

SOMMAIRE

129 Actualité

ÉPIDÉMIOLOGIE

133 MARTRENCHAR (A.), ZOYEM (N.), NGANGNOU (A.), BOUCHEL (D.), NGO TAMA (A.-C.), NJOYA (A.). Etude des principaux agents infectieux intervenant dans l'étiologie des pneumopathies des petits ruminants au Nord-Cameroun

PROTOZOOLOGIE

139 KALU (A.U.). Sensibilité aux trypanocides et au plasma humain de souches de *Trypanozoon* isolées d'animaux provenant de foyers endémiques de maladie du sommeil au Nigeria (*en anglais*)

145 SOLANO (P.), AMSLER-DELAFOSSÉ (S.). *Trypanosoma congolense* chez différentes espèces de taons (*Diptera : Tabanidae*) au Burkina Faso (**communication**)

HELMINTHOLOGIE

147 MPOAME (M.), AGBEDE (G.). Infestations par des helminthes gastro-intestinaux chez des volailles domestiques à Dschang, Cameroun-Ouest (**communication**) (*en anglais*)

ENTOMOLOGIE

153 GIDUDU (A.M.), CUISANCE (D.), REIFENBERG (J.M.), FREZIL (J.L.). Amélioration de la technique de salivation des glossines pour la détection des métatrypanosomes infectants : étude de quelques facteurs biologiques et non biologiques sur le comportement de sondage des glossines

161 LE GALL (F.), BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), MAINGUET (M.), CUISANCE (D.), LEMESRE (J.L.), NITCHEMAN (S.), CAVALEYRA (M.), D'AMICO (F.), POUNEKROUZOU (E.), N'DOKOUE (F.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. IV. Impact entomologique, parasitologique et zootechnique

171 KAZADI (J.M.), JOCHEMS (M.), KABORE (H.), MBENG (C.), VAN HEES (J.), KAGERUKA (P.). Standardisation et évaluation de la technique de salivation manuelle pour le dépistage des infections par trypanosomes chez la glossine (*Diptera : Glossinidae*) (**communication**)

BIOLOGIE et BIOCHIMIE

177 IGBOKWE (I.O.), UMAR (I.A.), OBAGAIYE (O.K.), SAROR (D.I.), ESIEVO (K.A.N.). Concentrations du glutathion érythrocytaire des bovins zébus et Ndama nigériens. (**communication**) (*en anglais*)

ZOOTECNIE, GÉNÉTIQUE et REPRODUCTION

181 BATHAEI (S.S.). La croissance et le développement corporel de la naissance à la maturité dans la race ovine iranienne Mehraban à queue grasse

195 NIARE (T.). Croissance pré-sevrage des agneaux et productivité en milieu traditionnel soudano-sahélien au Mali

AGROPASTORALISME

203 D'AMICO (F.), POUSSINGA (J.M.), LE MASSON (C.), LE MASSON (A.), CUISANCE (D.). Pratiques pastorales Mbororo et trypanosomoses bovines dans une zone de savanes humides de Centrafrique.

213 ONANA (J.). Les ligneux fourragers du Nord-Cameroun. I. Inventaire et phénologie

220 Note de lecture

223 Analyse de thèse

CONTENTS

129 Current topics

EPIDEMIOLOGY

133 MARTRENCHAR (A.), ZOYEM (N.), NGANGNOU (A.), BOUCHEL (D.), NGO TAMA (A.-C.), NJOYA (A.). Study of the main infectious agents involved in the aetiology of pulmonary illness among small ruminants in Northern-Cameroon

PROTOZOLOGY

139 KALU (A.U.). Sensitivity of animal-derived *Trypanozoon* stocks from sleeping sickness endemic foci of Nigeria to trypanocides and human plasma

145 SOLANO (P.), AMSLER-DELAFOSSÉ (S.). *Trypanosoma congolense* in various species of horse flies (*Diptera : Tabanidae*) in Burkina Faso (**communication**)

HELMINTHOLOGY

147 MPOAME (M.), AGBEDE (G.). The gastro-intestinal helminth infections of domestic fowl in Dschang, Western Cameroon (**communication**)

ENTOMOLOGY

153 GIDUDU (A.M.), CUISANCE (D.), REIFENBERG (J.M.), FREZIL (J.L.). Improvement of tsetse fly salivation technique for the detection of infective metatrypanosomes : study of the impact of certain biological and non-biological factors on probing behaviour of tsetse flies

