettent abondamment de souches ; ces pousses sont recherchées par le bétail, autorisent gain de poids et production laitière, et ont l'avantage de présenter un équilibre U. F.-M. A. D. très favorable à la production laitière avec un rapport $\frac{M. A. D.}{U. F.}$ voisin de 100.

Les éleveurs recherchent d'ailleurs cette végétation le plus longtemps possible en conduisant leur troupeau vers le Nord, à mesure que s'avance le front de verdure.

Dès la *pleine saison des pluies*, les graminées annuelles forment leurs chaumes. Les espèces de dunes ne permettent plus qu'un gain de poids de 100 g/jour ou une production laitière d'1 litre.

Les espèces d'ombre et de bas-fond, autorisent une grosse production de lait et de viande et leur excès de M. A. D. peut compenser le déficit des espèces de dunes. C'est d'ailleurs à cette période de l'année qu'elles sont surtout recherchées par le bétail.

A la fin des pluies, vers le 15 août, les espèces graminiformes sont en floraison. Les graminées ne permettent plus qu'une production d'1 litre de lait ou 200 à 300 g de gain mais les cyperacées sont encore assez riches en protéines pour permettre une production de lait de 3 litres par jour.

En *début de saison sèche*, les espèces graminiformes sont en fructification mais permettent encore une production de 0,5 litre par jour ou un gain de 100 g.

Quelques légumineuses, apparaissant tardivement dans la végétation, sont alors consommées comme espèces d'appoint. Elles fournissent une ration pouvant assurer une production de plus de 4 litres de lait par jour.

En pleine saison sèche.

La pleine saison sèche peut-être scindée en 3 périodes :

TABLEAU 10
Pâturages de steppe

Fourrages	Nombre analyse	Matière sèche p.100	M.A.B. p.100 M.S.	Cellulose p.100 M.S.	Matière minérale p.100 M.S.	Valeur fourragère			Equivalent ration	
						U.F./kg	M.A.D. g/kg	M.A.D. U.F.	U.F.	M.A.D.
1. PREMIÈRES PLUIES : Soudure										
Pailles de graminées dures	22	94,60	2,11	41,31	9,3	0,33	1,0	3	0,35	1
<u>Jeunes plantes</u> (stade 3 feuilles)										
<i>Tribulus terrestris</i>	2	23,33	15,25	19,98	23,3	0,17	25,7	151	0,71	110
<i>Commelina forskalaei</i>	2	26,55	19,38	23,23	15,4	0,20	39,8	199	0,76	150
2. DEBUT DES PLUIES (avant 15 juillet)										
<u>Feuilles basilaires</u> (sp.vivaces graminiformes)										
<i>Cyperus rotundus</i>	1	15,50	20,98	23,00	15,6	0,12	25,6	213	0,77	165
<i>Cyperus conglomeratus</i>	1	24,05	10,47	27,75	15,7	0,15	15,7	104	0,65	65
<i>Andropogon gayanus</i>	3	26,53	10,99	29,55	9,0	0,19	18,6	98	0,71	70
<u>Graminées annuelles</u>										
<i>Aristida sp.</i>	2	33,95	7,89	35,20	8,1	0,19	13,6	72	0,55	40
3. PLEINE SAISON DES PLUIES (15 juillet - 15 août)										
<u>Graminées</u> (stade montaison) <u>sp. d'ombre et bas-fond</u>										
<i>Brachiaria sp.</i> <i>Echinochloa colonum</i> }	5	22,00	15,44	25,85	16,3	0,15	24,6	164	0,69	112
<u>sp. de dunes</u>										
<i>Aristida mutabilis</i>	2	32,65	12,59	33,65	14,1	0,16	27,8	173	0,50	85
<i>Aristida funiculata</i>	2	34,33	10,30	34,13	11,7	0,18	21,6	120	0,51	63
4. FIN DES PLUIES (fin août)										
<u>sp.graminiformes en</u> <u>floraison</u>										
<u>espèces de dunes</u>										
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	1	29,10	7,67	32,10	9,2	0,18	11,1	62	0,63	38
<i>Tragus racemosus</i>	1	40,45	6,83	34,40	10,4	0,22	13,8	63	0,54	34
<i>Aristida mutabilis</i>	6	33,17	7,73	34,54	8,9	0,19	12,8	67	0,56	39
<i>Cyperus conglomeratus</i>	1	26,60	11,25	30,70	8,4	0,18	19,2	106	0,69	72
<u>espèces de faciès très</u> <u>pâturé</u>										
<i>Cenchrus biflorus</i>	3	26,55	8,64	34,10	13,5	0,13	12,5	96	0,50	47
<u>espèces de couloirs</u> <u>interdunaires</u>										
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	1	37,75	5,49	37,75	8,8	0,18	10,2	57	0,47	27
<i>Cyperus rotundus</i>	1	28,55	9,11	21,35	11,4	0,25	14,8	59	0,87	52

TABLEAU 10 (suite)

Fourrages	Nombre analyse	Matière sèche p.100	M.A.B. p.100 M.S.	Cellulose p.100 M.S.	Matière minérale p.100 M.S.	Valeur		M.A.D. U.F.	Equivalent ration	
						U.F./kg	M.A.D. g/kg		U.F.	M.A.D.
5. DEBUT SAISON SECHE (septembre)										
<u>Espèces graminifères (fructification)</u>										
<i>Aristida mutabilis</i>	8	60,38	4,92	38,29	8,0	0,28	14,9	53	0,46	25
<i>Cyperus conglomeratus</i>	2	34,53	5,18	28,98	11,3	0,24	8,9	37	0,69	26
<i>Cenchrus biflorus</i>	2	55,28	6,43	36,78	9,6	0,26	17,7	68	0,48	32
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	3	67,06	5,49	35,88	7,8	0,36	18,1	50	0,54	27
<i>Aristida funiculata</i>	1	60,00	3,88	39,50	6,8	0,26	11,9	43	0,44	20
<u>Légumineuses (floraison-fructification)</u>										
<i>Crotalaria podocarpa</i>	2	32,00	17,57	24,95	7,7	0,25	43,2	173	0,78	135
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	2	34,85	18,23	24,90	13,7	0,24	49,1	205	0,70	141
6. SAISON SECHE FRAICHE (octobre à février)										
<u>Graminées (pailles et inflorescences)</u>										
<i>Aristida mutabilis</i>	14	95,86	3,90	39,07	7,9	0,42	18,7	45	0,44	20
<i>Eragrostis tremula</i>	4	91,67	3,01	38,58	5,9	0,45	5,5	12	0,49	6
<i>Cenchrus biflorus</i>	1	93,65	3,09	38,75	9,0	0,39	5,7	15	0,42	6
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	8	95,79	2,53	41,40	8,4	0,33	4,9	15	0,34	5
<i>Aristida funiculata</i>	10	95,91	3,08	42,04	8,3	0,32	5,9	18	0,33	6
<u>Graminées néotémiques (chaudées)</u>										
<i>Cenchrus biflorus</i>	1	94,05	9,71	32,00	12,6	0,54	54,5	101	0,58	58
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	1	95,50	9,28	31,90	11,3	0,57	51,6	91	0,60	54
<u>Espèces graminifères vivaces</u>										
<u>Reposées</u>										
<i>Andropogon gayanus</i>	4	41,86	6,08	31,93	8,8	0,27	12,7	47	0,64	30
<i>Cyperus conglomeratus</i>	3	42,40	3,95	33,02	8,7	0,26	8,4	32	0,62	20
<u>Inflorescences</u>										
<i>Panicum turgidum</i>	2	53,27	4,83	37,32	8,3	0,26	12,8	49	0,49	24
<u>Plantes diverses</u>										
<i>Citrullus colocynthis</i> (jeunes tiges et feuilles)	2	15,83	15,39	17,80	17,1	0,14	17,7	126	0,86	112
<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (sec + fruits)	1	93,53	5,20	30,70	6,7	0,63	24,3	39	0,68	26

TABLEAU 10 (fin)

Fourrages	Nombre analyse	Matière sèche p.100	M.A.B. p.100 M.S.	Cellulose p.100 M.S.	Matière minérale p.100 M.S.	Valeur fourragère			Equivalent ration	
						U.F./kg	M.A.D. g/kg	M.A.D. U.F.	U.F.	M.A.D.
<u>Mares semi-permanentes (répousses de graminées aquatiques)</u>										
<i>Oryza barthii</i>	1	42,20	20,98	25,10	21,0	0,27	69,6	258	0,64	165
<i>Vossia cuspidata</i>	2	24,21	11,54	24,31	9,3	0,14	18,2	130	0,56	165
<u>Pâturages aériens</u>										
<u>Gousses vertes et feuilles</u>										
<i>Salvadora persica</i>	1	27,40	16,27	14,85	30,2	0,20	32,9	165	0,73	120
<i>Cadaba farinosa</i>	1	40,40	25,20	10,00	15,8	0,37	85,2	230	0,90	211
<i>Boecea senegalensis</i>	1	53,50	25,22	22,95	6,9	0,43	114,5	266	0,81	214
<u>Fruits verts (pulpe)</u>										
<i>Acacia seyal</i>	1	35,70	19,65	19,95	6,2	0,31	55,3	178	0,86	155
<i>Acacia raddiana</i>	1	31,00	14,06	21,75	6,7	0,26	30,7	118	0,84	99
<u>Fruits mûrs (pulpe)</u>										
<i>Balanites aegyptiaca</i>	1	68,45	11,21	10,15	8,1	0,77	49,3	64	1,13	72
7. SAISON SECHE CHAUDE (mars à mai)										
<u>Pailles de graminées</u>										
<i>Aristida mutabilis</i>	9	95,11	2,10	40,97	9,0	0,34	1,0	3	0,36	1
<i>Eragrostis tremula</i>	1	95,55	0,96	43,25	6,9	0,32	0,5	2	0,34	1/2
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	9	93,51	2,33	41,73	8,5	0,32	1,0	3	0,35	1
<i>Aristida funiculata</i>	3	96,08	1,85	40,49	13,1	0,28	1,0	4	0,29	1
<u>Plantes diverses (infrutescences sèches)</u>										
<i>Blepharis linearifolia</i>	2	95,67	7,98	23,38	17,2	0,70	39,2	56	0,74	41
<u>Pâturages aériens</u>										
<u>Fruits secs</u>										
<i>Acacia raddiana</i>	3	92,22	16,90	19,35	6,1	0,81	118,0	146	0,88	128
<i>Acacia senegal</i>	1	92,88	20,38	29,20	6,4	0,66	151,4	229	0,71	163
<u>Feuilles sèches au sol</u>										
<i>Grewia sp.</i>	1	84,20	7,37	17,80	14,2	0,76	31,0	41	0,90	37
<i>Feretia apodanthera</i>	1	57,20	7,96	13,95	8,5	0,60	23,5	39	1,04	41
<i>Balanites aegyptiaca</i>	1	95,85	7,42	15,25	15,0	0,90	35,6	39	0,94	37
8. SAISON CHAUDE ET HUMIDE (mai-juin)										
Pailles de graminées	22	94,60	2,11	41,31	9,3	0,33	1,0	3	0,35	1
<u>Pâturage aérien</u>										
<u>Fruit</u>										
<i>Acacia albida</i>	4	89,63	11,88	22,71	3,9	0,77	69,9	91	0,86	78
<u>Pousses vertes et jeunes feuilles</u>										
<i>Cordia rothii</i>	1	41,65	10,78	17,65	16,0	0,36	28,3	79	0,88	68
<i>Balanites aegyptiaca</i>	1	32,60	22,23	17,20	16,7	0,25	59,0	236	0,77	181
<u>Extrémités de feuilles de doum</u>										
<i>Hyphaene thebaica</i>	1	42,75	6,91	28,25	11,4	0,30	14,7	49	0,70	35

— une période fraîche d'octobre à février où les températures sont relativement basses ;

— une période chaude de mars à mai où la température s'élève ;

— une période chaude et humide à partir de la mi-mai et jusqu'aux premières pluies où la température reste élevée et où l'humidité de l'air s'élève favorisant la feuillaison et la floraison des espèces ligneuses.

Au cours de ces périodes, les troupeaux se déplacent beaucoup et les besoins d'entretien de l'U. B. T. atteignent 0,50 U. F. et 28 g de M. A. D. par kg de matière sèche ingérée.

Pendant la *période fraîche de la saison sèche*, seule la paille d'*Eragrostis tremula* peut combler les besoins d'entretien en énergie, les besoins en matières azotées ne sont jamais satisfaits par les pailles de graminées.

Les formes néotémiques (individus « échaudés ») des graminées, qui ne parviennent pas à faire mûrir leurs fruits par suite d'une insuffisance de pluviosité, constituent des aliments très riches, localisés aux secteurs nord de la zone où les pluies peuvent s'arrêter brutalement certaines années.

Les repousses et infrutescences des espèces graminiformes vivaces constituent une bonne ration d'entretien.

Les repousses des prairies aquatiques du Sud de la zone constituent une ration riche et nettement excédentaire en protéines, de même que les feuilles et fruits verts des arbustes qui, surtout appréciés des caprins, sont également consommés en complément de ration, par les bovins.

Acacia seyal, le plus apprécié (photo 1), est localisé aux zones dépressionnaires argileuses et les troupeaux se maintiennent en bon état dans la mesure où l'aire de parcours englobe des dunes pour assurer la ration énergétique et l'encombrement et des bas-fonds pour le complément en matières azotées.

Au cours de la *période chaude*, les pailles de graminées n'apportent plus que les 2/3 des besoins en énergie et l'apport d'azote est négligeable.

Les graminées vivaces n'émettent plus de jeunes pousses et les animaux recherchent alors des feuilles sèches d'arbustes, des infrutescences d'espèces herbacées et des fruits d'*Acacia* qui sont particulièrement riches.

Au cours de la *période chaude et humide*, les réserves en paille se raréfient mais les ressources du pâturage aérien se renouvellent avec la feuillaison des arbustes, particulièrement dans les dépressions.

c) *Appréciation de la charge possible.*

Au cours de la transhumance de saison des pluies, les troupeaux ne consomment que les pousses les plus appétables et n'entament pratiquement pas les réserves fourragères alors que l'abandon de la transhumance par fixation des nomades près de points d'eau permanents, a pour effet de limiter le choix des animaux et de réduire les réserves de saison sèche.

Dans le cadre de l'élevage transhumant, le problème de charge ne se pose qu'en saison sèche au moment où les animaux sont concentrés près des points d'eau permanents.

Avec une production moyenne de 150 kg de fruits d'*Acacia raddiana* (15 kg par arbre), et 800 kg de paille dont la moitié est perdue par piétinement, un hectare de dune peut fournir en période chaude, 80 rations d'entretien sensiblement équilibrées avec 1,5 kg de gousses et le lest en pailles, la quantité de pailles étant l'élément limitant.

Il peut donc être justifié d'apprécier la charge possible de saison sèche d'une région de steppe par l'évaluation de la production de paille à l'hectare de dunes en début de saison sèche, supposant perdue la moitié de cette production, et la consommation des 8 mois de saison sèche évaluée à 240 rations de 5 kg de pailles.

La charge possible de saison sèche serait alors : $\frac{I}{2}$ Rdt en kg/1200, l'aire considérée présentant en plus des graminées vivaces et un pâturage aérien de dunes et bas-fonds.

Ainsi, pour une production de 800 kg de paille sur dunes, et la présence de bas fonds pour 1/20 de la superficie, la charge peut être évaluée à 1 U. B. T. pour 3 ha de dunes.

Cependant des pertes de poids spectaculaires sont enregistrées à cette période de l'année bien que la charge saisonnière soit souvent limitée à 1 U. B. T. pour 7 à 10 hectares.

Peuvent expliquer ces faits contradictoires :

— L'insuffisance de l'abreuvement, les animaux recevant souvent moins de 30 litres d'eau par jour.

— La présence de caprins qui pillent littéralement les ressources du pâturage aérien dans le périmètre du point d'eau.

— L'installation autour du point d'eau d'une zone surpâturée proportionnelle à l'importance du cheptel qui oblige les animaux à s'éloigner pour trouver un pâturage convenable. Le temps passé en déplacements sur la zone stérile, et en attente près du puits est trop important et les animaux n'ont plus les 8 heures nécessaires à la pâture effective.

Pour limiter les pertes de poids il serait nécessaire de multiplier les points d'abreuvement et de séparer les aires de parcours des bovins et caprins.

Un ensemble de parcours équilibré, exploité en ranch d'entretien uniquement pendant la saison sèche, pourrait donc supporter dans les conditions optimales une charge d'un U. B. T. pour 4 ha, soit près de 2.000 U. B. T. par points d'abreuvement à la condition que ceux-ci soient distants de 10 km, ce qui correspondrait à 7.850 ha par point d'abreuvement.

B. Parcours de savane.

La savane arbustive à arborée s'étale sur toute l'aire intertropicale comprise entre la steppe et la forêt dense :

— sous climat sahélo-soudanais (1), la savane arbustive est dominante entre les isohyètes 550 à 750 mm, et caractérise la végétation du secteur soudano-sahélien du domaine soudanien ;

— sous climat soudano-guinéen (1), climat tropical semi-humide à une seule saison des pluies de 6 à 8 mois et à pluviosité de 750 à 1.750 mm, la savane très arborée peut faire place à la forêt claire et caractérise la végétation du secteur soudano-guinéen du domaine soudanien ;

— sous climat équatorial à deux saisons des pluies, la savane préforestière du domaine guinéen se caractérise par sa localisation topographique délimitée par les galeries forestières et les forêts semi-caducifoliées de plateaux.

Pour l'Afrique de l'Ouest, la savane « soudanienne » arbustive à arborée correspond approximativement aux limites, des types de tapis graminéens à *Andropogon* « An » de RATTRAY (35) et la savane « préforestière » aux types à *Hyparrhenia* « H », bien que ces derniers pénètrent dans la zone côtière et les régions d'altitude du climat soudano-guinéen.

B₁. — Savanes soudaniennes.

La différenciation des savanes est liée aux différents types de sol et à la variation de pluviosité.

Les sols cuirassés à gravillonnaire portent vers le Nord des buissons épars de *Combretum micranthum* et un tapis de graminées annuelles (*Loudetia togoensis*) et vers le Sud des graminées vivaces (*Anadelphia afzeliana*).

Les sols à horizon induré profond portent vers le Nord une savane arbustive à graminées annuelles (*Andropogon* spp, *Pennisetum*) et vers le Sud une savane arborée ou une forêt claire à Bambou et graminées vivaces (*Andropogon tecforum*, *Schizachyrium sanguineum*).

Les sols colluviaux portent une savane arbustive à graminées vivaces (*Andropogon gayanus*), le couvert arbustif et la densité d'*Andropogon* augmentant vers le Sud.

Les sols alluviaux à inondation temporaire portent une végétation herbacée basse vers le Nord (*Paspalum orbiculare*) et une savane herbeuse haute vers le Sud (*Hyparrhenia rufa*).

a) Exploitation de la végétation.

Les troupeaux de village exploitent en saison des pluies le tapis herbacé des sols gravillonnaires et des sols profonds lorsque ceux-ci ne sont pas occupés par les cultures. En saison sèche, ils pâturent les repousses après feux des sols alluviaux inondables, les résidus de culture, les débris de paille, les repousses de vivaces, et les jeunes pousses d'arbustes des sols profonds.

b) Potentiel fourrager (Tableau 11).

Références : 2-8-9-10-18.

Le temps de croissance (période comprise entre 2 coupes, ou entre la reprise de végétation aux premières pluies et la coupe) et la saison (saison des pluies, saison sèche fraîche, saison sèche chaude) ont une nette influence sur la valeur des fourrages consommés.

En savanes soudaniennes, les troupeaux de villages ont des déplacements limités et les besoins d'entretien de l'U. B. T. sont réduits à 0,43 U. F. et 24 g de M. A. D. par kg de matière sèche ingérée.

Saison des pluies.