161 LE GALL (F.), BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), MAINGUET (M.), CUISANCE (D.), LEMESRE (J.L.), NITCHEMAN (S.), CAVALEYRA (M.), D'AMICO (F.), POUNEKROUZOU (E.), N'DOKOUE (F.). Control of *Glossina fuscipes fuscipes* by traps to protect livestock in the Central African Republic. IV. Entomological, parasitological and zootechnical impact

171 KAZADI (J.M.), JOCHEMS (M.), KABORE (H.), MBENG (C.), VAN HEES (J.), KAGERUKA (P.). Standardisation and evaluation of a manual salivation technique for the detection of trypanosome infections in tsetse fly (*Diptera : Glossinidae*) (**communication**)

BIOLOGY and BIOCHIMESTRY

177 IGBOKWE (I.O.), UMAR (I.A.), OBAGAIYE (O.K.), SAROR (D.I.), ESIEVO (K.A.N.). Erythrocyte glutathione concentrations in Nigerian Zebu and Ndama cattle (**communication**)

ZOOTECNY, GENETICS and REPRODUCTION

181 BATHAEI (S.S.). Growth and body development from birth to maturity in the Mehraban Iranian fat-tailed sheep

195 NIARE (T.). Pre-weaning growth of lambs and productivity in Sudano-Sahelian traditional area in Mali

RANGE MANAGEMENT

203 D'AMICO (F.), POUSSINGA (J.M.), LE MASSON (C.), LE MASSON (A.), CUISANCE (D.). Mbororo pastoral practices and bovine trypanosomosis in an area of wet savannah of the Central African Republic

213 ONANA (J.). Browses trees of North-Cameroon. I. Inventory and phenology

220 Notes

223 Thesis review

SUMARIO

129 Actualidad

EPIDEMIOLOGIA

133 MARTRENCHAR (A.), ZOYEM (N.), NGANGNOU (A.), BOUCHEL (D.), NGO TAMA (A.-C.), NJOYA (A.). Estudio de los principales agentes infecciosos que participan en la etiología de la pneumopatías de los pequeños rumiantes en el Norte de Camerún

PROTOZOOLOGIA

139 KALU (A.U.). Sensibilidad hacia tripanocidas y plasma humano de stocks de *Trypanozoon* de derivados animales, provenientes de focos endémicos de la enfermedad del sueño en Nigeria

145 SOLANO (P.), AMSLER-DELAFOSSÉ (S.). *Trypanosoma congolense* en las diferentes especies de tábanos (*Diptera : Tabanidae*) en Burkina Faso (**nota**)

HELMINTOLOGIA

147 MPOAME (M.), AGBEDE (G.). Helmintosis gastrointestinales de las aves domésticas en Dschang, Camerún oeste (**nota**)

ENTOMOLOGIA

153 GIDUDU (A.M.), CUISANCE (D.), REIFENBERG (J.M.), FREZIL (J.L.). Mejoramiento de la técnica de salivación de las glosinas para la detección de meta tripanosomas infectantes: estudio de algunos factores biológicos y no biológicos sobre el comportamiento de sondeo de las glosinas

161 LE GALL (F.), BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), MAINGUET (M.), CUISANCE (D.), LEMESRE (J.L.), NITCHEMAN (S.), CAVALEYRA (M.), D'AMICO (F.), POUNEKROUZOU (E.), N'DOKOUE (F.). La lucha con trampas contra *Glossina fuscipes fuscipes* para la protección de la ganadería en República centroafricana. IV. Impacto entomológico, parasitológico y zootécnico

171 KAZADI (J.M.), JOCHEMS (M.), KABORE (H.), MBENG (C.), VAN HEES (J.), KAGERUKA (P.). Homogeneización y evaluación de la técnica de salivación manual para la detección de las infecciones por tripanosomas en la glosina (*Diptera : Glossinidae*) (**nota**)

BIOLOGIA y BIOQUIMICA

177 IGBOKWE (I.O.), UMAR (I.A.), OBAGAIYE (O.K.), SAROR (D.I.), ESIEVO (K.A.N.). Concentraciones de glutatión eritrocitario en el ganado cebú y Ndama nigeriano (**nota**)

ZOOTECNIA, GENETICA y REPRODUCCION

181 BATHAEI (S.S.). Crecimiento y desarrollo corporal del nacimiento a la madurez en la raza iraní de ovinos Mehraban

195 NIARE (T.). Crecimiento durante el pre destete de los corderos y productividad en medio tradicional sudano-saheliano en Malí

AGROPECUARIA

203 D'AMICO (F.), POUSSINGA (J.M.), LE MASSON (C.), LE MASSON (A.), CUISANCE (D.). Prácticas de pastoreo Mbororo y tripanosomosis bovinas en una zona de savanas húmedas de República centroafricana

213 ONANA (J.). Plantas leñosas forrajeras del Norte de Camerún. I. Inventario y fenología

220 Nota de lectura

223 Análisis de tesis

ACTUALITÉ

Elevage et éleveurs

Il y a toujours un homme derrière la vache, la brebis ou le dromadaire... C'est bien de cela dont il est question dans l'analyse présentée dans ce numéro par Marcel Jollivet et Philippe Lhoste d'un travail réalisé en collaboration entre un anthropologue du GERDAL¹ et des zootechniciens du département SAD² de l'INRA.

A propos de la conduite de la reproduction des élevages ovins bas-alpins³, il y est question des difficultés de compréhension entre deux citoyens d'un même pays s'exprimant dans la même langue, l'un formé par une culture technique et scientifique et l'autre dont les connaissances sont issues de la pratique ; il y est question également de méthodes scientifiques pour rendre compte de ces différences et améliorer la convergence entre deux systèmes de pensée. Mais je préfère vous renvoyer à la lecture de cette analyse et pourquoi pas à l'article lui-même !

*C'est toutefois l'occasion pour moi d'émettre quelques réflexions sur la contribution des sciences sociales aux problématiques abordées par nos institutions de recherche. En effet, la question de l'« **économie de l'élevage** » (sensu lato) reste ouverte et il est difficile d'envisager l'avenir sans un investissement dans cette direction. C'est-à-dire sans des collaborations et des ouvertures vers l'étude des aspects sociaux et économiques de l'élevage tropical : relations entre groupes sociaux pour l'utilisation de territoires communs, conditions de production, de transformation éventuelle et de mise en marché de nouveaux produits, émergence d'une agriculture productive et de systèmes marchands dans des sociétés traditionnellement orientées vers des échanges et des rites coutumiers, etc.*

Economie, sociologie, anthropologie, géographie, sont quatre disciplines qui ont toutes une part à apporter à un département de recherche impliqué dans des problématiques aussi « socialisées » que peuvent l'être celle du changement technique ou celle de la gestion des milieux naturels et la prise en compte des questions d'environnement.

***Les faits techniques** (la conduite de la reproduction, de l'alimentation, du pâturage...) sont à considérer comme des construits sociaux, au même titre que les idéologies qui animent ces systèmes et sous-tendent les modes d'organisation qu'ils se sont donnés. Les faits techniques, moyens d'action sur le milieu biophysique, sont élaborés et organisés en systèmes techniques dans la perspective des projets des acteurs concernés : ils caractérisent l'interface entre les groupes et leur environnement biophysique, c'est-à-dire leurs modes de gestion du vivant.*

Etudier les faits techniques, c'est se donner des moyens de rendre compte de ces modes de gestion et d'agir sur leur évolution.

1. Groupe d'expérimentation et de recherche : développement et actions localisées ; membre du GDR-AGRAL du CNRS.

2. Systèmes agraires et Développement.

3. Darré J.P., Hubert B., Landais E., Lasseur J., 1993. Raisons et pratiques. Dialogue avec un éleveur ovin. *Etudes rurales*, 131-132 : 107-181.

Ceci amène à considérer différemment l'apport des sciences sociales. Elles ne servent pas uniquement à produire le « juge de paix » du bilan économique de telle ou telle innovation dans un système de production, ou à mieux connaître les rapports entre agriculteurs et éleveurs, encore moins à identifier les « bonnes conditions du transfert technologique » ou de la « diffusion des innovations » !