Les espèces annuelles en cours de montaison assurent l'entretien des animaux mais leurs

TABLEAU 11
Pâturages de savane soudanienne

Fourrages	Temps de croissance	Nombre analyse	Matière sèche p.100	M.A.D. p.100 M.S.	Cellulose p.100 M.S.	Matière minérale p.100 M.S.	Valeur fourragère			Equivalent ration	
							U.F./kg	M.A.D. g/kg	M.A.D. U.F.	U.F.	M.A.D.
1. SAISON DES PLUIES											
<u>Espèces annuelles</u>											
<u>Sol exondé</u>											
<i>Andropogon pseudapricus</i> (montaison)	-	1	24,44	4,56	43,25	6,5	0,08	5,6	70	0,34	23
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	35	2	19,47	7,66	34,97	13,0	0,09	7,5	83	0,48	38
<i>Digitaria gayana</i> (montaison)	-	1	29,53	5,03	38,20	8,2	0,14	7,4	53	0,46	25
<i>Tephrosia bracteolata</i> (floraison)	-	1	31,65	12,91	28,00	4,8	0,24	27,9	116	0,76	88
<u>Sol inondable</u>											
<i>Paspalum orbiculare</i>	-	3	25,48	6,04	34,59	10,5	0,14	7,7	55	0,54	30
<u>Espèces vivaces</u>											
<u>Sol à horizon induré</u>											
<i>Schizachyrium sanguineum</i>	30	2	30,60	6,17	33,55	15,4	0,14	9,4	67	0,47	31
	58	3	33,37	4,09	34,13	14,0	0,16	6,8	43	0,49	20
<u>Sol profond exondé</u>											
<i>Andropogon gayanus</i>	45	2	22,67	8,68	37,16	8,5	0,11	10,9	99	0,48	48
	60	2	33,45	4,21	36,87	6,5	0,18	7,0	39	0,53	21
<i>Andropogon tectorum</i> (f. basales)	-	1	29,30	6,60	29,60	3,1	0,23	9,7	42	0,80	33
<u>Sol inondable</u>											
<i>Hyparrhenia rufa</i> (f. basales)	-	1	20,25	8,12	36,35	10,8	0,10	8,5	85	0,47	42
2. SAISON SECHE FRAICHE											
<u>Espèces annuelles</u>											
<u>Sol exondé</u>											
Débris de pailles et infrutescences	-	1	95,20	2,53	43,95	6,9	0,28	4,8	17	0,29	5
<u>Sol inondable</u>											
<i>Paspalum orbiculare</i>	40	1	27,25	8,57	29,50	15,5	0,16	12,8	80	0,60	47
<u>Espèces vivaces</u>											
<u>Sol à horizon induré</u>											
<i>Schizachyrium sanguineum</i>	50	3	53,44	4,36	35,17	12,9	0,25	11,6	46	0,48	22
<i>Loudetia simplex</i>	75	1	37,10	6,20	34,10	11,9	0,19	11,5	60	0,51	31
<u>Sol profond exondé</u>											
<i>Andropogon gayanus</i> -repousses et feuilles âgées	-	1	52,90	4,44	35,50	8,9	0,28	11,7	42	0,53	22
-repousses sur feux	-	1	50,00	7,12	26,80	11,2	0,37	17,8	48	0,75	36
-repousses sur coupe	30	2	32,32	7,90	32,62	7,6	0,21	12,8	61	0,64	40
	70	1	36,00	6,72	32,75	7,8	0,23	12,1	53	0,64	34

TABLEAU 11 (suite)

Fourrages	Temps de croissance	Nombre analyse	Matière sèche p.100	M.A.D. p.100 M.S.	Cellulose p.100 M.S.	Matière minérale p.100 M.S.	Valeur fourragère			Equivalent ration	
							U.F./kg	M.A.D. g/kg	M.A.D. U.F.	U.F.	M.A.D.
<i>Imperata cylindrica</i> (repousses)	-	3	32,85	7,21	40,24	5,7	0,14	11,8	84	0,44	36
<u>Sol inondable</u>											
<i>Hyparrhenia rufa</i>	-	1	46,90	2,44	34,25	15,9	0,21	0,6	3	0,45	1,2
<i>Andropogon schirensis</i> (feuilles basales)	-	2	40,67	3,37	39,98	7,8	0,16	2,7	17	0,39	6,6
<i>Setaria sphacelata</i>	-	1	27,10	7,38	38,75	10,0	0,11	10,0	91	0,41	37
<u>Mares temporaires</u>											
<i>Echinochloa crus-gallis</i> -feuilles basales	-	1	29,40	10,54	34,69	13,6	0,14	19,1	136	0,48	65
-inflorescences	-	1	23,10	10,39	29,00	8,2	0,17	14,8	87	0,74	64
<i>Leersia hexandra</i> (floraison)	-	1	42,75	6,27	32,85	10,1	0,25	13,4	54	0,58	31
3. SAISON SECHE CHAUDE											
<u>Espèces vivaces</u>											
<u>Sol profond exondé</u>											
<i>Andropogon gayanus</i>	40	1	44,50	5,00	32,75	10,8	0,26	11,1	43	0,58	25
	70	3	67,67	4,30	35,25	9,6	0,36	14,5	40	0,53	22
<u>Mares temporaires</u>											
<i>Leersia hexandra</i>	50	1	36,85	13,15	29,70	11,2	0,24	33,2	138	0,66	90
<u>Pâturage aérien</u>											
<u>Jeunes tiges feuillées</u>											
<i>Gardenia erubescens</i>	-	1	89,89	5,37	17,95	6,8	0,90	24,1	27	1,00	27
<i>Pterocarpus lucens</i>	-	1	54,14	10,60	20,80	8,3	0,50	35,7	71	0,93	66
<u>Jeunes folioles</u>											
<i>Daniellia oliveri</i>	-	1	26,50	14,57	12,80	5,3	0,26	27,8	107	0,97	105
<u>Jeunes tiges, fleurs et fruits</u>											
<i>Gutera senegalensis</i>	-	1	60,74	9,93	32,70	6,6	0,41	36,4	89	0,67	60
<u>Fruits</u>											
<i>Ptilostigma thonningii</i>	-	1	95,30	6,8	23,7	4,9	0,87	32,4	37	0,92	34
<i>Gmelina arborea</i> (5 p.100 de noyau)	-	1	18,92	5,04	11,15	6,5	0,21	4,8	23	1,12	25

repousses d'un mois autorisent un gain de poids et une faible production laitière.

Sur sol à inondation temporaire, *Paspalum orbiculare*, exploitable entre les périodes d'inondation, semble être la plante la plus intéressante.

Parmi les espèces vivaces, *Andropogon tectorum* est un fourrage riche et les repousses d'un mois à un mois et demi permettent gain de poids et production laitière.

Saison sèche fraîche (novembre à mars).

Pendant sa période de végétation, *Paspalum orbiculare* conserve sa valeur.

Parmi les espèces vivaces, celles des terrains gravillonnaires permettent l'entretien de l'animal

et celles des terrains inondables pourraient être déficientes en azote mais il y a insuffisance de données pour ces dernières.

Les plantes des mares temporaires constituent des fourrages d'appoint de qualité.

Les repousses d'*Andropogon gayanus* sont très riches mais leur rendement n'assure guère qu'une journée de pâture à l'hectare et par mois.

La consommation de cette espèce à l'état de réserve sur pied permettrait une charge d'un 1/2 animal à l'hectare tout en assurant son entretien.

Saison sèche chaude (mars à mai).

Les espèces de mares temporaires conservent leur valeur alors que les repousses d'*Andropogon*

TABLEAU 11 (fin)

Fourrages	Temps de crois-sance	Nombre analyse	Matière sèche p.100	M.A.D. p.100 M.S.	Cellulose p.100 M.S.	Matière minérale p.100 M.S.	Valeur fourragère			Equivalent ration	
							U.F. kg	M.A.D. g/kg	M.A.D. U.F.	U.F.	M.A.D.
PLANTES CULTIVEES											
4. SAISON DES PLUIES											
<u>Sol exondé</u>											
<i>Digitaria unifoloi</i>	10	10	15,97	12,07	31,77	15,9	0,08	12,8	160	0,52	80
	40	3	22,24	11,00	30,81	11,2	0,14	15,6	111	0,64	70
	75	4	22,32	5,21	39,09	10,7	0,08	5,8	73	0,37	26
	125	6	29,02	3,61	34,76	14,5	0,13	5,2	40	0,45	18
<i>Stylosanthes gracilis</i>	60	2	24,29	12,86	26,60	10,0	0,17	21,4	126	0,72	88
5. SAISON SECHE FRAICHE											
<u>Repousses</u>											
<u>Sol exondé</u>											
<i>Digitaria unifoloi</i>	10	1	26,41	11,30	30,73	15,7	0,15	19,3	129	0,56	73
<i>Stylosanthes gracilis</i>	30	2	28,17	16,46	23,00	11,0	0,21	34,9	166	0,76	124
<u>Réserves sur pied</u>											
<u>Sol exondé</u>											
<i>Digitaria unifoloi</i>	180	5	43,01	3,54	36,38	15,1	0,17	7,6	45	0,39	18
	225	4	72,33	2,67	35,75	13,9	0,31	3,8	12	0,43	5,3
	260	3	87,61	1,97	36,43	14,6	0,35	0,9	3	0,39	1
<i>Stylosanthes gracilis</i>	130	2	44,97	10,72	32,07	6,0	0,30	29,7	99	0,66	66
<u>Plantes hautes tiges pour fourrage vert</u>											
<i>Pennisetum à collet rouge</i>	-	5	23,34	5,05	34,39	2,6	0,16	5,9	37	0,68	25
<i>Mucuna atterrina</i>	-	1	19,95	16,16	27,95	6,2	0,15	24,1	161	0,74	121
<u>Sol inondable</u>											
<i>Brachiaria mutica</i> (herbe de Para)	45	3	21,75	8,94	36,28	12,1	0,10	10,9	109	0,45	50
<i>Eueraria phaseoloides</i> = Kudzu (jeunes tiges feuillées)	-	2	25,55	13,94	24,35	12,2	0,18	25,0	139	0,72	98

gayanus n'assurent plus que l'entretien de l'animal

Avec l'élévation du degré hygrométrique de l'air, la sortie des jeunes tiges et feuilles d'arbustes assure un aliment d'appoint appréciable à cette période de l'année.

c) Amélioration de l'exploitation des parcours.

Adapter les techniques d'exploitation aux conditions économiques locales pour rentabiliser l'élevage, oblige à proscrire dans l'immédiat les moyens mécaniques d'entretien des parcours (grobroyeur, débroussaileur), et limite les procédés onéreux de mise en réserve (foin, ensilage).

L'utilisation traditionnelle des parcours semble en définitive une technique très judicieuse méritant

l'attention des spécialistes pour l'améliorer sans la mutiler :

Rythme de pâture :

Pâture continue de saison des pluies sur sol exondé avec une charge d' $1/2$ U. B. T. à l'hectare.

Pâture semi-continue de saison sèche sur sol inondable avec une charge d' $1/4$ U. B. T. à l'hectare et passage itinérant sur sol exondé.

Feux :

Suppression des feux dans la mesure du possible afin que le bétail puisse consommer progressivement le stock de pailles et de repousses tout au long de la saison sèche (photo 2), les

parcours étant débarrassés des refus par des feux différés de début des pluies.

Cependant les animaux ne consommeront les vieilles repousses que dans la mesure où ils n'auront pas goûté aux jeunes pousses après feux précoces. Dans ce dernier cas, ils les refusent et la mise à feu générale devient une nécessité.

Débroussement :

Débroussement sélectif des parcours sur sol exondé, les espèces inutilisées étant recépées au collet et les espèces consommées rabattues à un mètre du sol.

Les espèces les plus recherchées (*Guiera*, *Daniellia*) sont multipliées par le bétail et deviennent envahissantes.

Leur recépage en fin des pluies favorisera les repousses appréciées tout en dégagant le sol pour maintenir le couvert herbacé. Les porte-graines de *Daniellia* doivent être détruits pour éviter la prolifération dangereuse de cette espèce.

Coexistence agriculture-élevage :

Pour éviter l'intrusion des troupeaux dans les cultures, les terroirs de villages seront divisés en zone pastorale et zone agricole, cette dernière pouvant être exploitée en « Ley-Farming », des parcelles étant retirées de la rotation culturale pour constituer des prairies permanentes et les jachères pourront aussi être aménagées en jachères fourragères.

d) Plantes fourragères cultivées.

Sol exondé :

En saison des pluies, un temps de croissance d'un mois à un mois 1/2 pour les graminées basses et de 2 mois pour *Stylosanthes* fournissent le meilleur fourrage.

En saison sèche fraîche, *Digitaria* « *umfolozi* » fournit encore des repousses intéressantes et *Stylosanthes* d'excellentes repousses.

La conservation de la production sur pied permet sans travaux supplémentaires, d'assurer avec *Digitaria*, l'entretien du bétail jusqu'en décembre et l'apport d'énergie en saison chaude. Avec *Stylosanthes*, le complément azoté est largement assuré et la réserve sur pied d'un pâturage constitué de ces plantes associées, permettraient l'entretien du troupeau jusqu'en saison chaude.

Si la distribution en vert de tiges de *Pennisetum* (photo 3) n'assure que l'entretien, le mélange *Mucuna-Pennisetum* constituerait un fourrage riche susceptible d'assurer la nourriture de bœufs de travail.

tum (photo 3) n'assure que l'entretien, le mélange *Mucuna-Pennisetum* constituerait un fourrage riche susceptible d'assurer la nourriture de bœufs de travail.

Sol inondable :

Les repousses d'herbe de para (*Brachiaria mutica*) n'assureraient que l'entretien du bétail, alors que les jeunes tiges feuillées de Kudzu (*Pueraria phaseoloïdes*) sont excellentes.

Utilisation possible.

Sur les prairies artificielles permanentes de sol exondé et pâturées en saison des pluies, l'association graminée-légumineuse ne semble pas favorable, un rythme de pâture d'un mois pour *Digitaria* et de deux mois pour *Stylosanthes* assurant une ration optimale.

Cette association serait, en revanche, à préconiser sur jachère fourragère où la production pourrait être aisément conservée en réserve sur pied et pâturée par le bétail après l'enlèvement des récoltes.

Sur sol inondable, les zones peu ou accidentellement recouvertes par l'eau (bords de cuvettes) sont impropres à l'installation des rizières et seraient avantageusement aménagées en Kudzu pâturable après la récolte du riz. Les rizières envahies par les Cyperacées et les riz sauvages pourraient être mises hors culture pendant quelques années et complantées en herbe de para (photo 4) pâturée également après la récolte du riz. Lorsque ces rizières présentent un faible niveau d'inondation, l'association boutures d'herbe de para et boutures d'extrémités non aoûtées de tiges de *Stylosanthes* serait bénéfique à l'entretien du bétail en saison sèche.

B₂. — Savanes préforestières et d'altitude.

Les strates ligneuses de ces savanes sont clairsemées, pauvres en espèces et le tapis herbacé varie selon que le sol est profond ou présente un horizon concrétionné affleurant ou subaffleurant.

Loudetia kagerensis domine sur sol gravillonnaire en surface ; *Hyparrhenia chrysargyrea*, *Loudetia arundinacea* et *Panicum phragmitoides* constituent la base du pâturage sur sol à horizon gravillonnaire peu profond.

Hyparrhenia diplandra domine sur sol argilo-sableux peu perméable et se trouve remplacé par *Andropogon macrophyllus* sur sol profond

mieux drainé. Sur ces sols profonds, *Andropogon tectorum* et *Beckeropsis uniseta* se localisent aux stations ombragées.

a) *Exploitation de la végétation.*

En région d'altitude, l'absence de *trypanosomiase*, favorise l'élevage du zébu et les troupeaux transhument vers le bas pays en saison sèche.

En région préforestière proprement dite, l'élevage des taurins est peu développé. Les troupeaux de village sont rares et un effort particulier est porté sur la création de « ranches » de production.

b) *Potentiel fourrager (tableau 12).*

Références : 3-4-5-12.

Les déplacements journaliers des troupeaux sont toujours limités et les besoins d'entretien de l'U. B. T. sont réduits à 0,43 U. F. et 24 g de M. A. D. par kg de matière sèche ingérée, tant en saison des pluies et en petite saison sèche qui ne modifie guère la croissance des plantes fourrages, qu'en grande saison sèche qui dure de 2 à 4 mois selon les régions.

Saison des pluies et petite saison sèche.

Quel que soit le temps de croissance des repousses, les graminées vivaces assurent toujours l'entretien du bétail sur sol peu profond. Un temps de croissance d'un mois assure le meilleur gain de poids et la meilleure production laitière avec une charge possible de 2 U. B. T./ha.

Sur sol profond, la ration d'entretien est toujours satisfaite et le temps de croissance d'un mois environ est le plus favorable, alliant meilleur rendement et valeur fourragère optimale, avec une charge possible de 2 U. B. T./ha.

Un temps de croissance de 3 semaines serait toutefois préférable pour *Hyparrhenia diplandra* et la pâture continue risque de favoriser cette espèce au détriment des autres.

Saison sèche.

La repousse des graminées vivaces n'est importante que pendant les deux premiers mois de saison sèche et un feu de pleine saison sèche ne produit qu'une repousse négligeable.

En début de saison sèche la repousse d'un mois présente une valeur excellente. Les jeunes repousses assurent un gain de poids et la produc-

tion du lait. Au bout de 2 mois de saison sèche l'entretien est encore, ou assuré, ou largement satisfait.

Le fourrage produit se conserve ensuite au cours de la saison sèche, avec une augmentation progressive du taux de matière sèche, une diminution des matières azotées et une constance du taux de cellulose.

Au 4^e mois de saison sèche, les besoins en énergie sont seuls couverts mais les jeunes pousses et folioles de *Daniellia oliveri* sur sol gravillonnaire et d'*Albizia zygia* sur sol profond peuvent apporter un appoint très satisfaisant en matières azotées.

Les pousses basilaires de saison des pluies, telles que celles d'*Hyparrhenia chrysargyrea* constituent un fourrage non négligeable assurant l'entretien de l'U. B. T.

Grâce à la forte humidité atmosphérique de cette zone climatique, les feux précoces ont la particularité de permettre la germination de graminées annuelles comme *Hyparrhenia confinis*, avec une production de 800 kg de matière sèche consommable tout au long de la saison sèche.

La production des repousses de début de saison sèche est de 60 rations environ et comparable sur sol profond et sur sol gravillonnaire.

La charge possible est donc fonction de la longueur de la saison sèche et pourra être d'1/2 U. B. T./ha pour une saison sèche de 4 mois.

Une pâture continue des parcours est préférable car elle assure un certain regain dont la valeur fourragère est excellente.

c) *Amélioration de l'exploitation des parcours.*

● *Charges et rythmes d'exploitation.*

2 types d'exploitation peuvent être proposés. Si les troupeaux sont peu importants par rapport à la surface de savanes laissée libre par suite du nombre restreint d'agriculteurs, la *transhumance* précédée de feux précoces est la technique la plus valable.

En saison des pluies, une charge de 2 U. B. T./ha peut être envisagée à la condition d'exécuter au minimum une rotation grossière sur 2 ensembles de parcours, les animaux pâturant un mois sur l'un, un mois sur l'autre. Le nettoyage des parcours est réalisé par un feu différé de début des pluies tous les 2 ans, soit la moitié chaque

TABLEAU 12

Pâturages de savane préforestière et d'altitude

Fourrages	Temps de croissance	Nombre analyse	Rendement t/ha	Matière sèche p.100	M.A.D. p.100 M.S.	Cellulose p.100 M.S.	Matière minérale p.100 M.S.	Valeur fourragère			Equivalent ration	
								U.F./kg	M.A.D. g/kg	M.A.D. U.F.	U.F.	M.A.D.
1. SAISON DES PLUIES ET PETITE SAISON SECHE												
<u>Sol gravillonnaire</u>												
<i>Loudetia kagerensis</i>	90	2	4	36,92	4,30	40,74	5,1	0,16	7,9	49	0,43	22
<i>Hyparrhenia chrysargyrea</i>	35	2	1,5	30,85	6,69	35,35	6,8	0,18	10,3	57	0,58	33
	80	2	2,5	38,07	5,15	35,10	5,7	0,23	9,8	43	0,60	26
<i>Loudetia arundinacea</i>	30	4	-	31,50	5,63	34,36	13,2	0,15	8,9	59	0,49	28
	35	9	-	35,39	4,47	33,97	12,3	0,18	7,9	44	0,51	22
<i>Panicum phragmitoides</i>	court	2	-	21,50	17,90	30,55	9,6	0,14	29,0	207	0,67	135
	long	3	-	28,33	8,36	35,02	5,7	0,17	12,5	74	0,61	44
<u>Sol profond</u>												
<i>Hyparrhenia diplandra</i>	19	5	1	28,07	8,14	36,37	6,9	0,15	11,8	79	0,54	42
	34	4	1,5	27,69	7,84	36,71	7,0	0,14	10,9	78	0,52	39
	64	9	3	31,00	5,75	38,20	6,4	0,15	8,9	59	0,49	29
	85	1	3,5	40,20	4,39	39,70	4,7	0,19	8,8	46	0,48	22
<i>Andropogon tectorum</i>	-	1	-	24,50	9,80	38,37	5,7	0,12	14,5	120	0,50	59
- f. basilaires	-	1	-	24,50	9,80	38,37	5,7	0,12	14,5	120	0,50	59
- f. basilaires/montaison	-	2	-	31,05	5,65	39,54	7,0	0,14	8,8	63	0,44	28
<i>Beckeropsis unisetata</i>	25	2	0,5	21,15	13,73	30,15	13,9	0,13	20,1	155	0,61	95
<i>Andropogon macrophyllus</i>	14	2	0,5	26,80	11,32	32,95	7,8	0,17	19,6	115	0,62	73
	21	6	1	26,29	10,51	32,34	7,7	0,17	17,1	100	0,65	65
	35	5	2	27,81	9,18	32,49	7,9	0,18	14,7	82	0,64	53
	65	12	4	30,8	6,37	36,39	6,9	0,16	9,6	60	0,54	32
<u>Faciès évolutifs</u>												
<i>Pennisetum polystachyon</i>	-	1	-	41,00	7,32	33,90	10,0	0,23	15,0	65	0,56	37
<i>Brachiaria brizantha</i> - <i>Setaria anceps</i>	-	5	-	23,34	9,00	33,76	11,4	0,13	11,9	92	0,54	51
2. SAISON SECHE												
<u>Sol gravillonnaire</u>												
<i>Loudetia kagerensis</i>	30	3	1	27,50	8,80	36,85	6,7	0,15	13,5	90	0,53	49
	60	5	1	42,18	5,68	34,12	6,5	0,26	12,2	47	0,61	29
<i>Hyparrhenia chrysargyrea</i>												
- repousses	50	1	2	32,60	7,31	33,85	6,8	0,20	11,9	60	0,62	37
- f. basales												
(réserve /piéd)	-	1	3	41,40	3,81	36,60	7,5	0,21	7,9	38	0,51	19
<i>Loudetia arundinacea</i>	35	3	0,5	27,63	9,20	34,74	8,6	0,15	14,6	97	0,56	53
	60	8	-	51,02	4,40	34,79	11,0	0,26	11,2	43	0,52	22
<i>Panicum phragmitoides</i>	40	4	-	34,46	7,42	35,91	6,0	0,20	12,8	64	0,57	37
<u>Sol profond</u>												
<i>Hyparrhenia diplandra</i>	40	2	1	27,81	8,42	36,00	7,3	0,15	12,5	83	0,55	45
	65	2	1	39,77	5,58	35,15	6,2	0,23	11,1	48	0,59	28
<i>Andropogon tectorum</i>	50	2	2	25,55	8,41	35,82	7,8	0,14	11,5	82	0,55	45
	115	2	1,5	53,27	3,56	35,67	5,3	0,31	9,5	31	0,59	18