*La prise en compte des **filières**, que celles-ci soient traditionnelles ou innovantes, nécessite des dispositifs de recherche pertinents aussi bien pour les aspects techniques que pour ceux qui relèvent habituellement de l'économie. C'est au sein des filières que s'organise l'articulation entre la production, la transformation et la commercialisation. Le développement considérable des villes induit de nouveaux enjeux pour leur approvisionnement alimentaire : émergence d'élevages péri-urbains d'espèces à cycle court, circuits de commercialisation de plus en plus complexes, intérêt d'innovations techniques relatives à la transformation et à la conservation des produits lactés et carnés, nouvelles opportunités pour les systèmes de productions animales localisés à distance, etc. Sans oublier qu'il s'agit bien là du marché privilégié des importations.*

Des incertitudes importantes pèsent sur le marché des produits carnés, en Afrique en particulier : incertitudes liées aux différences de prix entre produits locaux et produits importés, réactions des différents agents tout au long de ces deux filières (effet des subventions à l'exportation de l'Union européenne, des accords du GATT, de la dévaluation du franc CFA, des différentiels de valeur relative des monnaies entre les pays de la zone permettant des stratégies de réexportation, etc.)⁴, concurrence entre la viande rouge, celles du porc et des volailles et les poissons pêchés, élevés ou importés.

Les recherches doivent alors prendre en considération plusieurs niveaux d'organisation pour d'une part rendre compte assez finement de l'organisation de ces marchés nationaux et internationaux et, d'autre part, étudier les dispositifs de coordination qui se mettent en place aux niveaux locaux et régionaux entre les divers acteurs concernés (produits et marchés nouveaux, élaboration des normes, etc.). Les disciplines techniques et technologiques doivent alors s'associer à celles qui rendent compte des formes d'implication sociale, des savoir-faire mobilisés et des aspects culturels de ces dispositifs.

La gestion des ressources naturelles met également fortement en cause les projets des différents acteurs concernés ainsi que les perceptions et les représentations qu'ils se sont construites, de l'espace en tant que territoire, de la faune et de la flore comme des ressources exploitables, des autres groupes sociaux comme des concurrents ou des alliés, etc. La seule vision d'une « bonne manière » d'utiliser les pâturages ou d'exploiter le gibier de la part des scientifiques et des techniciens n'est pas systématiquement partagée par les éleveurs et les chasseurs ; ceux-ci produisent également des connaissances sur ces « ressources », dans un contexte social différent, avec probablement d'autres finalités et d'autres référents culturels, voire religieux, ainsi que d'autres normes sur ce qui est bon et mauvais. Ainsi qu'il est bien dit dans l'analyse de M. Jollivet et Ph. Lhoste, il n'est pas question de comparer les

4. Rolland J.P., 1994. Impact de l'accord du GATT et de la réforme de la PAC. Le cas du marché euro-africain de la viande bovine. Montpellier, Paris, Solagral, Collection et Réseau stratégies alimentaires, 182 p.

« valeurs » de ces différents systèmes de pensée, mais de bâtir les conditions d'une convergence qui permette à un véritable dialogue de s'instaurer.

La connaissance est construite socialement et cela s'impose dès qu'il s'agit de biens communs et de gestion collective, que ce soit dans le cadre des relations entre sociétés traditionnelles de pasteurs, d'éleveurs et d'agriculteurs⁵ ou dans celui plus nouveau des problèmes d'environnement tels que : surpâturage autour des points d'eau et des forages, gestion des ressources pastorales et désertification dans les zones sahéliennes ; maintien de la fertilité des sols en zone agropastorale ; pollutions dans les élevages concentrés en zone périurbaine ; maintien de la biodiversité dans les espaces naturels, cultivés ou pâturés ; protection d'espèces rares, etc.

En effet, un problème d'environnement n'existe que s'il est exprimé par un groupe : il s'agit de protéger des gens, des entités sociales, des sociétés, voire l'humanité dans son ensemble et les générations futures, des conséquences de leurs activités économiques, de leurs modes de vie, de leurs usages. Il met en cause l'action des uns au nom de valeurs reconnues par d'autres. Si des questions relatives à la protection de la faune, des milieux, de certaines espèces à intérêt cynégétique, peuvent être abordées, au moins dans un premier temps, par l'étude de la biologie et de l'écologie des populations et des communautés concernées, celle-ci doit être complétée par des approches relatives à la perception sociale de ces problèmes ainsi qu'aux modalités de gestion des biens communs. Exclusive de ces autres dimensions, la seule approche biologique n'est pas suffisante pour aborder ces questions qui mettent en cause la gestion de populations ou de milieux.