TABLEAU 12 (suite)

Fourrages	Temps de crois- sance	Nombre analyse	Rende- ment t/ha	Matière sèche p.100	M.A.D. p.100 M.S.	Cellu- lose p.100 M.S.	Matière minérale p.100 M.S.	Valeur fourragère			Equivalent ration	
								U.F. /kg	M.A.D. g/kg	M.A.D. U.F.	U.F.	M.A.D.
<u>Faciès évolutifs</u>												
<i>Hyparrhenia confinis</i> (levée sur feu)	50 110	2 1	3 -	27,12 60,65	6,37 3,03	37,90 38,25	7,9 6,0	0,14 0,30	8,6 3,6	61 12	0,50 0,50	32 6
<i>Brachiaria brisantha</i> - <i>Setaria anceps</i>	40 60	2 1	1 1	25,80 45,60	9,16 6,24	30,60 33,60	8,7 9,4	0,17 0,27	13,5 14,2	79 53	0,68 0,59	53 31
<i>Pennisetum purpureum</i> (repousses)	-	3	-	18,90	9,98	34,57	14,5	0,09	11,3	125	0,47	60
<i>Paspalum orbiculare</i> - <i>Eleusine indica</i>	30	1	2	29,90	9,54	35,55	6,8	0,17	16,9	100	0,57	56
<u>Pâturage aérien</u> (jeunes tiges et folioles)												
<i>Albizia zygia</i>	-	1	-	26,60	33,36	18,80	4,0	0,24	77,1	320	0,90	290
<i>Daniellia oliveri</i>	-	1	-	26,50	14,57	12,80	5,3	0,26	27,8	107	0,97	105
<u>PLANTES CULTIVEES</u>												
1. SAISON DES PLUIES												
<u>Légumineuses</u>												
<i>Glycine javanica</i>	-	1	-	26,00	10,90	29,10	8,3	0,18	17,7	98	0,69	68
<i>Centrosema pubescens</i>	80	2	-	24,60	18,22	30,55	7,0	0,17	34,7	200	0,68	141
<i>Stylosanthes gracilis</i>	80 110	10 3	- -	22,64 29,51	14,56 12,35	28,60 30,68	9,7 8,5	0,15 0,19	23,7 24,3	158 128	0,68 0,65	104 82
<u>Graminées basses</u>												
<i>Chloris gayana</i>	30 50	3 5	- -	29,63 21,56	11,04 7,45	33,98 39,75	8,1 9,6	0,18 0,08	20,7 8,0	115 100	0,60 0,39	70 37
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	90	5	-	26,61	4,25	32,09	7,6	0,17	5,6	33	0,66	21
<i>Melinis minutiflora</i>	75	6	-	33,01	5,50	38,48	8,5	0,15	9,1	60	0,44	28
<i>Cynodon plectostachyus</i> (star grass)	40 70 110	3 2 9	- - -	25,24 30,32 37,08	9,55 5,86 6,08	37,38 38,17 35,80	9,6 7,7 7,5	0,12 0,14 0,20	14,3 8,9 11,3	119 64 57	0,46 0,47 0,55	56 29 30
<i>Setaria sphacelata</i>	40 60	4 1	- -	16,53 29,00	8,45 4,30	33,92 32,25	11,0 8,4	0,09 0,19	7,6 6,2	84 33	0,55 0,64	46 22
<u>Graminées hautes</u>												
<i>Andropogon gayanus</i>	75 95	13 9	- -	22,58 27,87	7,20 6,96	36,53 37,23	9,0 8,4	0,11 0,13	8,1 9,7	74 75	0,50 0,48	36 35
<i>Panicum maximum</i>	25 35 75 110	1 6 7 3	- - - -	14,13 22,81 24,42 33,38	11,58 8,55 6,05 5,30	33,25 37,04 37,66 35,88	17,2 13,1 12,3 10,4	0,06 0,09 0,10 0,16	10,7 10,6 7,4 8,8	178 118 74 55	0,46 0,41 0,40 0,49	76 46 30 27
2. SAISON SECHE												
<u>Légumineuses</u>												
<i>Glycine javanica</i>	-	1	-	44,35	8,87	28,40	8,4	0,31	21,3	69	0,70	48
<i>Centrosema pubescens</i>	110	1	-	30,75	17,53	27,60	7,4	0,22	41,2	187	0,73	134
<i>Stylosanthes gracilis</i>	65 130	3 2	- -	35,32 44,97	14,13 10,72	26,00 32,07	8,8 6,0	0,26 0,30	35,3 29,7	135 99	0,75 0,66	100 66

TABLEAU 12 (fin)

Fourrages	Temps de croissance	Nombre analysé	Rendement t/ha	Matière sèche p.100	M.A.D. p.100 M.S.	Cellulose p.100 M.S.	Matière minérale p.100 M.S.	Valeur fourragère			Equivalent ration	
								U.F. /kg	M.A.D. g/kg	M.A.D. U.F.	U.F.	M.A.D.
Graminées basses												
<i>Chloris gayana</i>	60	4	-	27,03	8,89	36,91	7,8	0,14	13,5	96	0,51	50
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	120	1	-	50,30	3,72	30,60	9,2	0,34	9,4	28	0,67	19
<i>Melinis minutiflora</i>	65	5	-	35,60	4,86	38,54	7,2	0,17	8,7	51	0,46	24
	40	1	-	45,50	3,94	34,00	8,3	0,27	9,0	33	0,59	20
<i>Cynodon plectostachyus</i>	55	2	-	32,05	7,36	38,62	7,5	0,15	11,8	79	0,46	37
	65	3	-	45,11	5,71	34,98	6,9	0,26	12,9	50	0,59	29
<i>Setaria sphacelata</i>	55	1	-	27,30	9,37	28,85	12,8	0,18	15,0	83	0,66	55
Graminées hautes												
<i>Andropogon gayanus</i>	90	9	-	36,16	6,29	32,20	8,3	0,23	11,4	50	0,64	31
<i>Panicum maximum</i>	65	5	-	37,19	5,34	35,50	9,7	0,19	9,9	52	0,52	27
Plante haute tige (Fourrage vert)												
<i>Tripsacum daniellii</i> (Guatemala grass)	150	3	-	28,36	4,34	34,10	7,6	0,17	6,2	36	0,60	22

année, la partie non brûlée étant remise la 1^{re} en exploitation.

En saison sèche, les feux seront allumés 15 jours à 3 semaines après les dernières pluies et les troupeaux seront introduits sur les terrains de transhumance 3 semaines plus tard. La surface à préparer est d'environ 1 ha par U. B. T. et par mois de saison sèche, et l'exploitation se fera en pâture continue.

La charge globale est alors de 4,5 ha par U. B. T. pour une zone à 4 mois de saison sèche.

Si les surfaces sont restreintes et la transhumance difficilement réalisable, la zone de parcours peut être subdivisée en 3 parcelles A, B, C, la charge globale étant de 1,5 ha par U. B. T. 2 parcelles A et B sont exploitées en saison des pluies avec rotation du troupeau chaque mois et une charge saisonnière d'1 U. B. T./ha.

Cette rotation est maintenue en saison sèche alors qu'une 3^e parcelle C est brûlée 3 semaines après les pluies et ne sera mise en pâture qu'au 3^e mois de saison sèche.

A la reprise des pluies, la parcelle A est remise en exploitation pendant que B subit un feu différé, puis A est retirée de la rotation au profit de C et sera à son tour brûlée en début de saison sèche.

Cette technique a pour inconvénient le brûlis d'une parcelle par feu précoce où de jeunes pousses sont tentantes et pour le bétail et pour les bergers qui sont plus soucieux de l'appétibilité

du moment que d'assurer la soudure de fin de saison sèche.

La technique du feu de contre-saison (photos 5 et 6) appliquée au cours de la petite saison sèche est plus judicieuse mais nécessite une maîtrise absolue des feux courants de pleine saison sèche :

La parcelle C, n'ayant pas brûlé en saison sèche et présentant des refus importants sera brûlée au cours de la petite saison sèche.

A et B sont exploitées comme précédemment jusqu'au stade montaison avancé du tapis graminéen.

C est alors soumise à la pâture pendant 1 mois, B durant un mois, et les 3 parcelles seront livrées à la pâture continue pendant la saison sèche.

En début des pluies, la pâture commence sur C, pendant que B subit un feu différé et A est mise en différé avec tous ses refus qui alimenteront le feu de contre-saison.

● Aménagement des parcours.

Les pâturages préforestiers ont une productivité supérieure et plus uniforme que celle des pâturages soudaniens, mais leur résistance à la pâture est généralement plus faible.

Hyparrhenia chrysargyrea sur sol gravillonnaire et *Andropogon macrophyllus* sur sol profond présentent un mauvais enracinement et sont arrachés au broutage.

Un surpâturage aura donc pour effet de dénuder rapidement le sol avec entraînement subséquent des éléments fins et damage des sols argileux.

La dénudation du sol favorise également la germination des espèces pionnières de forêt dans les stations ombragées (photo 7) et *Horungana madagascariensis*, en particulier, peut se multiplier rapidement et transformer la savane en hallier improductif (photo 8).

L'évolution du couvert ligneux doit être suivie avec attention bien que la mise en différé périodique des parcours suivie de feu, devrait normalement assurer l'équilibre entre strates herbacées et strates ligneuses.

Le débroussement sélectif des parcours devrait également contribuer à la lutte contre les espèces envahissantes en réduisant les surfaces ombragées. Il y a cependant lieu de conserver les espèces ligneuses très utiles comme fourrages d'appoint de pleine saison sèche.

Daniellia oliveri (avec élimination des portegraines).

Albizia zygia.

Nauclea latifolia.

Hymenocardia acida.

Ficus capensis.

Piliostigma thonningii.

Une diminution du couvert herbacé pourra être l'occasion d'un enrichissement du parcours en début des pluies par semis de *Stylosanthes gracilis* à 3 kg de semences à l'hectare précédé d'un griffage du sol aux disques ou au rouleau à lames, type « Marden ».

d) Pâturages artificiels — Plantes fourragères.

Les conditions agro-climatiques des savanes préforestières et d'altitude sont assez favorables à l'élevage d'animaux améliorés, qui rentabiliseraient une production intensive de fourrages avec leur grande productivité en viande et en lait.

En saison des pluies, le fourrage produit par les 3 légumineuses est toujours riche et le temps de croissance le plus favorable est de 2 mois et demi.

Pour les graminées, le temps de croissance d'un mois et demi donne le fourrage le plus nutritif. Après 4 mois, il y a pour *Cynodon plectostachyus* et *Panicum maximum*, une production de pousses de 2^e génération et la valeur broma-

tologique devient supérieure à celle obtenue au bout de 40 jours.

En saison sèche, les légumineuses conservent leur valeur, même après 4 mois de végétation. Les graminées assurent une production de viande et de lait après 2 mois de croissance mais *Melinis minutiflora* ne satisferait que les besoins d'entretien. Les repousses de saison sèche d'*Andropogon gayanus* conservent encore toute leur valeur au bout de 3 mois, d'où l'intérêt de cette plante pour assurer la pâture en fin de saison sèche.

Enfin, *Tripsacum laxum* conservé sur pied pendant 5 mois, peut encore assurer l'entretien de l'U. B. T. ce qui est très intéressant pour l'affouragement à l'auge de bétail amélioré.

L'évolution de la valeur fourragère en fonction de l'âge des repousses permet d'envisager l'installation de chaînes de pâture pour les établissements d'élevage d'animaux améliorés, selon les principes suivants :

— éviter l'association graminées-légumineuses, les rythmes optimaux de croissance n'étant pas concordants,

— pâture des légumineuses avec un rythme de 2 mois et plus soit moitié de la saison des pluies, fin de saisons des pluies, fin de saison sèche,

— pâture des graminées basses avec un rythme voisin d'un mois en saison des pluies et de 2 mois en début de saison sèche,

— pâture d'*Andropogon gayanus* avec un rythme de 3 mois toute l'année,

— pâture de *Cynodon plectostachyus* avec un rythme de 4 mois en saison des pluies et de 2 mois en saison sèche,

— réserve de foin, d'ensilage et de fourrage à distribuer en vert pour la pleine saison sèche.

Pour une saison des pluies de 7 mois s'étalant d'avril à octobre, une chaîne de pâture basée sur une charge annuelle de 1 U. B. T./ha, pourrait être envisagée avec les espèces suivantes :

— graminées basses :

Cynodon plectostachyus : 1/5 de la surface.

Setaria sphacelata : 3/10 de la surface.

— graminée haute :

Andropogon gayanus : 1/5 de la surface.

— légumineuse :

Stylosanthes gracilis : 1/5 de la surface.

TABLEAU 13

Chaîne de pâturage et rythme d'exploitation

Mois	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
Saison des pluies	—————												
<u>Exploitation</u>													
<i>Setaria sphacelata</i>													
<i>Cynodon plectostachyus</i>													
<i>Andropogon gayanus</i>							foin						
<i>Stylosanthes gracilis</i>													
<i>Tripsacum laxum</i>							ensilage				coupe en vert		
<u>Complément</u>													
Foin													
Ensilage													
<i>Tripsacum</i> en vert													

— graminée haute tige pour ensilage de septembre et fourrage vert de pleine saison sèche :

Tripsacum laxum : 1/10 de la surface, cette espèce pourrait être remplacée en région à saison sèche très marquée par l'hybride « *Pennisetum à collet rouge* ».

CONCLUSION

Les taux de matière sèche, de matières azotées brutes, de cellulose et de cendres constituent les éléments de calcul de la valeur bromatologique des fourrages.

Ce calcul peut être réalisé en affectant au fourrage analysé les coefficients de digestibilité d'un fourrage voisin botaniquement et ayant des taux de matière sèche, de matières azotées brutes et de cellulose comparables. Les analyses de fourrages et leurs coefficients de digestibilité peuvent être extraits des tables de KELLNER (39) ou des tables de SCHNEIDER (12).

A partir de résultats expérimentaux, les tables hollandaises (28) donnent directement la valeur bromatologique d'un kg de matière sèche de fourrage en fonction du taux de cellulose et de cendres pour la valeur énergétique et en fonction du taux de matières azotées brutes pour les matières azotées digestibles.

Pour une série d'analyses d'une plante dont la composition varie progressivement en fonction du temps de croissance, l'utilisation des tables hollandaises est à la fois rapide et évite l'évolu-

tion de la valeur bromatologique en dents de scie dues aux changements successifs d'éléments de référence.

Par analogie à l'unité gros bétail (U. G. B.) des pays tempérés, un animal de référence de 250 kg pour les pays tropicaux peut être adopté comme Unité-Bétail tropical (U. B. T.).

La consommation journalière théorique étant évaluée à 2,5 kg de matière sèche pour 100 kg de poids vif, les besoins de l'U. B. T. sont rapportés au kg de matière sèche ingérée sous le nom d'Equivalent-Ration exprimé en unité fourragère et matière azotée digestible.

La lecture directe des tables hollandaises fournit la valeur Equivalent-Ration du kg de matière sèche de l'aliment. Cette valeur peut être comparée aux besoins théoriques de l'Unité Bétail Tropical et servir à la classification immédiate des fourrages en fonction de leur valeur bromatologique.

Cette classification pourra ultérieurement servir à l'établissement d'une échelle de valeur relative des fourrages comparables à celle de Vries (24) reprise par Delpéch (17) pour les fourrages des pays tempérés. La cotation de la valeur d'une espèce associée à la proportion relative de cette espèce, soit en poids (38), soit en présence (16) permettrait d'affecter à chaque pâturage une note sur 100, les possibilités de charge ayant été appréciées expérimentalement.

Le dépouillement de plus de 500 analyses bromatologiques de plantes fourragères tropicales, a mis en évidence :



1. — Consommation, sur steppe, de jeunes fruits d'*Acacia seyal* Del. par les zébus, en saison sèche et fraîche.



2. — Consommation de jeunes pousses sur nœuds, d'*Hyparrhenia diplandra* (Hack.) Stapf, non brûlé en saison sèche.



3. — Réserve sur pied pour saison sèche de *Pennisetum* hybride « à collet rouge ». Les extrémités des tiges sont distribuées à l'auge et les cannes tronçonnées à 3 yeux, serviront de boutures en début des pluies.



4. — Pâturage artificiel à *Bracharia mutica* (Forsk.) Stapf « herbe de Para » sur bas-fond pâturable en saison sèche.



5. — Dans une savane préforestière sur sol profond, à *Andropogon macrophyllus* Stapf, feu de contre-saison alimenté par les pailles de l'année précédente.



6. — Repousses après feu de contre-saison, restes de chaumes non calcinés et défoliation des arbustes. Le pâturage sera exploitable en début de saison sèche.



7. — Plantule d'*Harungana madagascariensis* Lam. ex Poir., installée à l'ombre d'*Annona arenaria* Thonn., après diminution du couvert herbacé à la suite du pâturage.



8. — Halier d'*Harungana* quelques années plus tard.

— l'importance des pâturages aériens comme complément de la ration en matières azotées digestibles au cours de la saison sèche tant sur steppes que sur savanes,

— l'importance périodique des espèces d'appoint pour assurer la nourriture du bétail sur steppes,

— le nombre limité d'espèces assurant une ration d'entretien pendant une longue période sur steppes,

— l'importance du temps de croissance pour les espèces vivaces de savanes, la valeur bromatologique des repousses dépendant plus de ce facteur que de la date de récolte.

SUMMARY

Practical use of fodder analysis to assess the value of tropical pastures

Percentages of dry matter, crude nitrogen content, cellulose and ashes constitute the bases of the bromatologic value determination of the fodder. From experimental results, the Dutch tables give directly the bromatologic value of one kilogramme of fodder dry matter according to the cellulose and ashes percentages to respect with the energetic value, and according to the crude nitrogen rate to respect with the digestible nitrogen.

On the analogy of livestock unit (U. G. B.) of the temperate countries, a reference animal of 250 kg can be taken as livestock unit in tropical countries (U. B. T.). The theoretical daily consumption has been estimated at 2.5 kg of dry matter per 100 kg of live weight, and the needs of U. B. T. are referred to the kilogram of ingested dry matter under the name of « Equivalent-ration » expressed in fodder unit and digestible nitrogen.

The analysis of more than 500 feeding values of tropical fodder plants showed :

— The importance of woody pastures as feeding complement in digestible nitrogen during the dry season in the steppe as well as in the savannah.

— The periodical importance of some make up species in order to secure the feeding of cattle in the steppe.

— The limited number of species which are able to secure the maintenance requirements during a long period in the steppe.

— The importance of the time of growth of the perennial species in savannah, since the feeding value of the innovations depends more on this factor than on the time of harvesting.

RESUMEN

Utilización práctica de los análisis forrajeros para la valoración de los pastos tropicales

Los contenidos en materias secas, en materias nitrogenadas brutas, en fibra bruta y en cenizas constituyen los elementos de cálculo del valor bromatológico de los forrajes. A partir de los resultados experimentales, las tablas holandesas directamente dan el valor bromatológico de un kg de materias secas de forraje según el contenido de fibra y de cenizas en lo concerniente el valor energético y según el contenido de materias nitrogenadas brutas en lo concerniente las materias nitrogenadas digestibles. Refiriéndose a la unidad ganadera U. G. B. de los países templados, se puede adoptar como unidad ganadera tropical U. B. T. un animal de referencia de 250 kg en los países tropicales. Siendo evaluado el consumo diario teórico a 2,5 kg de materia seca para 100 kg de peso vivo, se relacionan con un kg de materia seca ingerida las necesidades del U. B. T. llamadas « equivalent-ration », expresado en unidad forrajera y materia nitrogenada digestible.

El examen de más de 500 análisis bromatológicas de plantas forrajeras tropicales mostrará :

— la importancia de los pastos aéreos empleados como aditivos de materias nitrogenadas digestibles en la ración durante la estación seca en estepa tan como en sabanas.

— la importancia periódica de las especies complementarias para asegurar la alimentación del ganado en la estepa.

— el número limitado de las especies constituyendo la ración de mantenimiento durante un largo tiempo en la estepa.

— la importancia del tiempo de crecimiento de las especies vivaces de sabana, el valor bromatológico de las nuevas brotas dependiendo más de este factor que de la fecha de cosecha.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUBREVILLE (A.). — **Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale.** Paris, Scé Editions Geog. marit. et col. 1949.
2. AUDRU (J.). — **Etude des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le Delta du Sénégal (République du Sénégal).** I. E. M. V. T. Etude agrostologique n° 15. Miméogr., 1966 : 359, 1 c.
3. AUDRU (J.). — **Ensembles pastoraux du Logone et du Moyen Chari (République du Tchad).** I. E. M. V. T. Etude agrostologique n° 16. Miméogr., 1966, 1 c.
4. AUDRU (J.), BOUDET (G.). — **Pâturages de la zone Sud de la République Centrafricaine.** I. E. M. V. T. Etude agrostologique n° 8. Miméogr., 1964 : 213, 1 c.
5. BILLE (J. C.). — **Pâturages du Secteur occidental d'élevage de la République Centrafricaine.** I. E. M. V. T. Etude agrostologique n° 9. Miméogr. 1964 : 286, 2 c.
6. BOUDET (G.). — **Etude agrostologique du ranch de Sipilou (République de Côte-d'Ivoire).** I. E. M. V. T. Etude agrostologique n° 14. Miméogr., 1966 : 150, 1 c.
7. BOUDET (G.), BAYENS (F.). — **Une méthode d'étude et de cartographie des pâturages tropicaux.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1963, 16 (2) : 191-219.
8. BOUDET (G.), DUVERGER (E.). — **Etude des pâturages naturels sahéliens. Le Hodh (Mauritanie).** I. E. M. V. T. Etude agrostologique n° 2, Paris, Vigot, 1961 : 160.
9. BOUDET (G.), RIVIERE (R.), CLEMENSAT (J.), PÁGOT (J.), LAHORE (J. F.). — **Les possibilités fourragères de *Digitaria « umfolazi »* en zone soudanaise.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1961, 14 (4), 449-68.
10. BOWDEN (B. N.). — **Studies on « *Andropogon gayanus* Kunth. ». I. The use of *Andropogon gayanus* in agriculture.** (Makerere university college, Kampola, Uganda.) *Emp. j. of Exp. Agric.*, 1963, 31 (123) : 267-73.
11. BUCK (G.), CARRE (J.), METZGER (G.). — **Le *Pennisetum à collet rouge*.** *Bull. Madagascar*, 1962, 188 : 73-81.
12. BURCH HART SCHNEIDER (Ph. D.). — **Feeds of the world. Their digestibility and composition.** Morgantown, West Virginia university, 1947.
13. CADOT (R.). — **Expérimentation sur les plantes fourragères.** I. E. M. V. T. Centre de recherches zootechniques de Minankro-Bouaké (Rép. de Côte-d'Ivoire). Miméogr., 1965 : 51.
14. **Centre de Recherches zootechniques de Bamako-Sotuba (Mali).** Rapport annuel, 1958.
15. CRAPLET (C.). — **Traité d'Élevage moderne, Tome V. La vache laitière.** Paris, Vigot, 1960.
16. DAGET (P.), POISSONNET (J.). — **Etude phyto-écologique de la commune de Thoras (Haute-Loire).** Document n° 28, C. E. P. E. Montpellier. C. N. R. S. 1966.
17. DELPECH (R.). — **Critères de jugement de la valeur agronomique des prairies.** *Fourrages* 4-1960 : 83-98.
18. DIJKSTRA (N. D.). — **What has the State Agricultural Experiment Station at Hoorn contributed to research into the feeding value of roughage ?** *Neth. J. Agric. Sc.* 2 (1954) 273.
19. DIJKSTRA (N. D.). — **Research into the digestibility and feeding value of some grass species and grass of leys.** *Versl. Landb. Onderz.* 63 (1957) n° 1.
20. DIJKSTRA (N. D.) et BRANDSMA (S.). — **Research into the digestibility and feeding value of fresh lucerne.** *Versl. Landb. Onderz.* 61 (1965) n° 5.

21. FOTIUS (G.), VALENZA (J.). — **Etude des pâturages du Ferlo oriental (République du Sénégal)**. I. E. M. V. T. Etude agrostologique n° 13. Miméogr., 1966 : 180, 2 c.
22. GASTON (A.). — **Etude agrostologique du Kanem (République du Tchad)**. I. E. M. V. T. Etude agrostologique n° 11. Miméogr., 1966 : 176, 1 c.
23. GRANIER (P.), LAHORE (J.). — **Amélioration de l'alimentation du bétail. Consommation d'herbe et charge à l'hectare avec le *Stylosanthes gracilis***. Inédit. I. E. M. V. T. Tananarive.
24. HART (M. L.), VRIES (D. M. de). — **La prairie et l'exploitation de la prairie aux Pays-Bas**. *Bull. Tech. inf. Ingrs. servs. agricoles*, 52-1950 : 547-51.
25. LABOUCHE (C.), MAINGUY (P.). — **Aspects physiologiques et nutritionnels de l'alimentation du bétail en Afrique Occidentale Française**. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1954, 7 (4) : 221-307.
26. LANDER (P. E.). — **The Feeding of Farm Animals in India**. Calcutta Mac Millan Co Ltd, 1949.
27. LEROY (A.). — **Elevage rationnel des animaux domestiques**. Paris, Hachette, 1929, rééd. 1951.
28. **Manual for the calculation of the nutritive value of roughages**. (Bedrijfs laboratorium voor grond en gewa son derzoeck) Mariendaal, Oosterbeek-The Netherlands, 1957.
29. Ministère de l'Agriculture, France. — **L'élevage bovin, Vues actuelles et perspectives**. Office des relations culturelles et commerciales, 22, r. Drouot, Paris (9^e), 1967.
30. MORRISON (F. B.). — **Feeds and Feeding**. Ithaca. New York, Morrison. Publishing company, 1950.
31. MOSNIER (M.). — **Pâturages naturels sahéliens. Région de Kaedi (Mauritanie)**. I. E. M. V. T. Etude agrostologique n° 3. Miméogr., 1961 : 169, 2 c.
32. PEYRE de FABREGUES (B.). — **Etude des pâturages naturels sahéliens. Ranch de Nord-Sanam (République du Niger)**. I. E. M. V. T. Etude agrostologique n° 5. Miméogr., 1963 : 135, 1 c.
33. PEYRE de FABREGUES (B.). — **Etude des pâturages naturels sahéliens de la région de Nord-Gouré (République du Niger)**. I. E. M. V. T., Etude agrostologique n° 10. Miméogr., 1965 : 163, 1 c.
34. PEYRE de FABREGUES (B.). — **Etude des pâturages de la zone nomade de Zinder**. O. N. U.-I. E. M. V. T. — Etude agrostologique n° 17. Miméogr., 1967 : 188, 1 c.
35. RATTRAY (J. M.). — **Tapis graminéens d'Afrique**. Rome F. A. O. Etudes agricoles n° 49-1960.
36. TROCHAIN (J. L.). — **Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique Tropicale**. *Bull. Inst. Etud. Centrafr.*, Brazzaville, 1957, 13-14 : 55-93.
37. VOISIN (A.). — **Productivité de l'herbe**. Paris, Flammarion, 1957.
38. VRIES de (D. M.), BOER de (Th. A.). — **Methods used in botanical grassland research in the Netherlands and their application**. *Herb. abstr.* 29-1-1959 : 1-7.
39. WERY (G.), TISSOT (P.). — **Aide-mémoire agricole et viticole**. Paris, Baillière, 1953.

ERRATA

Tome XXI 2 - 1968

Article BOUDET (G.) et RIVIERE (R.). — Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux.

p. 239 tableau 6

4^e colonne (M.A.D.) 1^{re} ligne : ajouter 8,5

p. 249 tableau 10 (fin)

5^e colonne : ligne *Blepharis linearifolia* au lieu de 23,38 lire 23,28

1^{re} colonne : au lieu de *Grewia sp.*, lire *Grewia spp.*

p. 253 tableau 11 (suite)

1^{re} colonne, au lieu de *Pterocarpus lucenx*, lire *Pterocarpus lucens*.

p. 261 tableau 13

ligne *Stylosanthes gracilis*, ajouter un trait dans la colonne mois 11.

EXTRAITS-ANALYSES

Maladies à virus

- 68-077 **BOYLE (J. J.)**. — **Caractéristiques biologiques des variants à plages différentes du virus de la fièvre de la Vallée du Rift.** (Biological characteristics of plaque variants of Rift Valley fever virus). *Am. J. vet. Res.*, 1967, **28** (125) : 1027-31.

Deux variants du virus de la fièvre de la Vallée du Rift ont pu être isolés, qui diffèrent par la taille de leurs plages. Celle-ci augmente lors de l'addition de diéthylaminoéthyl-dextran (100 µg/ml) dans le milieu gélosé et diminue lors de la réduction de la concentration du milieu en bicarbonate de sodium (c. optimale : 2,8 g/l). Sur des cultures de fibroblastes de souris, l'adsorption et la multiplication du variant à petites plages sont plus rapides que celles du variant à grandes plages. Le premier est plus stable à 56° C et permet aussi d'obtenir un titre plus élevé. Il tue les souris par la voie intrapéritonéale avec une dose 100 fois moins forte et dans un délai plus court.

- 68-078 **LARENAUDIE (B.) et collab.** — **Etude en microscopie électronique de l'hémadsorption provoquée par le virus de la peste porcine africaine.** *Rec. Med. vét.*, 1967, **143** (10) : 925-35.

Les auteurs ont étudié en microscopie électronique le phénomène d'hémadsorption provoqué par le virus de la peste porcine africaine sur des cultures de leucocytes de porc. Les hématies se fixent directement sur la membrane cellulaire, sans intermédiaire de virions. Il semble qu'il y ait une accumulation de l'antigène hémadsorbant au niveau de cette membrane, durant la synthèse de l'A. D. N. viral. Certaines images montrent qu'à la sortie des cellules, le virion se couvre d'un morceau de la membrane cellulaire et peut être fixé par des hématies.

- 68-079 **STONE (S. S.) et HESS (W. R.)**. — **Réponse sérologique du porc à l'injection de virus inactivés de la peste porcine africaine.** (Antibody response to inactivated preparations of African swine fever virus in pigs). *Am. J. vet. Res.*, 1967, **28** (123) : 475-81.

Le virus de la peste porcine africaine, dans les broyats de rate ou dans les cultures cellulaires, est inactivé par la β -propiolactone, l'acétyléthylèneimine ou par le glycidaldéhyde à la concentration de 0,05 p. 100, au bout de 60 minutes à 37° C. L'activité de fixation du complément n'est pas touchée par ces traitements. Les porcs inoculés avec ces différentes préparations produisent des anticorps fixant le complément et des précipitines, mais n'y gagnent en général aucune protection.

- 68-080 **PILCHARD (E. I.)**. — **Essai de vaccins inactivés contre la peste porcine : période d'induction de l'immunité.** (Experimental inactivated-virus hog cholera vaccines : Induction period of immunity). *Am. J. vet. Res.*, 1967, **28** (125) : 915-23.

Différentes formes de vaccins inactivés contre la peste porcine ont été expérimentées afin de raccourcir la période d'induction de l'immunité et d'augmenter le nombre des porcs protégés. Le virus inactivé par 0,16 p. 100 de bêta-propiolactone a été utilisé, soit fixé chimiquement par diazotation à des corps bactériens (*Bordetella pertussis*), soit mélangé à l'endotoxine de *Salmonella typhimurium* seule ou associée à un adjuvant de type Freund (émulsion du type eau dans l'huile).

Ce même virus inactivé fut aussi associé à du « Statolon » à 8 p. 100, à du sérum spécifique anti-peste porcine, à de l'alginate de Na, à du vaccin anti-rouget et même absorbé sur de la diéthylaminoéthyl-cellulose.

Au bout d'une semaine le 1^{er} vaccin (avec *Bordetella*) protège 3 des 4 vaccinés.

- 68-081 **SATTAR (S. A.), BOHL (E. H.), TRAPP (A. L.). — Avortement des bovins par infection expérimentale avec le virus de la rhinotrachéite infectieuse bovine.** (Abortion in cattle caused by experimental infection with infectious bovine rhinotracheitis virus). *Cornell vet.*, 1967, **57** (3) : 438-54. (Traduction du résumé des auteurs).

Sept vaches laitières gravides ont été infectées par deux souches de virus de RIB. Six de ces animaux ont perdu leur veau soit par avortement, soit par mort du fœtus et résorption consécutive *in utero*, soit par naissance prématurée. Une seule vache a vêlé à terme. Une leucopénie est observée chez quatre des cinq vaches examinées. Le virus est décelé chez tous les animaux durant une période variant de 11 à 17 jours après la première infection, et durant 7 à 11 jours après l'inoculation d'épreuve chez deux des quatre vaches. Des anticorps neutralisants sont mis en évidence pour la 1^{re} fois le 9^e jour après la première infection. Le virus de la RIB est découvert dans les avortons de trois vaches. L'examen histopathologique des tissus fœtaux a montré dans certains cas des foyers de nécrose dans le foie et les reins ainsi qu'un élargissement des septums interlobulaires du poumon.

- 68-082 **BROWN (A. L.) et collab. — Tests comparatifs d'efficacité pour le vaccin vivant antirabique préparé avec la souche Flury-HEP entretenue sur une lignée de cellules rénales de chien.** (Comparative potency tests on modified live-virus rabies vaccine produced from Flury high egg-passaged virus grown on permanent dog kidney cell line). *Am. J. vet. Res.*, 1967, **28** (124) : 751-59.

Plusieurs lots de vaccin antirabique ont été préparés avec la souche de virus Flury ayant subi 227 passages sur œuf embryonné et 5 passages sur cellules BHK₂₁, puis adaptée à une lignée de cellules rénales de chien. Les titres obtenus sur souriceaux nouveau-nés varient de 2 à 5,21 DL₅₀ par 0,02 ml. Les sérums des chiens vaccinés sont utilisés pour les tests de séro-neutralisation sur souriceaux nouveau-nés. Des cobayes et des chiens vaccinés avec différentes dilutions sont éprouvés ensuite par une souche virulente.

Les résultats varient selon les lots de vaccins. Pour les bons lots, une dilution à plus de 1/1.000 de la dose vaccinale préconisée protège encore les chiens ; chez les cobayes, l'immunisation n'est obtenue qu'avec une dose 4 à 5 fois supérieure. Il y a moins d'anticorps circulants chez les chiens vaccinés avec la dilution à 1/1.000 que chez ceux qui reçoivent une dose plus concentrée. Il existe une bonne corrélation entre la teneur du sérum en anticorps et la protection des animaux lors de l'épreuve.

Les chiens et les cobayes, qui reçoivent la souche HEP par la voie intra-cérébrale, survivent et sont protégés contre l'infection d'épreuve.

Peste bovine

- 68-083 **BOURDIN (P.). — Durée de l'élimination du virus pestique chez des bovins immunisés avec un vaccin inactivé.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (2) : 141-44.

La durée d'élimination du virus pestique a été recherchée sur des bovins immunisés à l'aide d'un vaccin inactivé, puis éprouvés 20 jours après la vaccination avec une souche pestique très virulente, inoculée sous la forme d'un aérosol. Le virus est recherché par inoculation des prélèvements à des bovins sensibles. Après une période d'éclipse de 3 jours, il est retrouvé dans l'organisme des bovins pendant au moins 19 jours et n'est plus décelable 25 jours après le contact infectieux.

- 68-084 **PROVOST (A.), MAURICE (Y.) et BORREDON (C.). — Protection antipestique conférée aux bovins par le virus de la rougeole. Application aux veaux passivement immuns par anticorps maternels.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays Trop.*, 1968, **21** (2) : 145-64.

Utilisant la souche MB 113 Y du virus de la rougeole adaptée à la culture en cellules rénales bovines, les auteurs montrent que l'inoculation intramusculaire de ce virus au zébu réceptif à la peste bovine n'est suivie d'aucune réaction clinique bien qu'existe une virémie. Les bovins inoculés sont résistants pendant au moins 11 mois à la contamination bovine pestique. Cette immunité est d'origine humorale (présence d'authentiques anticorps antipestiques) et peut-être cellulaire. Les bovins inoculés n'élaborent pas, ou à

de très faibles titres seulement, d'anticorps antimorbilleux. Les veaux immuns de peste bovine par anticorps colostraux sont justiciables de l'inoculation avec la souche MB 113 Y qui leur confère une protection antipestique à un âge auquel le vaccin antipestique de cultures cellulaires serait inefficace. Devant le comportement biologique et immunologique particulier de cette souche morbilleuse, les auteurs expriment l'opinion qu'elle a une position intermédiaire entre les virus pestiques et morbilleux auxquels elle aurait emprunté divers constituants antigéniques.

68-085 **CHABASSOL (C.) et POUSSOT (A.). — Culture du virus bovipestique lapinisé en cultures cellulaires KB. Induction d'effets cytopathogènes par action de la trypsine.** *Rev. Serv. biol. vét. Armées*, 1967, **20** (4) : 143-45.

Le virus bovipestique lapinisé, inoculé sur des cellules KB en tapis cellulaire, ne provoque pas d'effets cytopathogènes bien que la culture reste virulente pour le lapin.

Par contre, lorsqu'il est inoculé sur des cellules mises en suspension par trypsinisation et que ces cellules sont à nouveau trypsinées quatre jours plus tard, on observe l'apparition d'effets cytopathogènes.

Les cultures obtenues dans ce cas sont également virulentes pour le lapin.

Les séries de cultures témoins soumises aux mêmes trypsinisations gardent un aspect normal.

Cette technique pourrait peut-être permettre de mettre en évidence sur certaines cultures cellulaires des virus qui normalement ne présentent pas d'effets cytopathogènes.

Maladies bactériennes

68-086 **PROVOST (A.), BORREDON (C.). — Utilisation en Afrique Centrale d'un vaccin aviaire polyvalent.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (2) : 165-79.

L'éventail relativement restreint des épizooties frappant les volailles autochtones d'Afrique Centrale, l'absence apparente d'infection leucosique chez ces oiseaux, la raréfaction d'une main-d'œuvre qualifiée imposant le minimum d'interventions vaccinales et la nécessité de l'immunisation à large spectre des volailles d'importation, ont conduit à l'adoption d'un vaccin vivant lyophilisé mixte contre la maladie de Newcastle, la variole aviaire et la typhose, inoculable en un seul temps dès la 3^e semaine de la vie. Les deux premiers composants de ce vaccin sont obtenus sur cellules bovines en culture, afin de ne pas transmettre d'infections aviaires ; le troisième fait appel à *S. gallinarum* souche 9 R. Après 4 années d'expérience, les résultats enregistrés sur le terrain sont très satisfaisants.

68-087 **MOSTAFA (I. E.), CERNY (L.), CERNA (J.). — Canine nocardiosis due to *Nocardia caviae*.** (Actinomycose canine à *Nocardia caviae*). *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (2) : 181-89.

Les études déjà publiées sur la nocardiose canine sont passées en revue et discutées. Les lésions observées dans deux cas sont décrites en détail.

Des lésions purulentes et des fistules sont les modifications histopathologiques rencontrées chez les animaux infectés naturellement et expérimentalement. Le germe en cause dans cette maladie a été identifié dans les deux cas comme *Nocardia caviae*. Il apparaît sous forme de filaments ramifiés, relativement longs, partiellement acido-résistants et irrégulièrement gram-positifs. Il a été isolé par culture aérobie sur différents milieux et ses caractéristiques culturales et biochimiques sont décrites. Sa sensibilité aux antibiotiques a été déterminée *in vitro*.

68-088 **MATTHEWS (T. R.), TRUEBLOOD (M. S.). — Détection des précipitines contre *Brucella ovis*.** (Detection of precipitins against *Brucella ovis*). *Cornell vet.*, 1967, **57** (3) : 410-17. (Traduction du résumé des auteurs).

Cinq germes ayant des caractéristiques identiques à celles de *Brucella ovis* ont été isolés de béliers du Wyoming. Un antigène traité aux ultra-sons a été préparé à partir de chaque souche, et des antisérums de lapin préparés.

Des plaques d'Ouchterlony furent utilisées pour mettre en évidence la présence d'anticorps précipitants dans les sérums des lapins inoculés avec l'antigène n° 823 aussi bien que dans les sérums de béliers présentant des symptômes cliniques d'épididymite.

Les sérums provenant de lapins non inoculés avec l'antigène n° 823 et ceux de brebis d'un an ne précipitaient pas avec ces mêmes antigènes. Le test de l'anneau fut utilisé pour déceler la présence ou l'absence d'anticorps précipitants dans le minimum de temps. Les résultats ont montré que les antigènes dilués dans un tampon de phosphate monoacide de sodium (pH 7,0, sel 0,50 p. 100) et les sérums dilués avec un tampon phosphate monoacide de sodium (pH 7,0, sel 0,85 p. 100) réagissent rapidement, sans précipitation aspécifique dans les sérums normaux.

On peut obtenir le résultat des épreuves faites avec les sérums de lapin en 5 minutes et celles faites avec les sérums de mouton en 1 heure.

- 68-089 **RANKIN (J. D.), TAYLOR (R. J.), NEWMAN (G.). — Protection de veaux contre l'infection à *Salmonella typhimurium* au moyen d'un vaccin préparé à partir de *Salmonella dublin* (souche 51).** (The protection of calves against infection with *Salmonella typhimurium* by means of a vaccine prepared from *Salmonella dublin* (strain 51). *Vet. Rec.*, 1967, **80** (25) : 720-26.

Le vaccin à *Salmonella dublin* (souche 51) protège les veaux contre l'infection orale par *S. typhimurium*. Seize des vingt-quatre veaux non vaccinés sont morts de salmonellose aiguë après inoculation d'épreuve avec *S. typhimurium* tandis que sept des vingt-quatre veaux vaccinés soumis à la même épreuve sont morts de la maladie ($p = 0,02$).