Il est toutefois souhaitable de distinguer les situations d'élevage de celles qui portent sur la gestion de populations animales dites sauvages : les premières mobilisent de la part des éleveurs des connaissances assez élaborées sur la conduite de leurs troupeaux (généalogie, reproduction, pastoralisme, pathologie, etc.) ainsi que sur l'organisation de l'espace (territoires traditionnels, tribaux, claniques et familiaux, localisation et permanence des points d'eau, valeur des pâturages, déplacements saisonniers, réserves, etc.) ; les pasteurs y expriment un degré de maîtrise non négligeable des moyens à mobiliser, éventuellement sur plusieurs années, pour atteindre leurs finalités. Dans le second cas il s'agit, d'abord et surtout, de techniques de chasse et de contrôle des dynamiques et de la démographie des populations animales.

Ainsi donc, les recherches qui portent sur les **systèmes d'élevage** ne peuvent pas ignorer la facette sociale des faits techniques, ainsi que l'illustre tout particulièrement l'article évoqué au début de cet actualité. Les connaissances qui tissent et supportent la pensée de la pratique ne sont pas directement accessibles à des théoriciens des techniques : un effort particulier doit être envisagé à l'occasion de la conduite d'entretiens (ainsi qu'au moment de leur interprétation et exploitation) pour ne pas réduire la pensée des autres à ce qu'on en comprend soi-même immédiatement ; des techniques existent pour ce faire, qui sont illustrées dans l'article des Etudes rurales, et qui font encore l'objet d'amélioration et de formalisation afin d'en augmenter l'aspect opérationnel. L'obstacle de la langue devient bien secondaire du fait de l'enregistrement exhaustif des entretiens et des possibilités de travail ultérieur ainsi ouvertes ; il

5. Je me contenterai d'un renvoi à l'article de Digard J.-P., Landais E., Lhoste Ph. « La crise des sociétés pastorales : un regard pluridisciplinaire ». *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 683-692.

faut également retenir l'idée suggérée par M. Jollivet et Ph. Lhoste d'y voir un champ d'intervention privilégié pour les jeunes chercheurs nationaux.

Une telle démarche impose l'interdisciplinarité dans tous les domaines des sciences et des techniques. Nos interlocuteurs ne distinguent pas systématiquement la pathologie, de la reproduction et de la nutrition quand ils *élèvent* des animaux : leur « modèle d'action » est conçu de manière globale dans la perspective d'un projet dans lequel s'enchevêtrent le biologique, l'économique, le culturel et le social. Pour le comprendre et le faire émerger de propos partiels, tels ceux que nous recueillons, nous avons besoin de mettre nous-mêmes en synergie nos différentes approches spécialisées. Nous en avons la nécessité également pour le retraduire en questions de recherche et en protocoles d'études, puisque c'est ainsi qu'est organisé et que se construit notre propre savoir.

A une époque où la place de l'élevage dans les pays en développement est remise en cause par certains organismes nationaux et internationaux de conception et de financement du développement, une volonté forte doit être exprimée pour des recherches de qualité. Certes, les recherches sur l'élevage, et en particulier celui des grands herbivores, sont coûteuses et prennent du temps ! Certes, l'élevage n'est pas sans soulever des questions pertinentes en termes d'environnement !

Mais ces questions ne concernent pas seulement les pays en développement et, dans ces pays, ceux où l'élevage représente une des composantes essentielles du changement technique et social : c'est encore un des meilleurs moyens de vivre en zone sahélienne en exploitant de grands espaces pastoraux, de maintenir la fertilité des sols en zone agro-pastorale, d'approvisionner des villes, de plus en plus peuplées, en protéines d'origine animale à partir de petites structures familiales et artisanales ; c'est encore une des voies d'enrichissement et de renouvellement des savoir-faire, des qualifications professionnelles et des identités culturelles aptes à maintenir, entre le développement urbain des sociétés modernes et les dynamiques spontanées de milieux réputés difficiles, un tissu humanisé en contact avec la nature !

Encore faut-il savoir adapter le dispositif de recherche à ce renouvellement. L'homme n'est pas seulement la finalité des systèmes productifs, il en est aussi le concepteur et le pilote.