Les vingt-cinq veaux qui ont survécu à l'inoculation d'épreuve ont été abattus à l'âge de douze semaines. Ni la souche vaccinale, ni la souche d'épreuve n'a pu être retrouvée dans leur carcasse à ce moment.

On pense que la protection peut ne pas être directement liée aux antigènes utilisés pour la sérotypie des souches de salmonelles.

La possibilité d'action du vaccin, lorsqu'il est administré par voie orale au lieu de la voie sous-cutanée, est discutée.

Maladies diverses à protozoaires

- 68-090 **VERMEIL (C.), MARGUET (S.). — Sur la transmission de la toxoplasmose par les helminthes et leurs œufs.** *Ann. Parasit. hum. comp.*, 1967, **42** (3) : 283-84.

D'après les observations des auteurs, le mécanisme de transmission des toxoplasmes par les œufs d'helminthes parasites n'est peut-être pas général, c'est-à-dire l'apanage de tous les ascaridés. S'il est valable pour *Toxocara cati*, il ne peut pas tout expliquer dans la contamination des herbivores et des rongeurs consommant des produits souillés par les œufs de ces helminthes.

- 68-091 **GRETILLAT (S.), VASSILIADES (G.). — Le traitement de la coccidiose des Ruminants domestiques par l'« amprolium ».** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (2) : 191-201.

L'« Amprolium » [Chlorhydrate du chlorure de 1 (4-amino-2n-propyl-5 pyrimidinylméthyl) 2-picolinium] déjà utilisé dans la prophylaxie et le traitement des coccidioses aviaires a été essayé avec succès dans la thérapeutique de la coccidiose des ruminants domestiques au Sénégal.

Pour éviter les risques de surinfestation ou de réinfestation en cours d'expérimentation, ont été désinfectés et stérilisés périodiquement les stalles, instruments, outils en contact avec les animaux, ainsi que les vêtements et chaussures du personnel.

Le produit anticoccidien utilisé pour ces essais est une poudre soluble dans l'eau, renfermant 20 p. 100 d'Amprolium, et administrée *per os* le matin à jeun.

Les contrôles du taux d'infestation (nombre d'oocystes par gramme de fèces) sont faits avant, puis 6, 12, 20 et 30 jours après le début de la cure. L'amélioration de l'état général (disparition ou régression partielle des troubles morbides, gain de poids) sont comparés avec le comportement et l'état de témoins non traités à l'« Amprolium ».

12 chèvres, 18 moutons et 12 veaux atteints de coccidiose intestinale aiguë sont répartis en lots de 2 à 3 animaux sur lesquels sont testés les doses suivantes :

- 50, 100, 200 et 400 mg/kilo, en une dose unique.
- 200 mg/kilo/jour, pendant deux jours consécutifs.
- 25, 50, 100 et 200 mg/kilo/jour, pendant 4 jours consécutifs.
- 50 mg/kilo/jour, pendant 6 jours consécutifs. :
- 50 mg/kilo/jour, pendant 8 jours consécutifs.

Les résultats les plus intéressants (taux d'infestation diminué de 90 à 95 p. 100, amélioration de l'état général, gain de poids, dans les trois semaines qui suivent le début de la cure) sont obtenus avec la dose de 50 mg/kilo/jour pendant 4 jours consécutifs ; une dose unique, même élevée (200 et 400 mg/kilo/jour) étant insuffisante pour aboutir à une guérison clinique.

En conclusion, l'« Amprolium » utilisé *per os* sous forme de poudre soluble dans l'eau et renfermant 20 p. 100 de produit actif permet de traiter efficacement les caprins, ovins et jeunes bovins atteints de coccidiose aiguë ou subaiguë.

La dose minimale active est de 50 mg/kilo/jour pendant 4 ou mieux 6 jours consécutifs.

Comme pour la plupart des antiparasitaires internes, des doses moyennes renouvelées plusieurs jours de suite sont plus actives qu'une dose élevée unique.

68-092 **VERGANI (F.), TORO BENITEZ (M. R.). — Observations sur les coccidies des volailles au Venezuela.** (Observaciones sobre coccidias de aves en Venezuela). *Revta vet. venezol.*, 1967, **22** (131) : 330-38.

Les auteurs étudient du point de vue morphologique et biologique quatre espèces de coccidies parasites de *Gallus gallus domesticus*. Il s'agit de *E. acervulina*, Tyzzer, 1929 ; *E. maxima*, Tyzzer, 1929 ; *E. tenella* (Railliet et Lucet, 1891) et *E. necatrix*, Johnson, 1928, les deux premières étant signalées pour la première fois au Venezuela.

68-093 **CALLOW (L. L.). — Observations sur les spirochètes des bovins transmis par les tiques en Australie et en Afrique du sud.** (Observations on tick-transmitted spirochaetes of cattle in Australia and South Africa). *Brit. vet. J.*, 1967, **123** (11) : 492-97.

La morphologie des spirochètes transmis par les tiques et trouvés chez des bovins d'Australie et d'Afrique du sud est étudiée. Tous les organismes examinés atteignent de 6,0 à 18,5 μ . Les spirochètes provenant des deux pays se ressemblent, ayant trois à sept grandes spirales ondulées et respectivement des longueurs moyennes de 12,1 et 13,2 μ . Dans les deux cas il s'agit probablement de *Borrelia theileri* bien qu'il soit admis dans les ouvrages de référence de taxonomie que cet organisme atteint 20-30 μ . Les spirochètes n'ont été décelés qu'une fois dans les frottis sanguins d'hôtes autres que les bovins, parasités par *Boophilus microplus*, bien que le sang de ces hôtes ait été toujours vecteur pour les bovins.

Les stades de transmission de *B. microplus* sont la nymphe et l'adulte.

L'infestation bovine par *B. theileri* est habituellement légère. L'hémoglobinurie a été constatée une fois. Un frottis sanguin provenant d'un cheval sud-africain contenait de nombreux spirochètes, qui paraissaient plus petits que ceux de la souche bovine.

68-094 **UILENBERG (G.). — Trois nouveaux parasites d'insectivores malgaches : *Achromaticus brygooi* sp. n. (Sporozoa, Babesiidae, *Eimeria setosi* sp. n. et *Eimeria madagascariensis* sp. n. (Sporozoa, Eimeriidae).** *Ann. Parasit., hum. comp.*, 1967, **42** (4) : 387-98 (Résumé de l'auteur).

Descriptions de trois nouveaux protozoaires parasites de l'insectivore malgache *Setifer setosus* : *Achromaticus brygooi* (Babesiidae), *Eimeria setosi* et *Eimeria madagascariensis* (Eimeriidae).

Un autre insectivore, *Tenrec ecaudatus*, héberge une *Eimeria* dont les ookystes ont une morphologie très proche de ceux d'*E. madagascariensis*. Les tiques récoltées sur les insectivores parasités sont rapportées ; il s'agit de *Haemaphysalis simplex*, *H. elongata*, et, très rarement, *H. theileri*, dont une des deux premières espèces est vraisemblablement le vecteur d'*A. brygooi*. Le nom *Achromaticus* Dionisi, 1899, est considéré comme nom générique valable pour les *Babesiidae* qui se divisent habituellement en quatre.

68-095 **KHALIFA (K.), KADHIM (J. K.). — Lésions inhabituelles de la theileriose à *T. annulata* chez un veau.** (Unusual lesions in *Theileria annulata* infection in a calf). *Vet. Rec.*, 1967, **81** (3) : 76-78.

Les lésions cliniques et post-mortem d'un cas de theileriose à *T. annulata* chez un veau de quatre mois sont décrites, et en particulier deux lésions inhabituelles. Il s'agit d'un gonflement œdémateux des paupières et de la conjonctive mais avec, ce qui est étonnant, peu de larmes ou d'écoulement lacrymal. La principale lésion est un ulcère de la conjonctive contenant de nombreux bacilles de Koch.

Les autres lésions inhabituelles sont celles de la paroi intestinale, nombreuses, circulaires, rouges et hyperplastiques.

- 68-096 **FOLKERS (C.), KUIL (H.). — Hématozoaires chez les bovins, moutons et chèvres de Nigeria du nord.** (Blood-parasites in cattle, sheep and goats in northern Nigeria). *Bull. épizoot. Dis. Afr.*, 1967, **15** (2) : 121-23.

Les auteurs ont recherché la présence d'hématozoaires chez des bovins, des moutons et des chèvres de Nigeria du nord. Les parasites suivants ont été trouvés chez les animaux splénectomisés : *Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, *Theileria mutans*, *Haematoxenus veliferus*, *Anaplasma marginale*, *Eperythrozoon* sp., *Theileria ovis*, *Anaplasma ovis*, *Babesia motasi*, *Borrelia theileri*. L'importance possible de ces parasites sur l'industrie du bétail au Nigeria du nord est brièvement discutée.

Trypanosomoses

- 68-097 **MWAMBU (P. M.). — La fréquence de la trypanosomiase du bétail dans des régions voisines de la zone à mouches du Busoga sud.** (The incidence of cattle trypanosomiasis in areas adjoining the south Busoga fly-belt). *Rep. E. Afr. Trypan. Res. Org.*, 1965, 48-49.

La fréquence de la trypanosomiase du bétail dans la région voisine de la zone à mouches du Busoga sud a été étudiée par l'examen de troupeaux de bétail à des intervalles de 4 à 28 milles à l'intérieur en commençant par des troupeaux à Mjanji sur la rive du lac Victoria. On a trouvé que les taux d'infection des troupeaux près de la zone à mouches étaient plus élevés que ceux situés à de plus grandes distances. L'infection par des organismes du sous-groupe *T. brucei* et du groupe *congolense* était limitée à des troupeaux vivant dans des régions à quatre milles de la rive du lac, tandis que les infections à *T. vivax* ont été trouvées dans des troupeaux jusqu'à 20 milles de la rive du lac.

- 68-098 **BAILEY (N. M.). — Quelques observations sur l'épidémiologie de la trypanosomiase humaine sur les rives nord-est du lac Victoria.** (Some observations on the epidemiology of human trypanosomiasis on the north-eastern shores of lake Victoria). *Rep. E. Afr. Trypan. Res. Org.*, 1965, 49-51.

En ce qui concerne la fréquence de la trypanosomiase humaine au Busoga et au Bukédi, Ouganda, l'année a présenté un accroissement général des relevés de cas de maladie du sommeil. Un des caractères de cet accroissement a été le nombre de personnes qui prétendaient avoir été effectivement infectées à Bugoto sur la baie de Mac Donald dans le Busoga sud. Bugoto est un centre important de vente de poisson, en fin de semaine on peut trouver 1.000 à 1.500 personnes venues souvent d'endroits très éloignés et avec 120 bateaux de pêche échoués sur le rivage. La route qui donne juste passage à une Land Rover traverse des taillis denses avec çà et là des traces d'éléphants ou de buffles. Les tsé-tsés sont abondantes dans les fourrés, la maladie du sommeil doit être contractée le long de cette piste. L'affection concerne presque exclusivement les hommes, ce qui confirme que l'infection est contractée en dehors de leur résidence habituelle.

- 68-099 **RAADT (P. de) et collab. — Observations sur la période d'incubation de la maladie du sommeil.** (Observations on the incubation period of sleeping sickness). *Rep. E. Afr. Trypan. Res. Org.*, 1965, 51-52.

Des observations sur la période d'incubation des infections à *T. rhodesiense* chez l'homme pendant la transmission expérimentale à deux volontaires, ont montré que les symptômes apparaissent aux alentours du 5^e jour, suivis par une inoculation positive à la souris vers le 6^e jour et une élévation de température au 8^e jour. Les frottis colorés des malades correspondent à l'élévation de température.

- 68-100 **RAADT (P. de). — Une observation sur les réflexes tendineux au cours de la maladie du sommeil.** (An observation on tendon reflexes during sleeping sickness). *Rep. E. Afr. Trypan. Res. Org.*, 1965, 53.

Au cours des examens cliniques, certains malades ont présenté une exagération des réflexes tendineux, surtout du réflexe rotulien et à un moindre degré du réflexe achilléen. Dans tous ces cas il n'y avait ni insomnie ni troubles locomoteurs, mais les liquides céphalo-rachidiens des malades avaient des trypanosomes avec un léger accroissement des lymphocytes et du taux protéinique. L'aspect clinique correspondait à une affection au début. Dans le dernier des cas, les réflexes tendineux ont paru disparaître tandis que s'accroissait le taux des protéines. L'on croit que l'exagération des réflexes est pathognomonique d'une atteinte précoce du système nerveux central.

- 68-101 **RAADT (P. de), BAKARI (N.). — Démonstration de l'accroissement des leucocytes éosinophiles après l'administration initiale de médicaments trypanocides.** (Evidence of an increase of eosinophilic leucocytes after initial administration of antitrypanosomal drugs). *E. Afr. Trypan. Res. Org.* 1965, 54-55.

Des observations cliniques ont été faites relativement aux réactions de type Herxheimer chez des sommeilleux récemment infectés. Une élévation des leucocytes éosinophiles supérieure à 50 p. 100 se manifeste dans 86 p. 100 des cas immédiatement après l'administration de la première dose du médicament utilisé pour le traitement. Ceci peut conduire à des indications utiles pour l'établissement d'un plan de traitement.

- 68-102 **RAADT (P. de), HART (G. H.), KIMBER (C. D.). — Application clinique de la réaction de fixation du complément.** (Clinical application of the complement fixation test). *E. Afr. Trypan. Res. Org.* 1965, 55-57

Une réaction de fixation du complément, où l'antigène est *T. rhodesense*, a été mise au point.

1) L'intervalle entre la contamination et l'apparition des anticorps décelables par la réaction est de 12 jours.

2) La réaction est négative dans les cas de rechute où les trypanosomes sont présents dans le liquide céphalo-rachidien mais non dans le sang ou les ganglions lymphatiques.

3) Un excès de bilirubine dans le sang altère la réaction. Des ictériques graves présentent des résultats négatifs bien que leur sérum n'ait pas acquis des propriétés anti-complémentaires.

Chez 103 malades confirmés dont l'affection avait moins de 3 semaines, n'ayant présenté ni rechute ni ictère, les réactions ont été positives sauf dans quatre cas chez un porteur sain et chez trois malades au dernier stade de l'affection. Dans un groupe témoin de 204 personnes non trypanosomées, on a observé seulement 4 fausses réactions positives. La fréquence des cas anti-complémentaires est faible, moins de 4 p. 100, et les effets anti-complémentaires ne sont pas permanents.

- 68-103 **RAADT (P. de), KIMBER (C. D.) et MBWABI (D. L.). — L'emploi de papier filtre pour recueillir des échantillons sanguins destinés à la réaction de fixation du complément.** (The use of filter paper for collection of blood samples for the complement fixation test). *E. Afr. Trypan. Res. Org.* 1965, 58.

Utilisant une méthode voisine de celle de Vaisman et al. pour la réaction d'immuno-fluorescence des tréponèmes, les auteurs ont obtenu les résultats suivants pour 79 malades : 21 spécimens étaient anti-complémentaires, les 58 autres étaient soit négatifs soit douteux. Cette méthode (voir article précédent) est bien inférieure à celle pratiquée par ponction veineuse où la fréquence des spécimens anti-complémentaires est inférieure à 4 p. 100.

- 68-104 **RAADT (P. de), HART (G. H.) et BAKARI (N.). — Valeur des différentes méthodes de diagnostic dans la trypanosomiase humaine.** (The reliability of current diagnostic methods in human trypanosomiasis). *Rep. E. Afr. Trypan. Res. Org.* 1965, 58-59.

Chez 170 sommeilleux confirmés, on a analysé le pourcentage des examens positifs suivant les méthodes de diagnostic utilisées couramment.

Les signes cliniques exposés : signe de Winterbottom (augmentation de volume des ganglions cervicaux postérieurs) et chancre ne constituent jamais qu'un diagnostic de présomption.

Pour les autres signes étudiés les coefficients d'erreur sont respectivement pour la ponction ganglionnaire 29 p. 100, pour l'examen à l'état frais 26 p. 100, pour l'examen de frottis coloré 13 p. 100, pour l'inoculation 9 p. 100.

- 68-105 **BAKER (J. R.), SACHS (R.), LAUFER (I.). — Trypanosomes de mammifères sauvages dans le nord-ouest du Parc national de Serengeti, Tanzanie.** (Trypanosomes of wild mammals in an area northwest of the Serengeti national Park, Tanzania). *Z. tropenmed. Parasit.*, 1967, **18** (3) : 280-84.

Quatre-vingt-dix-sept mammifères sauvages d'une zone voisine du parc national de Serengeti, en Tanzanie, ont été examinés en vue de déceler la trypanosomiase au moyen de frottis de sang et d'inoculations de sang à des rats. Vingt-neuf (30 p. 100) étaient

parasités, seize par *T. congolense*, douze par *T. brucei* ssp., cinq par *T. vivax* et un par *T. uniforme* (cinq présentaient plusieurs parasites). Cinq des souches de *T. brucei* ont été inoculées à des personnes volontaires qu'elles n'infestèrent pas.

- 68-106 **MSHELBWALA (A. S.). — Pouvoir infectant de *Trypanosoma rhodesiense* pour les tsé-tsé nourries à travers une membrane animale.** (Infectivity of *trypanosoma rhodesiense* to tsetse flies fed through animal membranes). *Nature*, 1967, **215** (5099) : 441.

Cunningham n'est pas arrivé à infecter par des trypanosomes du groupe *brucei* des *G. pallidipes* nourries dans ces conditions et a attribué cet échec à l'absence de formes courtes chez le trypanosome à transmettre.

L'auteur a repris des expériences analogues par piqûre à travers une membrane animale. Il est parvenu à infecter *Gl. palpalis* uniquement par des formes longues de *T. rhodesiense* et à transmettre par la mouche ce trypanosome à un cobaye. Le sang de ce dernier a été conservé à — 79° C, et l'auteur, en utilisant ce sang du cobaye infecté, a procédé à plusieurs essais d'infection de *Gl. austeni* ; il est parvenu dans un cas (après 16 mois de conservation du sang) à infecter cette espèce, qui au bout d'une période de 14 jours a présenté des trypanosomes infectieux pour la souris.

L'auteur conclut en définitive :

- que les résultats négatifs enregistrés dans ces conditions particulières d'alimentation ne sont pas dus à l'absence de formes courtes ;
- que ce procédé d'expérimentation donne des indications plus précises que la transmission au moyen d'animaux ;
- que les facteurs de transmissibilité doivent être liés au trypanosome, au mammifère hôte et à certains caractères individuels de la mouche ;
- que la conservation par le froid des trypanosomes métacycliques est en mesure de favoriser des recherches identiques.

- 68-107 **JONES-DAVIES (W. J.). — Une souche de *Trypanosoma vivax* résistante au bérénil chez les bovins.** (A berenil-resistant strain of *trypanosoma vivax* in cattle). *Vet. Rec.*, 1967, **81** (22) : 567-68.

En Nigeria du nord, le traitement courant de cas de trypanosomiase bovine à *Trypanosoma vivax* par le bérénil, à la dose de 3,5 mg/kg, n'a pas donné de résultats satisfaisants. L'inoculation de sang à des veaux maintenus indemnes a provoqué une infestation qui a été réduite par des doses de 3,5 et 7 mg/kg de bérénil.

Les veaux étaient également sensibles au traitement par l'homidium à la dose de 1 mg/kg et le samorin à la dose de 0,25 mg/kg.

Mycoses

- 68-108 **MARIAT (F.), ADAN-CAMPOS (C.). — La technique du carré de tapis, méthode simple de prélèvement dans les mycoses superficielles.** *Ann. Inst. Pasteur*, 1967, **113** (4) : 666-68. 1 pl. (Résumé des auteurs).

Description d'une méthode simple pour l'isolement des champignons pathogènes kératinophiles ou autres, à partir de lésions mycosiques superficielles. C'est un carré de tapis de laine stérile que l'on frotte sur la lésion et qui sert ensuite à ensemercer des milieux sélectifs. Cette technique peut être également utilisée avec succès pour la recherche systématique de champignons pathogènes sur des surfaces cutanées humaines ou animales apparemment saines, ainsi que sur divers matériels.

Parasitologie

- 68-109 **DOBSON (C.). — Modifications pathologiques liées aux infestations par *Oesophagostomum columbianum* chez le mouton : observations hématologiques chez les moutons infestés expérimentalement et chez des animaux indemnes de parasites.** (Pathological changes associated with *Oesophagostomum columbianum* infestations in sheep : haematological observations on control worm-free and experimentally infested sheep). *Aust. J. agric. Res.*, 1967, **18** (3) : 523-38 (Traduction du résumé de l'auteur).

L'auteur a étudié durant 10 semaines les modifications du nombre d'érythrocytes et de globules blancs du sang de moutons auxquels on avait fait absorber plusieurs doses de larves d'*Oesophagostomum columbianum*.

Les moutons ont présenté des pertes de globules rouges et d'hémoglobine, et le volume du culot de sédimentation a diminué après l'infestation par *O. columbianum*.

L'augmentation de la dose infestante a provoqué l'augmentation de la gravité des symptômes ; l'état de résistance de l'hôte a aussi affecté l'image sanguine.

Dans toutes les infestations, les valeurs absolues calculées pour le sang, c'est-à-dire l'hémoglobine corpusculaire moyenne (HCM), le volume corpusculaire moyen (VCM), et la concentration d'hémoglobine corpusculaire moyenne (CHCM), n'ont pas changé de façon significative sauf dans les infestations les plus graves, où le volume corpusculaire moyen a augmenté un moment. Le type d'anémie prédominant au cours de ces expériences était normocytaire-normochromique. Lorsque le volume corpusculaire moyen augmentait, l'anémie était du type macrocytaire-normochromique. Durant la première infestation avec 2.000 larves, l'anémie tendait à devenir microcytaire-hyperchromique, mais ces modifications n'étaient pas significatives.

Des observations sur l'intestin ont indiqué que l'un des facteurs influençant le développement de l'anémie était les lésions étendues des tissus causées par les larves ; il en résultait une hémorragie chronique des muqueuses.

Ceci se justifierait par le fait que des anémies apparaissent également durant les secondes infestations lorsqu'il n'y a plus de population d'helminthes adultes. Les numérations de globules blancs chez un certain nombre de ces moutons sont aussi rapportées. Les modifications les plus significatives sont survenues après la seconde infestation, bien qu'un accroissement général ait été noté après toutes les premières infestations ; des accroissements considérables sont survenus dans les granulocytes et les leucocytes éosinophiles. Les numérations de leucocytes neutrophiles ont baissé durant toute l'infestation. Toutes les valeurs normales obtenues pour la concentration d'hémoglobine, le volume du culot de sédimentation, les numérations d'érythrocytes, les VCM, HCM et CHCM et les numérations de globules blancs ont été comparées favorablement avec les valeurs citées par d'autres chercheurs.

68-110. **STAMPA (S.), SERRANO (F. M. H.). — Essais sur l'efficacité du « Citarin », nouvel anthelminthique de « Bayer ». Thérapeutique des helminthiases gastro-intestinales des ruminants en Angola.** (Ensaio sobre a eficiência do « Citarin », novo anti-helmintico da « Bayer », na terapêutica das helmintíases gastro-intestinais dos ruminantes, em Angola). *Acta vet., Nova Lisboa*, 1966 ; 1-9. (Inst. investigação veterinária de Angola-Separatas IIVA).

Les expériences sur l'action thérapeutique et la toxicité du « Citarin » sont décrites. Cet anthelminthique s'est révélé très efficace contre les nématodes des ovins et des bovins et d'une grande importance économique en Angola. Une dose de 6 mg/kg a été administrée par injection sous-cutanée et une dose de 15 mg/kg par voie orale. L'action du médicament a été rapide sur les strongyloïdes gastro-intestinaux mais plus lente sur les ascaridés. La faible dose nécessaire rend l'administration de cet anthelminthique facile et pratique.

Des études sur la toxicité du « Citarin » ont prouvé qu'il pouvait être administré sans danger.

68-111 **GÜRALP (N.), DOGRU (C.). — Localisation de *Cysticercus ovis* chez les moutons et les chèvres en Turquie.** (Distribution of *Cysticercus ovis* in sheep and goats in Turkey). *Vet. Fak. Derg., Ank. Univ.*, 1967, 14 (2) : 237.

10.000 moutons et 409 chèvres angora ont été examinés pour évaluer l'incidence de la cysticercose chez les petits ruminants domestiques. Les moutons venant de seize provinces différentes de Turquie et les chèvres de trois d'entre elles ont été conduits à l'abattoir d'Ankara

0,06 p. 100 des moutons et 0,24 p. 100 des chèvres étaient parasités par *C. ovis*. Chez quatre des moutons infestés, les kystes étaient localisés dans le cœur et chez deux autres l'infestation était généralisée.

On a découvert un seul kyste au cœur chez les chèvres Angora.

Tous les animaux malades avaient de 2 à 4 ans.

Deux chiens non parasités ont été nourris avec quatre ou cinq kystes viables qui, après 54 et 55 jours sont devenus adultes. L'autopsie de chaque chien a révélé la présence de quatre *Taenia ovis*.

68-112 **THOMAS (R. J.). — Persistance de l'infestation de pâturages par des nématodes parasites des moutons dans une région à la saison des pluies d'été.** (The survival of pasture infestation with nematode parasites of sheep in a summer rainfall area). *J. S. Afr. vet. med. Ass.*, 1967, 38 (2) : 181-83. (Traduction du résumé de l'auteur).

On a fait des numérations d'œufs d'helminthes trouvés dans les fèces d'agneaux nés au cours d'une période s'étendant de février à mai dans le haut veld de l'est du Trans-

vaal. Les résultats indiquent que la possibilité d'infestation sur pâturage diminue très fortement à la fin de la saison des pluies d'été. Les agneaux nés avant cette période sont infestés de 80 à 100 p. 100 et ont un nombre d'œufs pas très important, tandis que les agneaux plus vieux présentent un taux d'infestation et un nombre d'œufs peu élevés. L'application de ces résultats à un plan de traitement anthelminthique est discuté.

- 68-113 **GÜRALP (N.), OGUZ (T.). — Etudes sur la répartition des parasites chez les chèvres angora en Turquie.** (Studies on the distribution of parasites in angora goats in Turkey). *Vet. Fak. Derg., Ankara. Univ.*, 1967, **14** (1) : 55-63.

La chèvre angora tient une place importante dans l'industrie animale turque par sa production de laine mohair. Des recherches ont été faites sur la fréquence de ses parasites internes et externes.

Les dix chèvres examinées ont été parasitées à 100 p. 100 par divers protozoaires (7 espèces différentes) et helminthes (28 espèces) et à 90 p. 100 par des arthropodes (7 espèces).

A part les protozoaires et les ectoparasites, 2.221 trématodes adultes, 6 ténias, 14.412 nématodes et 25 larves de *Pentastomidae* sont découverts chez les animaux examinés.

Chaque chèvre est infestée par 18 à 26 parasites différents.

Paramphistomum clavula a été rencontré chez une chèvre sur les dix. C'est la première observation concernant ce trématode en Turquie.

- 68-114 **DOBSON (C.). — Actions des différentes doses de larves d'*Oesophagostomum columbianum* sur le poids du corps, la ration alimentaire, la digestibilité et le besoin en eau des moutons.** (The effects of different doses of *Oesophagostomum columbianum* larvae on the body weight, intake and digestibility of feed and water intake of sheep). *Aust. Vet. J.*, 1967, **43** (8) : 291-96.

L'anorexie, diminution de la consommation de nourriture et d'eau, et la diarrhée sont les principales causes de pertes de poids chez les moutons infestés par *Oesophagostomum columbianum*, mais l'importance relative de ces facteurs dépend individuellement de la dose de larve administrée et du nombre d'infestations.

Avec des doses infestantes basses (500 larves), les seuls facteurs évidents contribuant à une perte de poids sont l'anorexie et une diminution apparente de la digestibilité. Lorsque la dose de larves passe de 2.000 à 5.000 ces facteurs multiplient leurs graves conséquences, et la diminution du besoin en eau et la diarrhée contribuent aussi à la perte de poids des moutons. La perte d'appétit et de poids commence au cours de la première semaine et devient plus grave la 5^e semaine après l'infestation.

Après réinfestation, les réactions sont moins graves et se développent plus lentement qu'après l'infestation initiale avec la même dose de larves. Ceci est attribué à la réponse immunologique de l'hôte réduisant le nombre de larves qui pénètrent les tissus intestinaux et causent l'irritation.

Il existe une relation entre la diarrhée et la diminution des taux de globuline-albumine chez les moutons infestés. Le retour à une alimentation normale est rapide, et habituellement complet la 15^e semaine après l'infestation, mais il est ralenti davantage lorsqu'il s'agit d'infestations plus importantes.

- 68-115 **MITCHELL (J. R.). — Fréquence et lieu de prédilection de *Cysticercus bovis* (*inermis*) chez les bovins en Ouganda.** (Häufigkeit und Lieblingssitze des *Cysticercus bovis* (*inermis*) bei Rindern in Uganda). *Fleisch Wirtschaft*, 1967, **47** (9) : 977-79. (Résumé de l'auteur).

A l'abattoir de Kampala, 12.000 bovins âgés de 3 à 6 ans, dont 90 p. 100 de bœufs et de taureaux ont été soumis à un examen visant à déterminer la présence de *Cysticercus bovis* suivant les dispositions de la loi sur l'inspection des viandes en vigueur en Ouganda. 3.473 de ces bovins (28,94 p. 100) étaient atteints de cysticercose dont 2.341 (19,5 p. 100) avaient moins de 12 cysticerques et 1.132 (9,4 p. 100) plus de 12. Les cysticerques étaient localisés dans les muscles des épaules (28,9 p. 100 des cas), dans la langue (20,54 p. 100), dans le cœur (15,3 p. 100), dans les muscles masticateurs (12,32 p. 100), dans le diaphragme (7,12 p. 100), dans les muscles adducteurs (5,1 p. 100), dans le foie (1,2 p. 100), dans d'autres parties, œsophage, bosse, poumons, reins, ganglions lymphatiques et dans d'autres muscles (9,94 p. 100).

Il y avait également des cysticerques calcifiés dans le cœur (20 p. 100 des cas), dans la musculature de la tête (18,86 p. 100) et dans le reste du corps (32,97 p. 100).

- 68-116 **KEITH (R. K.). — Etudes sur la résistance des veaux à l'infestation expérimentale par *Oesophagostomum radiatum* (Rudolphi, 1803). III. Augmentation de la résistance par de multiples infestations au stade larvaire.** (Studies on resistance in calves to experimental infection with the nodular worm, *Oesophagostomum radiatum* (Rudolphi, 1803). III. The stimulation of resistance by multiple infections with larval stages) *Aust. J. agric. Res.*, 1967, **18** (4) : 707-11.

L'auteur note l'influence de multiples infestations d'*Oesophagostomum radiatum* au stade larvaire sur l'augmentation de la résistance des veaux à la réinfestation par ce parasite. Des doses espacées de larves infestantes sont données aux veaux, et les infestations en résultant sont supprimées au début du quatrième stade par l'administration d'un anthelminthique.

La numération des œufs, le nombre de vers adultes trouvés à l'autopsie, et les modifications pathologiques observées dans l'intestin à la suite d'une dose d'épreuve indiquent que les veaux réinfestés montrent un degré élevé de résistance.

Les gains de poids des veaux réinfestés sont nettement inférieurs à ceux des veaux témoins durant la période d'exposition aux infestations larvaires.

Les résultats font penser que les produits immunogéniques des vers adultes, et des larves au troisième ou au début du quatrième stade sont qualitativement semblables.

- 68-117 **KOZAR (Z.), KOZAR (M.). — Etudes expérimentales chez les souris du traitement de la trichinose (thiabendazole, neguvon, cortisone, azulen, sérums).** (Experimental studies in mice on the therapy of trichinellosis (thiabendazole, neguvon, cortisone, azulen, sera)). *Acta Parasit. pol.*, 1967, **14** (15-27) : 133-61. (Traduction du résumé des auteurs).

Au cours de 4 expériences réalisées sur 500 souris parasitées par *T. spiralis*, les études ont porté sur l'action parasitologique (nombre de larves dans les muscles) et clinique (mortalité et temps de survie, poids vif et courbes de température) de composés (Thiabendazole, Neguvon), agissant sur les larves des muscles, et de médicaments symptomatiques (Cortisone, azulen, sérum normal, sérum immun). Un traitement combiné a aussi été appliqué à différents moments. Le thiabendazole a tué les larves même après leur enkystement dans les muscles. On a obtenu la guérison à 98-99 p. 100. Le Neguvon n'a montré qu'une faible action. Les sérums, normal et immun, n'ont pas pu réduire la gravité de l'infection. Il en a été de même avec les traitements à la cortisone et à l'azulène. Contrairement à ce que l'on croit généralement, la cortisone, administrée au bout de 2 semaines d'infection n'a pas aggravé l'infestation.

On a trouvé que l'action parasitologique ne s'accorde pas avec l'image clinique. Les animaux dont les parasites ont été détruits à plus de 90 p. 100 n'ont pas vu leur santé s'améliorer et sont morts 40 à 50 jours après la fin du traitement. La cortisone, l'azulène, ou les sérums, au moins aux doses et durant les périodes d'administration utilisées, n'ont pas d'action préventive.

- 68-118 **ELEK (P.), DURIE (P. H.). — Histopathologie des réactions de veaux à l'infestation expérimentale à *Oesophagostomum radiatum* (Rudolphi, 1803). II. — Réaction de l'hôte sensible à l'infestation par une seule dose de larves.** (The histopathology of the reactions of calves to experimental infection with the nodular worm, *Oesophagostomum radiatum* (Rudolphi, 1803). II — Reaction of the susceptible host to infection with a single dose of larvae). *Aust. J. Agric. Res.*, 1967, **18** (3) : 549-59. 2 pl. (Traduction du résumé des auteurs).

Les aspects histopathologiques de la réponse de l'hôte à *Oesophagostomum radiatum* ont été étudiés chez des veaux, élevés sans parasitisme, après administration d'une seule dose de 5.000 à 10.000 larves infestantes.

La pénétration des larves a provoqué principalement des modifications de la paroi intestinale et n'a pas été suivie de symptômes cliniques.

Cinq à sept jours après l'infestation, une oblitération des petits vaisseaux sanguins par la prolifération endothéliale et l'accumulation périvasculaire d'histiocytes et de lymphocytes est apparue, surtout au voisinage des larves histotropiques, ressemblant à une réaction d'hypersensibilité de type retardé. L'inflammation qui a suivi a paru faciliter la phase histotrope en désorganisant le tissu produit autour des larves au troisième stade de leur développement. La migration des larves au quatrième stade vers le colon et les changements consécutifs au cinquième stade étaient accompagnés d'infiltrations de leucocytes éosinophiles dans la paroi de l'intestin avec accumulation de ces cellules autour et à l'intérieur des glandes muqueuses, en particulier dans le colon. Les abcès des follicules qui en résultent, ressemblant aux lésions actives rencontrées dans les colites ulcéreuses ont guéri lentement avec formation de granulomes contenant des cellules géantes. La caractéristique d'une réponse secondaire de la pro-

duction de cellules du plasma est apparue seulement dans les nodules lymphoïdes enflammés drainant des sections du gros intestin où sont localisés les vers adultes. La guérison de l'entérite aiguë aboutit à la fibrose et à l'hyperplasie de la paroi intestinale.

Entomologie

68-119 **ITARD (J.). — Chromosomes de Glossines (Diptera-Muscidae).** C. R. Acad. Sci., Paris, 1966, **263**, série D (19) : 1395-97.

Les chromosomes somatiques ont été mis en évidence, à partir de la masse nerveuse péri-œsophagienne et des tubes de Malpighi de la puppe âgée de 24 h, chez deux espèces de glossines :

Glossina tachinoides West., qui possède $2n = 6$ chromosomes pratiquement identiques quand à la forme et aux dimensions (5 à 6μ de long).

Glossina morsitans morsitans West., qui possède $2n = 10$ chromosomes différenciés en 6 grands chromosomes (longueur : 5μ environ) et 4 petits chromosomes (longueur 1 à 2μ).

68-120 **HULLEY (P. E.). — Chromosomes mitotiques de *Glossina pallidipes* Austen.** (Mitotic chromosomes of *Glossina pallidipes* Austen). *Nature*, 1968, **217** (5132) 977-79.

En suivant la technique décrite par ITARD, l'auteur a pu mettre en évidence, à partir du ganglion nerveux de pupes originaires de la vallée du Zambèze, les chromosomes en mitose de *Glossina pallidipes*. Cette espèce, qui appartient au sous-genre *Glossina* (groupe *morsitans*), possède $2n = 8$ chromosomes, différenciés en 4 grands chromosomes ($7,80\mu$ de long), 2 chromosomes moyens ($5,72\mu$ de long) et 2 petits chromosomes ($1,68\mu$ de long).

Ainsi, parmi les trois seules espèces de Glossines dont les chromosomes ont pu être étudiés, il apparaît des différences dans le caryotype non seulement entre espèces appartenant à des sous-genres différents, mais également entre espèces appartenant à un même sous-genre.

68-121 **HARLEY (J. M. B.). — Elevage de glossines dans des conditions naturelles dans une cage en plein air à Lugala.** (*Glossina* breeding under semi-natural conditions in an outdoor cage at Lugala). *Rep. E. Afr. Trypan. Res. Org.* 1965, 44-45.

L'auteur rapporte la construction au mois de mai en plein air d'une grande cage en tulle de plastique pour glossines. La cage mesurait environ 6 mètres de long sur 6 mètres de large et 3 mètres de haut, et recouvrait un petit taillis à quelque distance d'un bloc forestier à Lugala. Le but était de voir ce que l'on pouvait obtenir comme production de pupes. Des mouches tsé-tsé ont été introduites dans la cage, appartenant à trois espèces : *G. pallidipes*, *G. palpalis fuscipes* et *G. brevipalpis*, dans chaque espèce environ 1.000 femelles et 50 mâles. Chaque jour l'on plaçait un mouton dans la cage pour la nourriture des mouches.

Au début on a enregistré une forte mortalité attribuable aux prédateurs, au phototropisme positif des mouches et à l'alimentation.

1) Les prédateurs étaient surtout représentés par les fourmis et il a fallu un certain temps pour s'en débarrasser.

2) Phototropisme : les mouches se posent de préférence sur le plafond et le haut des parois de la cage, quand le soleil éclaire celle-ci, les mouches volètent le long du plafond qu'elles heurtent sans cesse et beaucoup doivent mourir d'épuisement. On a remédié à cet inconvénient en plaçant au-dessus de la cage et en face de la partie supérieure de la paroi nord une toile d'emballage.

3) Alimentation : les glossines ont montré peu d'attraction pour les moutons entravés ou immobilisés qui leur étaient présentés, et étaient très agressives pour les observateurs pénétrant dans la cage. On a remplacé les moutons par de jeunes bestiaux placés dans des travaux. Ce changement a entraîné un meilleur rendement de la production des pupes et une agressivité moindre pour les observateurs.

Des renseignements intéressants ont été obtenus pour la production des pupes et la ponte larvaire. L'estimation des populations par capture est pratiquement peu réalisable, le taux de mortalité paraît encore très élevé et il a fallu réintroduire souvent d'autres mouches. En décembre la production des pupes a été de 404 pour *G. pallidipes*, 619 pour *G. palpalis fuscipes* et 1.255 pour *brevipalpis*.

Un point intéressant est la sélection du gîte larvaire, les pupes de *G. pallidipes* et de *G. palpalis fuscipes* ont été trouvées sous les souches près du taillis ou à l'intérieur, tandis que les pupes de *G. brevipalpis* étaient trouvées dans le sable quelquefois à 10 cm de profondeur au pied des parois ce qui laisse supposer que les femelles de *G. brevipalpis* laissent tomber leur larve d'une hauteur de 2 à 3 mètres.

- 68-122 **PERSOONS (C. J.). — Capture de *G. pallidipes* et de *G. palpalis fuscipes* par l'emploi de pièges odorants.** (Trapping of *G. pallidipes* and *G. palpalis fuscipes* using scented traps). *E. Afr. Trypan. Res. Org.*, 1965, 46-47.

L'auteur, après avoir poursuivi au laboratoire des expériences peu concluantes relatives aux stimuli olfactifs chez deux espèces : *G. morsitans* et *G. pallidipes*, s'est proposé de vérifier l'action de certains extraits odorants sur les tsé-tsé dans la nature pour établir une méthode qui permettrait ultérieurement de mettre en évidence des tsé-tsé dans des régions où elles sont peu abondantes.

Des écrans amovibles de deux sortes de pièges : pièges de LANGRIDGE et pièges de MORRIS étaient enduits deux fois par semaine d'extraits de peau de porc.

D'après les résultats de l'expérience, l'extrait qui, au début, attirait *G. pallidipes* n'a pas provoqué une augmentation des captures de *G. palpalis* également présente dans la région. La position et le type des pièges ont influencé les résultats de l'expérience.

- 68-123 **UILENBERG (G.). — *Amblyomma chabaudi* Rageau, 1964 (Ixodidae). Elevage au laboratoire. Description de la larve. Observations complémentaires sur la nymphe.** *Ann. Parasit. hum. comp.*, 1967, 42 (3) : 343-51. (Résumé de l'auteur).

L'auteur rapporte les résultats de l'élevage au laboratoire des différents stades de la tique *Amblyomma chabaudi* Rageau, 1964, sur les tortues *Pyxis arachnoides*, *Testudo radiata* et *T. planicauda*, ainsi que sur lapin. La durée du cycle (qui est celui d'une tique à trois hôtes) est très longue sur les tortues poikilothermes. *P. arachnoides* semble mieux convenir à cette tique que les autres tortues et le lapin. La larve est décrite et illustrée, et la description de la nymphe est complétée. Quelques différences avec les nymphes et les larves d'*A. variegatum*, seule autre espèce du genre à Madagascar, sont indiquées.

- 68-124 **KOHLER (G.) et collab. — Contribution à la connaissance des tiques de Syrie.** (Untersuchungen zur Kenntnis der Zeckenfauna Syriens). *Z. tropenmed. Parasit.*, 1967, 18 (3) : 375-81.

De 1963 à 1966, des tiques ont été récoltées sur plus de 9.000 animaux domestiques et sauvages de toute la Syrie. 18 espèces appartenant aux genres *Argas*, *Ornithodoros*, *Hyalomma*, *Boophilus*, *Rhipicephalus*, *Haemaphysalis*, *Ixodes* et *Amblyomma* ont été identifiées.

L'occurrence saisonnière, la spécificité de l'hôte et la transmission de *Babesia* et *Theileria* sont discutées.

Chimiothérapie — Thérapeutique

- 68-125 **HOEVE (K. van) et GRAINGE (E. B.). — Observations sur la chimio sensibilité au Mel B après transmission cyclique.** (Observation on Mel B sensitivity after cyclical transmission). *Rep. E. Afr. Trypan. Res. Org.* 1965, 63-64.