Bernard Hubert

**Directeur du département SAD
de l'INRA**

Etude des principaux agents infectieux intervenant dans l'étiologie des pneumopathies des petits ruminants au Nord-Cameroun

A. Martrenchar^{1*}, N. Zoyem¹, A. Ngangnou¹, D. Bouchel^{2**}, A.-C. Ngo Tama², A. Njoya²

MARTRENCHAR (A.), ZOYEM (N.), NGANGNOU (A.), BOUCHEL (D.), NGO TAMA (A.-C.), NJOYA (A.). Etude des principaux agents infectieux intervenant dans l'étiologie des pneumopathies des petits ruminants au Nord-Cameroun. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 133-137.

Entre 1990 et 1992, 91 autopsies de petits ruminants atteints de troubles pulmonaires ont permis l'isolement des souches de *Mycoplasma (M.)* suivantes : *M. mycoides* subsp. *mycoides* LC, *M. ovipneumoniae*, *M. agalactiae*, *M. sp. type 2D* et *M. arginini*. Onze souches de *Pasteurella multocida* (sérotypes A1, A3, A5, A7 et D2) et 11 souches de *Pasteurella haemolytica* (sérotypes 1, 2, 3, 6, 7, 8 et 9) ont été isolées. Les autres germes bactériens isolés étaient *Corynebacterium pseudotuberculosis*, *Actinomyces pyogenes*, *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Bacillus sp.* et *Mycobacterium sp.* Des antibiogrammes ont été réalisés sur 32 souches de Pasteurelles, de *Corynebacterium pseudotuberculosis* et d'*Actinomyces pyogenes*. Quatre-vingt-huit p. 100 des souches se sont montrées sensibles à la pénicilline G et à l'oxytétracycline, 84 p. 100 au chloramphénicol ; 50 p. 100 des souches se sont avérées être insensibles à la spiramycine et 47 p. 100 à la streptomycine. Une souche de Capripoxvirus a été isolée sur des ovins. L'infection par le virus de la peste des petits ruminants (PPR) a été mise en évidence par la technique d'ELISA-capture sur des échantillons de poumon. Deux enquêtes sérologiques, une sur la pleuropneumonie contagieuse caprine (898 caprins) conduite entre 1991 et 1993 et l'autre sur la PPR (902 ovins et caprins) conduite en 1993, ont été réalisées dans les provinces du Nord et de l'Extrême-Nord. Aucun anticorps ne fut détecté contre la pleuropneumonie contagieuse caprine. Sur les animaux de l'échantillon, la prévalence de la PPR s'est révélée être de 64 ± 7 p. 100 dans la province de l'Extrême-Nord et de 14 ± 3 p. 100 dans la province du Nord. Sur le plan des mesures de lutte, la diversité antigénique des souches de Pasteurelles isolées tend à rendre difficilement applicable une vaccination contre la pasteurellose des petits ruminants. La PPR apparaît endémique surtout dans la province de l'Extrême-Nord et l'efficacité d'une campagne de vaccination doit être mesurée en milieu réel.

Mots-clés : Caprin - Ovin - Peste des petits ruminants - Pleuropneumonie contagieuse caprine - Mycoplasmosse - *Pasteurella* - Antibiotique - Pénicilline - Test ELISA - Vaccin - Cameroun.

INTRODUCTION

Les observations des agents du ministère de l'Elevage camerounais, ainsi qu'un suivi zootechnique mené en milieu traditionnel depuis 1989 et une enquête de pro-

1. Laboratoire national vétérinaire de Boklé, B.P. 503, Garoua, Cameroun.

2. Station de recherche zootechnique et vétérinaire, B.P. 1073, Garoua, Cameroun.

*Adresse actuelle : CNEVA, Laboratoire central de recherche avicole et porcine, B.P. 53, 22440 Ploufragan, France.

**Adresse actuelle : CIRAD-EMVT, 10, rue Pierre Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France.

Reçu le 17.1.1995, accepté le 13.7.1995.

ductivité (14), ont montré que les pneumopathies des petits ruminants constituaient un facteur limitant essentiel de l'élevage de ces espèces dans le Nord-Cameroun. Les résultats présentés ici proviennent d'une étude menée de 1990 à 1993 dans le but d'identifier les principaux agents infectieux intervenant dans cette pathologie et de préciser les méthodes de lutte possibles.