Deux stablats chimio résistant au Mel B ont été transmis par voie cyclique et après le premier passage par la mouche, les souris infectées ont été traitées au Mel B ; aucune des souris n'a été guérie, ce qui prouve qu'après une transmission cyclique il ne se produit aucune perte de la chimio résistance au Mel B.

- 68-126 **CUNNINGHAM (M. P.) et GRAINGE (E. B.). — L'effet d'un traitement par le bérénil chez du bétail avant d'être exposé à une infection naturelle par trypanosomes.** (The effect of berenil treatment in cattle before exposure to natural trypanosome infections). *Rep. E. Afr. Trypan. Res. Org.*, 1965, 64.

Dix bestiaux traités par le bérénil et dix non traités ont été pendant 9 jours exposés à un risque élevé d'infection. Au 10^e jour, le bétail a été ramené à l'E. A. T. R. O., et réexaminé à différents intervalles par inoculations à la souris et examens d'étalements sanguins.

Parmi le bétail traité, trois individus ont présenté une affection à trypanosomes du sous-groupe *brucei*, à partir du 10^e jour, neuf une affection à *T. vivax* du 20^e au 46^e jour, deux infections étaient mixtes.

Tous les animaux non traités ont été contaminés par *T. (sous-groupe) brucei*, *T. vivax* et *T. congolense* ; pour *T. brucei* à partir du 10^e jour, pour *T. vivax* à partir du 13^e.

Ces résultats sont difficiles à interpréter et peuvent signifier ou l'existence dans la région d'expériences (Lugala) d'un risque d'infection trypanosomienne très élevé ou une action du bérénil plus forte sur *T. brucei* que sur *T. vivax*.

68-127 **RAADT (P. de) et collab. — Chimio résistance provoquée au bérénil.** (Induced resistance to berenil). *Rep. E. Afr. Trypan. Res. Org.*, 1965, 64-66.

Cette chimio résistance au bérénil a été provoquée au cours d'expériences faites pour obtenir des anti-sérums chez des lapins vis-à-vis d'une souche de *T. rhodiense*. Cette souche de trypanosomes maintenant baptisée E. A. T. R. O. 977 n'a pas réagi à une dose infra curative de bérénil chez le lapin et autant qu'on le sache, n'avait pas été précédemment exposée au bérénil. L'infection chez la souris est restée insensible aux doses maximales tolérables. C'est la seule souche de trypanosomes pathogènes qui pour la première fois s'est trouvée acquérir une chimio résistance absolue après une dose initiale infra curative de bérénil.

68-128 **PANDA (N. C.). — Action taenicide du dichlorophène chez les volailles.** (The taeniocidal action of dichlorophen in poultry). *Vet. Rec.*, 1967, **81** (14) : 342-43. (Traduction du résumé de l'auteur).

Trois séries d'expériences ont été faites pour évaluer l'action taenicide du dichlorophène chez les volailles. Deux cents pondeuses White Leghorn ont été traitées avec ce médicament. Le traitement au dichlorophène est très efficace contre les infestations de taenias (*Raillietina*) chez les volailles, mais n'assure pas la protection contre une réinfestation. En raison de la prépondérance des hôtes intermédiaires, c'est-à-dire coléoptères et fourmis, au voisinage des poulaillers, la répétition du traitement est recommandée en vue d'une prophylaxie efficace.

68-129 **KINGSBURY (P. A.), CURR (C.). — Efficacité et toxicité de l'haloxon utilisé comme anthelminthique chez les moutons en Australie.** (Efficiency and toxicity of haloxon as an anthelmintic for sheep in Australia). *Aust. Vet. J.*, 1967, **43** (5) : 166-70. (Traduction du résumé des auteurs).

Les auteurs décrivent des expériences sur le pouvoir anthelminthique et la toxicité du haloxon (B. V. et C.) chez des moutons, en Australie.

Administré par voie orale à la dose de 35-50 mg/kg, il agit sur les nématodes au stade adulte dans l'estomac et l'intestin grêle, mais il est inefficace dans le colon. Une dose de 20 mg/kg élimine virtuellement à 100 p. 100 les *Haemonchus contortus* adultes et immatures. On considère que l'haloxon devrait surtout être utilisé dans ce deuxième but en Australie sous forme de breuvage économique administré durant la saison des pluies d'été à la dose uniforme de 805 mg dans une suspension de 7 ml.

Ainsi la dose serait suffisante pour tuer les *H. contortus* chez les moutons adultes, et un nombre raisonnable de *Trichostrongylus* spp. chez les moutons sevrés, et chez les agneaux une dose adéquate (35-89 mg/kg) éliminerait tous les nématodes de l'estomac et de l'intestin grêle.

Les expériences faites en laboratoire pour étudier la toxicité, et les tests faits sur le terrain sur plus de 4.000 moutons provenant de 15 fermes de Nouvelle-Galles du Sud, confirment que la marge de sécurité, étant donné la toxicité assez forte pour les agneaux sains, était plus de 5 fois supérieure, et dans certains cas, plus de 10 fois supérieure.

La neuro-toxicité mise en évidence par l'ataxie du membre postérieur apparaît deux à six semaines après l'administration de la dose chez environ 95 p. 100 des moutons auxquels on avait donné 150 mg/kg de médicaments.

Le coefficient de sécurité, sous ce rapport, était cependant 3 fois supérieur pour les agneaux et jusqu'à 6 fois supérieur pour les moutons adultes pour une dose recommandée de 805 mg.

Des statistiques suggèrent qu'on ne devrait pas donner de tétrachlorure de carbone pendant quelques jours, au moment de l'administration d'haloxon.

Physiologie — Physio-climatologie

68-130 **OSBALDISTON (G. W.). — Influence de la température ambiante sur la viabilité des poussins.** (Effect of air temperature on the viability of chickens). *Vet. Rec.*, 1967, **81** (3) : 70-74. (Traduction du résumé de l'auteur).

Des populations d'environ 1 000 poulets ont été élevées aux températures ambiantes de 55°, 60°, 65°, 70°, 75° et 80° F. La mortalité journalière a été observée et tous les poulets morts autopsiés. Les températures ambiantes n'ont pas eu de répercussions sur la mortalité, la saison, et le poids à l'éclosion mais elles ont influé sur le comportement durant la période d'incubation. A 55° et 60° F., les poulets étaient moins actifs qu'aux autres températures.

68-131 **MICHELL (A. R.). — Liquides corporels et maladie nutritionnelle.** (Body fluids and alimentary disease). *Vet. Rec.*, 1967, **81** (1) : 2-9.

L'auteur étudie les troubles physiologiques en liaison avec les maladies nutritionnelles et les principes de leur disparition par le traitement par les liquides et les électrolytes. Après quelques considérations générales, il décrit le rôle joué par le liquide extracellulaire, et ses perturbations : déshydratation, déplétion sodique, trop grande hydratation ; par le liquide intracellulaire et ses carences en potassium ; et par l'équilibre base-acide.

Puis il passe en revue les traitements expérimentés jusqu'à présent.

68-132 **RAOUL (Y.). — Physiologie de la vitamine A.** *Bull. Soc. scient. Hyg. aliment.*, 1967, **55** (7-8-9) : 204-14.

L'auteur passe en revue les fonctions physiologiques de la vitamine A pour chercher si l'une d'entre elles, initiale, pourrait entraîner au moins une partie des autres. Dans ce but, il signale brièvement l'utilisation et la transformation des caroténoïdes précurseurs et l'activité des isomères et dérivés de la vitamine A. Il analyse les derniers résultats acquis sur l'action de la vitamine A sur les processus de reproduction avec ses relations avec la vitamine E et la progestérone, la protection des épithéliums et des cartilages, l'action de la vitamine A sur les membranes cellulaires et subcellulaires, sur le système nerveux et sur le métabolisme glucidique. La teneur et le transport sanguin de la vitamine A et l'hypervitaminose A sont brièvement rappelés ainsi que les interrelations entre la vitamine A et les autres vitamines et celles entre la vitamine A et la thyroïde.

L'auteur conclut que seule une analyse biochimique de plus en plus poussée de chaque fonction physiologique de la vitamine A permettra éventuellement de dégager un effet initial de l'une d'entre elles.

Alimentation, carences, intoxications

68-133 **MILLER (T. B.), IDUMA (L. E.). — Nutrition des zébus en Nigeria du nord. 2. Importance de suppléments de carotène.** (Nutrition of zebu cattle in northern Nigeria. 2. The importance of carotene supplements). *Exp. Agric.*, 1967, **3** (4) : 287-93.

L'importance de suppléments de carotène dans l'alimentation des zébus Peulhs blancs a été étudiée au cours de trois expériences. Des génisses étaient soumises à 2 niveaux d'alimentation avec et sans carotène. Celles qui recevaient la ration la plus riche, montrèrent un gain de poids vif de 90 g par tête et par jour, mais le lot à bas régime ne répondit pas à un supplément de carotène. La relation entre l'alimentation avec des graines de coton et la carence en vitamine A, étudiée en comparant les taux de déplétion des jeunes génisses alimentées avec des graines de coton comme compléments à un mélange de tourteau d'arachide/sorgho, a montré que les graines de coton peuvent aggraver la déplétion de carotène/vitamine A dans le foie. Des compléments de carotène, sous forme de 60 grammes d'huile de palme rouge, donnés aux vaches avant et après le vêlage n'ont pas réussi à améliorer la teneur en vitamine A du lait. La sécrétion totale journalière de carotène et de vitamine A dans le lait a été trop faible pour maintenir des réserves suffisantes dans le foie des veaux à la mamelle.

68-134 **BARNES (J. M.). — Champignons toxiques et aflatoxine.** (Toxic fungi with special reference to aflatoxin) *Trop. Sci.*, 1967, **9** (2) : 64-74. (Traduction du résumé de l'auteur).

La découverte de l'action toxique des aflatoxines sur les oiseaux et les mammifères est brièvement comparée aux relations faites sur d'autres toxines fongiques nuisibles à l'homme et aux animaux. L'intérêt porté à l'aflatoxine réside dans son action carcinogène très puissante chez certaines espèces, mais les espèces diffèrent de manière frappante dans leur sensibilité à l'action aiguë ou chronique des aflatoxines. De ce fait, il est difficile de tirer des conclusions sur la sensibilité de l'homme à ces toxines. Le fait que le cancer du foie chez l'homme est commun à certaines régions du monde où la contamination fongique des aliments peut être importante fait penser à une association possible, mais demande confirmation. L'action immédiate de l'aflatoxine sur les cellules hépa-

tiques est soulignée et une action possible avec l'ADN peut être liée à l'action carcinogène. Cependant, un temps très long peut s'écouler dans la vie d'un rat entre le moment d'absorption de l'aflatoxine et celui de l'apparition des tumeurs. En agriculture, l'action toxique aiguë et subaiguë de l'aflatoxine est plus importante chez les animaux domestiques et il est souligné qu'elle n'a pas toujours rapport uniquement aux lésions hépatiques.

La nécessité de penser au rôle possible joué par des toxines fongiques dans l'étiologie de maladies d'origine inconnue est recommandée.

68-135 **VAN HORN (H. H.), FOREMAN (C. F.), RODRIGUEZ (J. E.). — Effet d'un fort complément d'urée sur la consommation d'aliments et la production laitière des vaches laitières.** (Effect of high-urea supplementation on feed intake and milk production of dairy cows). *J. dairy Sci.*, 1967, **50** (5) : 709-14. (Traduction du résumé des auteurs).

Deux expériences ont été faites afin d'étudier les effets de l'urée sur l'appétence de la ration alimentaire, sur la production laitière et l'économie de l'utilisation de l'azote. Dans la première expérience la consommation de concentré a été étudiée sur 20 vaches mises dans deux carrés latins de 5×5 équilibrés par les effets résiduels. L'addition de 2,2 et de 2,7 p. 100 d'urée et de 15,9 et 19,0 p. 100 de maïs au concentré, en réduit de façon significative ($P < 0,01$) la consommation, mais il n'y a pas d'interaction entre l'urée et le maïs. La production laitière apparaît être directement en relation avec la consommation de concentré ($P < 0,01$). Cette dernière se trouve également réduite ($P < 0,05$) par une ration contenant 1,9 p. 100 d'urée et 4,7 p. 100 de mélasses.

Dans la seconde expérience, 24 vaches divisées en 3 groupes pour un essai alimentaire continu de 80 jours ont été nourries avec des rations isocaloriques et ayant la même teneur en azote. Les groupes 2 et 3 ont reçu de l'ensilage additionné de 5 kg d'urée par tonne métrique au moment de la mise en silo. Le complément azoté est constitué par de la farine de soja dans les concentrés destinés aux groupes 1 et 2 et de l'urée pour le groupe 3 (1 p. 100).

La production laitière, la consommation d'ensilage, de concentré et de foin, et les gains de poids vif (en kilogramme par jour) sont respectivement pour les groupes 1, 2 et 3 :

production laitière	26,2	25,2	25,2
ensilage	23,0	22,7	23,6
concentré	11,1	11,5	11,2
foin	2,3	2,3	2,3
gain de poids	0,34	0,36	0,38

Les différences dans la production et la composition du lait ne sont pas significatives.

68-136 **DEMARQUILLY (C.), JOURNET (M.). — Valeur alimentaire des foins condensés. I. Influence de la nature du foin et de la finesse de broyage sur la digestibilité et la quantité ingérée.** *Ann. Zootech.*, 1967, **16** (2) : 123-50. (Résumé des auteurs).

Nous avons distribué à des moutons, maintenus en cage à métabolisme, 3 foins de graminées et 3 foins de luzerne présentés sous différentes formes. Deux foins de graminées et deux foins de luzerne ont été présentés *ad libitum* sous 3 formes : normale (hachée dans un hache-paille), broyée (dans un broyeur muni d'une grille à mailles de 3 mm de diamètre) et condensée (broyée puis agglomérée). Un foin de luzerne et un foin de graminées ont été présentés sous deux formes, hachée et condensée, mais les foins condensés correspondaient à 3 finesses de broyage différentes, 5 mm, 3 mm, 1,5 mm et ils ont été distribués soit *ad libitum* soit en quantité limitée égale à celle ingérée sous forme de foin haché.

Le broyage des foins, suivi ou non de la mise en agglomérés, entraîne une diminution très variable de leur digestibilité (0,4 à 15,1 points) pour la matière organique ; cette diminution est d'autant plus importante que le niveau d'ingestion est élevé et que le broyage est plus fin. Elle affecte beaucoup plus les constituants des membranes que les constituants cytoplasmiques. Elle est beaucoup plus importante pour les foins de graminées que pour les foins de luzerne.

En revanche les foins broyés et surtout les foins condensés sont ingérés en quantités beaucoup plus grandes que les foins hachés correspondants : suivant les foins de 36 à 96 p. 100 pour la matière sèche et de 32 à 62 p. 100 pour la matière organique digestible.

La diminution du temps de séjour des foins broyés ou condensés dans le tube digestif, plus spécialement dans le rumen, permet d'expliquer en majeure partie l'augmentation des quantités ingérées et la diminution de la digestibilité des foins. Les conséquences zootechniques du broyage et de la mise en agglomérés des foins sont discutées.

- 68-137 **EL SHAFIE (S. A.), OSMAN (A. H.). — Engraissement de zébus soudanais. II. Gain de poids et analyse des carcasses de bovins Kenana alimentés par deux rations différentes.** (Fattening of sudan zebu cattle. II. Weight gain and carcass analysis of Kenana cattle under two different types of feed). *Sudan J. vet. Sci. anim. Husb.*, 1965, **6** (2) : 75-82. (Traduction du résumé des auteurs).

Vingt-quatre bovins Kenana âgés en moyenne de 24 mois ont été alimentés durant 100 jours avec deux rations ; l'une contenait un concentré additionné de capsules de graines de coton, tandis que l'autre contenait le même concentré additionné de Berseem (*Medicago sativa*). Il n'y a pas eu de différences statistiquement significatives dans le rendement ou la composition de la carcasse des deux groupes faisant apparaître que les capsules de graines de coton puissent être considérées comme un aliment adéquat pour la future industrie alimentaire du bétail au Soudan.

- 68-138 **GARDINER (M. R.), ROYCE (R. D.). — Intoxication de moutons et de bovins due à l'espèce *Isotropis* (*Papilionaceae*) dans l'ouest de l'Australie.** (Poisoning of sheep and cattle in western Australia due to species of *Isotropis* (*Papilionaceae*)). *Aust. J. agric. Res.*, 1967, **18** (3) : 505-13. (Traduction du résumé des auteurs).

La répartition de six espèces d'*Isotropis* de l'ouest de l'Australie est délimitée, et la description botanique de quatre espèces connues pour leur toxicité est donnée. Les intoxications provoquées par *I. cuneifolia* ou *I. drummondii*, dans les essais d'alimentation, sont étudiées en détail et les effets pathologiques de base rapportés. On pense que le principe toxique agit principalement sur l'endothélium capillaire en forme de pelote et l'épithélium des tubes contournés du rein, et sur les cellules hépatiques centrilobulaires. Des lésions cardio-vasculaires et gastro-intestinales peuvent aussi provoquer une mortalité aiguë. Les modifications histopathologiques sont décrites en détail.

- 68-139 **BIGWOOD (E. J.). — Hétérogénéité des législations nationales en matière de vitamimation des aliments.** *Bull. Soc. scient. Hyg. aliment.*, 1967, **55** (7-8-9) : 183-203.

L'auteur montre que, dans l'état actuel des connaissances, il est pratiquement impossible de dire s'il faut vitamimer ou non les aliments en prenant des bases uniquement physiologiques. Cette impossibilité tient à plusieurs faits :

a) Pour savoir s'il y a lieu de vitamimer ou non systématiquement certains aliments de base, il est nécessaire de juger de façon adéquate la consommation réelle en vitamines. Or, dans la plupart des pays occidentaux il n'y a pas eu suffisamment d'enquêtes alimentaires à intervalles réguliers dans les divers secteurs géographiques et sociaux.

b) Si on a pu mettre en évidence chez les animaux de laboratoire des états de carences latentes en vitamines inapparents et qui précèdent l'apparition des premiers signes prémonitoires de carences affirmées par des méthodes expérimentales, ils sont, par contre, pratiquement indécélables chez l'homme, les méthodes biochimiques, mises au point, n'étant pas assez sensibles.

c) Le problème se complique par l'intervention d'autres facteurs parmi lesquels l'auteur cite l'exemple de la vitamine B₁ dont les besoins varient avec l'apport en calories de la ration ; comme autres facteurs, il signale les habitudes culinaires de la ménagère responsable de la destruction de vitamines, l'antagonisme entre la vitamine B₁ et les sulfites à une époque où l'utilisation de l'anhydride sulfureux dans l'industrie et le commerce des aliments se généralise dangereusement.

Certains pays renoncent à considérer le problème en s'appuyant sur de tels critères ; les nutritionnistes américains détournent la difficulté en adoptant comme critères conventionnels des « niveaux d'approvisionnement » de l'organisme en principes nutritifs comprenant une marge de sécurité en raison du facteur d'incertitude qui entoure la notion du « minimum » indispensable de la couverture des besoins. Les pays européens s'engagent dans la même voie en ajustant la table américaine à leur contexte économique.

Devant cette impossibilité d'affirmer sur des critères uniquement physiologiques que l'organisme est à l'abri de carences latentes en vitamines donc qu'il faut vitamimer ou non les aliments de base, l'auteur propose, comme base d'une réglementation uniforme, de procéder à la vitamimation dans deux cas : Dans celui de destruction liée à la technologie de fabrication du produit livré à la ménagère et dans celui de la substitution pour des raisons diverses d'un aliment à l'autre (Exemple : lorsque la margarine se substitue au beurre).

L'auteur analyse ensuite les différences spécifiques entre les réglementations nationales des pays suivants : Danemark, France, Allemagne Occidentale, Autriche, Italie, Grande-Bretagne, Suisse, Suède, Pays-Bas, Norvège, Belgique, U. S. A. et Canada.

- 68-140 **NORMAN (M. J. T.). — Comparaison des rendements des bovins de races tropicales croisées et de race locale Shorthorn alimentés sur pâturage à Katherine.** (The comparative performance of tropical crossbred and local Shorthorn beef cattle on native pasture at Katherine, N. T.). *Aust. J. exp. agric. anim. Husb.*, 1967, **7** (26) : 217-24.

Le poids vif et les caractéristiques des carcasses de génisses castrées de croisement Brahman \times Hereford, Afrikander \times Hereford et Afrikander \times Shorthorn ont été comparés avec ceux de génisses castrées de race locale Shorthorn alimentées sur pâturage à Katherine, entre 1962 et 1965. Les groupes de races différentes sont divisés en vue d'expériences d'alimentation en hiver, c'est-à-dire avec et sans tourteau d'arachide donné à la dose de 2 livres par jour depuis début juin jusqu'au début de la saison humide.

Sans complément alimentaire, les gains moyens de poids des bovins B \times H, A \times H, A \times S et S, entre juin 1962 et mai 1965 sont respectivement de 0,49 ; 0,37 ; 0,36, et 0,23 par jour. Avec une ration complétementée, les bovins atteignent le poids d'abattage une année plus tôt ; les gains de poids moyens des bovins B \times H, A \times H et S entre juin 1962 et mai 1964 sont respectivement de 0,61, 0,63 et 0,50 livres par jour (il n'y a pas de groupe A \times S).