MATERIEL et METHODES

Isolement des souches et mise en évidence d'antigènes

Quatre-vingt-onze autopsies de petits ruminants ont été effectuées. Les animaux provenaient soit de l'abattoir de Garoua (22 prélèvements), soit du suivi zootechnique mené par l'Antenne de recherche zootechnique et vétérinaire de Garoua (69 prélèvements). Dans le premier cas, les commémoratifs cliniques étaient inconnus ; dans le second cas, il s'agissait essentiellement d'animaux présentant des troubles pulmonaires chroniques. Les fragments de parenchyme pulmonaire prélevés se situaient à l'interface entre les zones lésées et les zones saines.

Souches bactériennes

Les fragments d'organe ont été broyés manuellement dans du sérum physiologique. Le surnageant a servi d'inoculum et a été ensemencé sur une gélose trypticase-soja (Bacto tryptic soy agar, Difco) supplémentée à l'aide de 10 p. 100 de sang de cheval pour la recherche des bactéries possédant une paroi. Les colonies les plus nombreuses ont été repiquées pour identification.

La recherche de mycoplasmes s'est effectuée en ensemençant parallèlement 2 milieux liquides selon la méthode des dilutions pastoriennes (Heart Infusion Broth (HIB), Difco ; milieu de Hayflick, Difco) et un milieu solide obtenu en ajoutant 12,5 g/l d'agar au milieu HIB. Tous les milieux ont été supplémentés avec 20 p. 100 de sérum de cheval, 10 p. 100 d'extrait de levure fraîche et 2 p. 1 000 d'ADN (ADN de thymus de veau hautement polymérisé, Sigma). Afin d'éliminer les contaminants bactériens, on a rajouté dans tous les milieux de la pénicilline (500 UI/ml) et de l'acétate de thallium (5 p. 1 000). L'identification des espèces après trois clones succes-

A. Martrenchar N. Zoyem A. Ngangnou D. Bouchel A.-C. Ngo Tama A. Njoya

sifs s'est faite à l'aide des tests biochimiques classiques, du test d'inhibition de croissance et du test d'immuno-fluorescence directe (9).

Souches virales

Les fragments de poumon ont été broyés dans du sérum physiologique et centrifugés à 800 g pendant 10 min. Le surnageant a servi d'inoculum. On a utilisé soit des cellules d'explant primaire de reins de veau, soit des cellules de la lignée ETM (embryon total de mouton). Si aucun effet cytopathogène n'était observé au bout de 10 jours, un passage en aveugle était effectué. L'identification des souches s'est faite par séroneutralisation. Par ailleurs, le test de mise en évidence d'antigène PPR par ELISA-capture (10) a aussi été utilisé sur 27 échantillons de poumon tout venant (20 caprins et 7 ovins) prélevés à l'abattoir de Garoua. Dans ce dernier cas, les recherches bactériologiques n'ont malheureusement pas pu être effectuées.

Réalisation des antibiogrammes

La confluence des colonies a été obtenue en inoculant des géloses Mueller Hinton 2 supplémentées avec 10 p. 100 de sérum de cheval à l'aide des inoculums suivants :

- *Pasteurella* : une dilution au 1/10 d'une culture de 24 h en bouillon trypticase-soja (soit une différence de densité optique au 450 nm de 0,037 avec le témoin) ;
- *Corynebacterium pseudotuberculosis* : une dilution au 1/10 d'une culture de 48 h en bouillon trypticase-soja (soit une différence de densité optique au 450 nm de 0,056 par rapport au témoin) ;
- *Actinomyces pyogenes* : une culture pure de 48 h en bouillon trypticase-soja (soit une différence de densité optique au 450 nm de 0,700 par rapport au témoin).

Enquêtes sérologiques

Pleuropneumonie contagieuse caprine

Huit cents sérums de chèvres des provinces du Nord et de l'Extrême-Nord ont été collectés au cours des mois de février et mars 1991. La moitié de ces sérums ont été prélevés dans des marchés sur des animaux tout venant ; l'autre moitié provenait de villages ayant signalé des antécédents de pneumopathies chez les caprins. La réaction utilisée a été la fixation du complément en micro-méthode avec un seuil de positivité au 1/40. Tous les sérums ont été testés vis-à-vis d'un antigène total de *M. capricolum* subsp. *capripneumoniae* préparé comme indiqué par ailleurs (9).