Sans ration complémentaire, le rendement à l'abattage et la proportion de graisse des bovins B \times H sont supérieurs et la proportion de muscles et d'os inférieure à ceux des autres races. Avec une ration complémentaire, il n'y a pas de différences nettes dans le rendement à l'abattage ou la composition de la carcasse entre les races.

Les mesures des aptitudes thermorégulatrices des bovins Shorthorn locaux, par la détermination de leur température corporelle, montrent que ceux-ci s'adaptent à l'agression thermique.

Pâturages — Plantes fourragères

- 68-141 **BOUDET (G.) et RIVIÈRE (R.). — Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (2) : 227-66.

Les taux de matières sèches, de matières azotées brutes, de cellulose et de cendres constituent les éléments de calcul de la valeur bromatologique des fourrages. A partir de résultats expérimentaux, les tables hollandaises donnent directement la valeur bromatologique d'un kg de matières sèches de fourrage en fonction du taux de cellulose et de cendres pour la valeur énergétique et en fonction du taux de matières azotées brutes pour les matières azotées digestibles.

Par analogie à l'unité gros bétail (U. G. B.) des pays tempérés, un animal de référence de 250 kg pour les pays tropicaux peut être adopté comme Unité-Bétail tropical (U. B. T.). La consommation journalière théorique étant évaluée à 2,5 kg de matière sèche pour 100 kg de poids vif, les besoins de l'U. B. T. sont rapportés au kg de matière sèche ingérée sous le nom d'Equivalent-Ration exprimé en unité fourragère et matière azotée digestible.

Le dépouillement de plus de 500 analyses bromatologiques de plantes fourragères tropicales, a mis en évidence :

- l'importance des pâturages aériens comme complément de la ration en matières azotées digestibles au cours de la saison sèche tant sur steppe que sur savanes.
- l'importance périodique des espèces d'appoint pour assurer la nourriture du bétail sur steppe.
- le nombre limité d'espèces assurant une ration d'entretien pendant une longue période sur steppe.
- l'importance du temps de croissance pour les espèces vivaces de savane, la valeur bromatologique des repousses dépendant plus de ce facteur que de la date de récolte.

- 68-142 **GRANIER (P.), LAHORE (J.), DUBOIS (P.). — Etude du pâturage naturel à Madagascar. Productivité, conséquences pratiques.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (2) : 203-17.

Les auteurs ont étudié les pâturages naturels des régions de l'ouest et du moyen-ouest malgaches et déterminé l'influence de divers facteurs sur leur productivité.

Les résultats enregistrés ont permis de dégager des données pratiques, tant pour le pâturage que pour le fanage et de formuler des règles d'exploitation rationnelle.

L'analyse des conditions géographiques et humaines dans les régions étudiées, permet d'attribuer au moyen-ouest une vocation d'élevage semi-intensif, alors que dans l'ouest, l'élevage devra être conduit sur le mode extensif.

- 68-143 **ROBARDS (G. E.), LEIGH (J. H.), MULHAM (W. E.). — Choix alimentaire du mouton sur pâturage semi-aride de plaine riveraine. 4. — Un pâturage à *Danthonia caespitosa*.** (Selection of diet by sheep grazing semi-arid pastures on the Riverine Plain, 4. — A Grassland (*Danthonia caespitosa*) community). *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.*, 1967, **7** (28) : 426-33.

La ration choisie par des moutons mérinos se nourrissant sur pâturage à *Danthonia caespitosa* Gaudich. a été déterminée par l'analyse de rejets provenant de béliers mérinos ayant des fistules œsophagiennes. Les évaluations visuelles ainsi que les échantillons prélevés à la main ont permis de déterminer la quantité de fourrage disponible.

Au printemps une grande proportion de la ration est constituée d'espèces annuelles. En été, lorsque les espèces présentes dans le pâturage sont peu importantes, *Danthonia caespitosa* compose le principal de la ration. En pâturage intensif, la quantité de matière sèche et de cellulose de *medicago polymorpha* L. dans la ration a augmenté alors que *Danthonia caespitosa* diminuait. La teneur en azote et la digestibilité *in vitro*, du pâturage et du fourrage mangés au printemps, ont diminué comme la disponibilité de fourrage diminuait en pâturage intensif. Ces valeurs étaient plus basses en été qu'au printemps, mais montraient peu de changement avec l'accroissement de la pâture. La qualité du pâturage, évaluée d'après la teneur en azote et la digestibilité, aurait été suffisante, même par un été sec comme celui qui survint durant cette étude, pour permettre aux moutons de grossir.

A cause de l'absence d'une espèce résistant à la sécheresse, capable de produire des quantités appréciables de fourrage durant la période d'été et d'automne, il est improbable qu'un système basé sur la rotation des pâturages ou la jachère puisse être trouvé qui augmente la production animale à partir de ce type de pâturage.

- 68-144 **GREENWOOD (E. A. N.), DAVIES (H. L.), WATSON (E. R.). — Croissance d'un pâturage annuel sur terre vierge dans le sud-ouest de l'Australie avec les effets de la charge et de l'engrais azoté.** (Growth of an annual pasture on virgin land in southwestern Australia including effects of stocking rate and nitrogen fertilizer). *Aust. J. agric. Res.*, 1967, **18** (3) : 447-59. (Traduction du résumé des auteurs).

Des moutons ont été alimentés durant 4 années sur pâturage à *Bromus mollis* L. et *Trifolium subterraneum* L., semés sur terre vierge. Trois taux de sulfate d'ammonium ont été combinés à deux charges différentes.

Les charges de 8 et 12 moutons à l'hectare ont des actions semblables sur le taux de croissance des prairies et ont influé sur la composition botanique seulement durant la seconde et la troisième année de pâture.

Le sulfate d'ammonium a accru la proportion de *B. mollis* et de plantes spontanées, et a réduit *T. subterraneum* et les dicotylédones spontanées. *B. mollis* n'a persisté qu'aux endroits d'application de sulfate d'ammonium. *T. subterraneum*, sans engrais azoté, a prédominé durant 3 ans, puis a diminué à 40 p. 100 la cinquième année. Là où l'engrais a été appliqué en grandes quantités, le trèfle ne s'est pas maintenu même à la charge la plus élevée.

La production annuelle de matière sèche des prairies n'ayant pas reçu d'engrais azoté était pauvre (6.000 kg/ha). Les causes possibles en sont discutées. Le sulfate d'ammonium a augmenté la croissance hivernale les premières années de l'expérience. Ensuite, de grandes quantités de paille se sont accumulées sur le sulfate d'ammonium, la régénération était pauvre et l'engrais azoté inefficace.

Les courbes de croissance des espèces semées sont données et discutées.

Zootecnie — Elevage

- 68-145 **GILIBERT (G.), CAPITAIN (P.), SERRES (H.). — Expérience d'embouche des porcs avec mise au pâturage.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1968, **21** (2) : 219-25.

Deux expériences semblables, une en saison sèche et une en saison des pluies, ont été effectuées pour évaluer l'économie d'aliment concentré qui peut être réalisée en mettant sur du pâturage les porcs à l'engrais, entre les poids de 50 et 100 kg.

Trois traitements alimentaires ont été appliqués à savoir la stabulation permanente habituelle, la sortie sur pâturage artificiel et la sortie sur pâturage naturel.

Les principaux résultats sont les suivants :

Le pâturage naturel abaisse l'indice de consommation du concentré de 0,3 unité environ et le pâturage artificiel de 0,4 unité réalisant une économie de 15 kg et 20 kg respectivement de concentré pour engraisser les porcs du poids de 50 à 100 kg.

- 68-146 **Mc INTYRE (K. H.). — Etude comparée des performances de vaches laitières en été et en hiver sous climat subtropical.** (A comparative study of the performance of dairy cows during summer and winter in a subtropical climate) *Aust J exp. Agric. Anim. Husb.*, 1967, **7** (28) : 400-07.

L'étude a été effectuée durant 196 jours à Biloela, dans le centre du Queensland, sur deux groupes de vaches australiennes Shorthorn Illawara acclimatées, les unes ayant vêlé en mai et les autres en novembre.

Elles ont été nourries en stalles individuelles avec la même ration de composition connue, et bien que n'ayant pas accès au pâturage, elles étaient exposées à des conditions climatiques normales.

Bien que le premier groupe ait produit nettement plus de lait (lait standardisé à 40 p. 1.000) durant les deux premiers mois, la différence dans la production totale n'était pas significative. Le premier groupe avait, en moyenne, un poids plus élevé au départ, et après correction de celui-ci par analyse de covariance, les différences dans la production de lait standardisé à 40 p. 1.000 entre les groupes ont été supprimées les deux premiers mois. En comparaison, les élévations de température rectale, du rythme respiratoire et de la consommation d'eau durant l'été étaient peu importantes. Durant une période particulièrement chaude, on a constaté qu'il existe une corrélation significative entre l'humidité relative et la température rectale et le rythme respiratoire d'une part, et entre la température ambiante sur le rythme respiratoire d'autre part. L'action combinée de la température ambiante et de l'humidité relative sur la température rectale et le rythme respiratoire est aussi significative.

D'après cette expérience, il résulte que, nourri de façon appropriée, le bétail de type européen acclimaté en milieu subtropical produit autant en été qu'en hiver.

- 68-147 **CARNEIRO (G. G.), MEMORIA (J. M. P.). — Influence du sexe et de la race sur les gains de poids de veaux zébus.** (Efeito de sexo e de raça sôbre o ganho em pêso de bezerros zebus). *Archos Esc. Vet.*, Minas Gerais, 1966, **18** : 17-27.

Les gains de poids de veaux zébus nourris en partie durant les 84 derniers jours de la saison sèche et sur pâturage de Jaragua (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf) durant les 168 jours de la saison des pluies sont relatés.

Les mâles sont plus lourds et prennent plus de poids que les femelles de même race bien que soumis aux mêmes conditions.

La moyenne des gains de poids au bout des 168 jours de saison des pluies est la suivante : Gir : 80,7 kg ; Guzerat : 101,5 kg ; et Nellore : 100,1 kg. La moyenne de toutes les races est de 94,1 kg. La moyenne de tous les gains de poids au bout de 252 jours est respectivement de : 109 kg ; 136,7 kg ; 131,1 kg ; 125,6 kg. Les différences de poids entre les races sont statistiquement significatives, dues aux différences entre Gir, Guzerat et Nellore. La différence entre Guzerat et Nellore n'est pas statistiquement significative.

Le fait de comparer les poids obtenus au bout de 252 jours aussi bien que ceux des 168 jours durant la saison des pluies au poids initial des veaux ne modifie que légèrement les moyennes et n'a pas d'importance pratique.

- 68-148 **AMPY (F. R.), KHAN (M. A.), DAGHIR (N. J.). — Comparaison de la production chez des poulets de race white Leghorn, Egyptienne Baladi et Fayoums.** (Comparison of production traits among strains of white Leghorn, Egyptian Baladi and Fayoumi breeds of chickens). *Trop. Sci.*, 1967, **9** (2) : 94-103. (Traduction du résumé de l'auteur).

Les données recueillies lors de ces expériences ont montré que les poulets white Leghorn avaient le taux de croissance le plus élevé et ceux de race Fayoums le taux le plus bas. La nourriture nécessaire par gain unitaire était de 4,03, 4,32 et 4,37 g pour les white Leghorn, les Egyptian Baladi et les Fayoums au cours de la première expérience. Les valeurs correspondant pour la seconde expérience étaient de 3,66, 4,25 et 3,90. L'alimentation nécessaire pour le gain d'une livre augmentait de 0,750 livres après chaque période de 14 jours durant le premier essai et de 0,807 livres durant le deuxième. La production moyenne d'œufs annuelle était de 271 pour les poules white Leghorn, 170 pour les Baladi, et 141 pour les Fayoums. Le poids moyen des œufs était de 56,6 g, 47,6 g et 46,7 g respectivement pour les poules white Leghorn, Egyptiennes Baladi et Fayoums. La nourriture consommée par kg d'œufs produit était de 2,74 kg pour les premières, 4,47 kg pour les secondes et 4,71 kg pour les troisièmes. Les races égyptiennes donnaient un pourcentage en jaune légèrement supérieur et des coquilles d'œufs plus épaisses que les white Leghorn mais ces dernières produisaient des œufs de meilleures formes que les races égyptiennes. L'indice de Haugh est le plus élevé chez les Fayoums et le plus bas chez les Leghorns.

La fertilité était maximale en automne pour les trois races, tandis que la meilleure période d'éclosion et le meilleur pourcentage d'éclosion survenaient durant l'hiver pour les white Leghorn et les Fayoums et durant l'automne pour les Egyptiennes Baladi.

De toutes les races observées, les white Leghorn étaient des productrices d'œufs plus efficaces que les races égyptiennes. Les races égyptiennes étaient supérieures aux white Leghorn par certaines caractéristiques (épaisseur de la coquille, jaune en pourcentage élevé, maturité précoce, âge à 50 p. 100 de production) mais celles-ci étaient probablement compensées par la médiocrité d'autres caractères importants. Des essais pour améliorer les white Leghorn par croisement avec les races égyptiennes sont de valeur douteuse.

68-149 **ROBERTSON (I. S.), WILSON (J. C.), MORRIS (P. G. D.). — La Croissance chez des bovins castrés. Croissance, composition de la carcasse et développement sexuel chez des taureaux, des bouvillons et des bovins castrés suivant la méthode de Baiburtcjan.** (Growth in castrated cattle. Growth, carcass composition and sexual development in bulls, steers and cattle castrated by Baiburtcjan's method). *Vet. Rec.*, 1967, **81** (4) : 88-103.

L'influence de la castration conventionnelle suivant la méthode de Baiburtcjan (Castration russe) ou de la non-castration a été déterminée en mesurant la production et les caractères sexuels de 12 bovins Hereford × Frisons par traitement. Au cours de l'expérience, on leur a donné une ration alimentaire du type « barley beef » depuis l'âge de 4 mois jusqu'à ce qu'ils atteignent le poids vif approximatif de 940 livres au moment de l'abattage.

Six animaux pour chaque méthode ont été mis dans des stalles individuelles, les six autres groupés dans une cour. Les taureaux étaient nettement supérieurs aux bouvillons en ce qui concerne le gain de poids vif, l'efficacité de conversion des aliments et la qualité de la carcasse, bien qu'inférieure dans le classement des carcasses, tandis que les bovins castrés suivant la méthode russe étaient intermédiaires, ressemblant aux bouvillons plutôt qu'aux taureaux. Les taureaux parqués étaient les plus actifs, mais leur entretien ne présentait pas de difficultés réelles. Un accroissement significatif du pourcentage de maigre dans les carcasses des animaux parqués était la plus grande différence trouvée entre les systèmes d'habitat.

La comparaison des taux de fructose séminale et d'acide citrique, et du poids et de l'histologie des organes génitaux a montré que la sécrétion androgénique était la plus élevée chez les taureaux. La plupart des animaux castrés suivant la méthode russe ressemblaient à des bouvillons, mais chez quelques-uns, la sécrétion androgénique a été mise en évidence. D'après les résultats, il existe une association fermée entre l'activité androgénique et la teneur en maigre de la carcasse. Bien que la stérilité ne soit pas assurée dans tous les cas par la méthode russe de castration, on suggère que l'emploi de cette technique pour modifier la composition de la carcasse peut être bénéfique. Le taureau semble le plus adapté à la production de viande maigre.

68-150 **ALIM (K. A.). — Le développement de l'élevage du bétail et de la production laitière en Egypte.** (The development of cattle breeding and milk production in Egypt). *Wild Rev. anim. Prod.*, 1967, **3** (12) : 27-33. (Résumé de l'auteur).

En Egypte, le bétail ordinaire et le buffle constituent des facteurs essentiels de l'économie agricole et représentent environ 75 p. 100 du total des unités du cheptel. Leurs effectifs globaux ont augmenté de 562.000 têtes de bétail (bœufs et vaches) et de 585.000 buffles et bufflonnes, en 1920, à 1.558.000 et 1.524.000, en 1960. La densité des bufflonnes et des vaches laitières est d'environ 0,64 par hectare de terre cultivée, et si l'on ajoute le nombre des mâles arrivés à l'âge adulte et les animaux, on obtient une charge à l'hectare de 1,36 p. 100 tête ce qui est particulièrement élevé. Cette densité exceptionnelle s'explique par la nécessité d'avoir des animaux de trait pour les travaux agricoles et du bétail pour donner du lait.

La plupart des bovins se trouvent dans les provinces septentrionales du pays, à la fois parce que la vaste superficie du delta du Nil leur offre plus d'espace et parce que cette région s'adapte mieux que les autres aux conditions requises pour l'existence normale des animaux. Le climat y est semi-tropical avec deux saisons bien distinctes : l'hiver et l'été. L'hiver y est doux avec quelques précipitations de pluie au nord du delta, tandis que l'été est chaud et sec.

L'élevage se trouve gêné par le manque de fourrage, qui provient de l'augmentation de la population animale, nécessaire pour répondre au rapide accroissement de la population humaine. L'amélioration du cheptel demande d'autre part un régime alimentaire meilleur, ce qui est en rapport avec l'industrialisation du pays et l'augmentation du revenu moyen de ses habitants.

Il existe de grandes possibilités d'amélioration du niveau de la production du cheptel local, à la condition d'accroître la production des foin et des pailles. Cependant, cette

amélioration incombe complètement au gouvernement égyptien, car il n'existe pas en Egypte d'éleveurs privés possédant leurs propres méthodes traditionnelles d'élevage et de reproduction. A partir de 1954, le gouvernement a créé des centres d'expérimentation de grande dimension et a importé de Hollande des bovidés de la race Frisonne. Quelques-uns de ces centres élèvent également des races locales en vue de leur amélioration. Le rapport expose les conditions qu'exige le développement de l'élevage et fait des recommandations concernant la sélection du bétail et les travaux expérimentaux de recherche.

Industries animales

68-151 **ALDRIN (J. F.)**. — Expérimentations sur la congélation de poissons en saumure. *Rev. gén. Froid*, 1967, **58** (10) : 1221-38.

Après un bref aperçu sur l'utilisation du procédé de congélation en saumure, l'auteur en donne les avantages (simplicité, coût peu élevé, rapidité) et les inconvénients (rancissement), puis il étudie les caractéristiques de différents types d'installation de congélation applicables aux produits de la pêche.

Des essais, effectués en Côte-d'Ivoire en 1966 sur huit espèces de poissons et un crustacé, sont rapportés : technique de congélation, tests et analyses.

D'après l'interprétation des résultats, ce procédé se révèle intéressant parce qu'il est rapide, ce qui est très important en climat tropical. Il assure un salage normal. Mais il nécessite une prérefrigération et surtout un glaçage après congélation. Le poisson peut être fumé sans inconvénients. Un stockage de 2 mois à -20°C n'a que peu d'influence sur les produits congelés. Le taux de chlorures est le même que celui des poissons récemment congelés.

En annexe à cet article, les techniques de laboratoire sont décrites et les différents résultats consignés dans des tableaux.

Bibliographie

68-152 **HAYFLICK (L.) et collab. éd.** — Biology of the mycoplasma. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1967, **143** (1) : 1-824.

L'Académie des Sciences de New York vient de publier une magnifique mise au point sur la biologie des mycoplasmes. En 824 pages, 174 auteurs ont présenté 84 articles traitant de tous les aspects de ce qu'est la « mycoplasmiologie », branche nouvelle de la microbiologie. Les temps ne sont plus, en effet, où le microbe péripneumonique était considéré comme un ultra-virus un peu particulier capable de se développer dans les milieux usuels de bactériologie. Nombreux sont ceux qui considèrent maintenant que les mycoplasmes forment un embranchement singulier à côté des Schyzomycètes et des Protozoaires ; leur absence de paroi bactérienne, la structure de leur membrane cellulaire proche de celle de la cellule animale, leurs métabolismes lipidiques et respiratoires originaux tendent à accréditer cette thèse.

L'analyse complète de l'ouvrage conduirait trop loin. Les pathologistes vétérinaires tropicaux seront intéressés par la communication de M. SHIFRINE et R. N. GOURLAY : Relations sérologiques de *Mycoplasma mycoides* avec d'autres bactéries, où est parfaitement mise en évidence la vaste distribution du galactane péripneumonique dans la nature, fait qui pourrait jeter une ombre sur la valeur des tests sérologiques. Une communication de R. N. GOURLAY et C. H. DOMERMUTH sur un test d'inhibition de la croissance de *M. mycoides* ouvre de nouveaux horizons sur l'immunologie de la péripneumonie.

Trois articles ont trait à la pleuropneumonie caprine, maladie trop souvent considérée comme mineure mais dont les pertes comptabilisées sont en fait considérables. Il est grand temps qu'elle suscite un renouveau d'intérêt dans les laboratoires d'Afrique.

Le chercheur sera rassuré par les affirmations de R. H. LEACH qui individualise dans le sein des souches bovines de mycoplasmes 8 groupes sérologiques sans rapports entre eux.

Le rapide survol de ce numéro des Annales ne peut laisser dans l'ombre les importants travaux consacrés aux mycoplasmes humains (plus de la moitié de l'ouvrage). En séance, rapports et discussions n'ont pas confirmé les hypothèses qui tendaient à incriminer les mycoplasmes dans l'étiologie des leucoses. Il a été amplement démontré depuis lors qu'ils n'y étaient que des hôtes de passage sans signification.

Le volume ne coûte que quelques dollars. On ne peut que vivement recommander à tout microbiologiste comme à ceux qu'intéresse la pathologie comparée de se le procurer.

A. PROVOST.