En outre, entre avril 1992 et août 1993 on a récolté 98 sérums de chèvres faisant partie d'un suivi zootechnique.

Ces sérums ont été analysés vis-à-vis de *M. capricolum* subsp. *capripneumoniae* à l'aide d'un test ELISA de blocage utilisant un anticorps monoclonal (15).

Peste des petits ruminants

Neuf cent deux sérums de petits ruminants ont été prélevés dans les provinces du Nord (38 troupeaux) et de l'Extrême-Nord (12 troupeaux) au cours de l'année 1993. Le choix des troupeaux s'est fait au hasard, en concertation avec les agents locaux du ministère de l'Élevage, sans connaissance préalable des pathologies dominantes. Le détail des prélèvements en fonction de l'espèce, de la classe d'âge et de la province est donné dans le tableau IV (voir plus loin). Ces sérums ont été analysés vis-à-vis du virus PPR à l'aide d'un test ELISA de compétition utilisant un anticorps monoclonal (11). On a standardisé les prévalences sur l'âge selon d'une part les prévalences observées sur l'échantillon par province, espèce et classe d'âge et, d'autre part, la pyramide des âges obtenue au cours d'une enquête de productivité effectuée dans les deux provinces (14).

Les données ont été analysées en créant des variables à 2 modalités (le statut sérologique, l'espèce et la province) et à 3 modalités (classes d'âge 0-1 an, 1-2 ans et plus de deux ans). Les tableaux croisés ont été analysés à l'aide du test du chi-2. Après mise en évidence de l'effet principal, une analyse stratifiée a été réalisée pour rechercher des facteurs de confusion et/ou des facteurs modificateurs de l'effet (5).

RESULTATS

Isolement des souches et mise en évidence d'antigènes

Souches bactériennes

Les tableaux I et II indiquent respectivement les espèces de mycoplasmes et de *Pasteurella* qui ont été isolées. On note une grande dispersion des espèces de mycoplasmes et des sérotypes de *Pasteurella*. Les autres espèces de bactéries les plus fréquemment isolées ont été *Corynebacterium pseudotuberculosis*, *Actinomyces pyogenes*, *Staphylococcus* sp., *Streptococcus* sp. *Bacillus* sp., *Pseudomonas aeruginosa* et *Mycobacterium* sp. Les résultats des antibiogrammes sont indiqués dans le tableau III. On note une bonne sensibilité des souches à tous les antibiotiques testés, sauf à la spiramycine et à la streptomycine.

Souches virales

Une souche de Capripoxvirus a été isolée sur un ovin. Sur le même poumon avait été isolée en très grande

TABLEAU I
Souches de *Mycoplasma* (*M.*) isolées

Espèce	Nombre de souches isolées	
	Ovins	Caprins
<i>M. agalactiae</i>	1	
<i>M. arginini</i>	4	
<i>M. mycoides mycoides</i> LC		3
<i>M. ovipneumoniae</i>	1	4
<i>M. sp. type 2D</i>	1	

abondance une souche de *Mycoplasma* sp. type 2D. Le virus PPR fut mis en évidence sur 9 des 20 prélèvements de caprins et sur aucun des 7 prélèvements d'ovins.

Enquête sérologique

Pleuropneumonie contagieuse caprine

Aucun anticorps anti- *M. capricolum* subsp. *capripneumoniae* ne fut mis en évidence ni par la technique de fixation du complément, ni par la technique ELISA.

Peste des petits ruminants

Les résultats bruts par province, espèce et classe d'âge sont donnés dans le tableau IV. L'effet principal fut l'effet province ($\chi^2 = 208,2$; ddl = 1 ; $p < 0,00001$) avec 64 ± 7 p. 100 de séroprévalence dans la province de l'Extrême-Nord et 14 ± 3 p. 100 dans la province du Nord (respectivement 60 ± 7 p. 100 et 13 ± 2 p. 100 en standardisant selon l'âge). Dans la province de l'Extrême-Nord, l'effet espèce n'était pas significatif ($\chi^2 = 0,1$; ddl = 1 ; $p > 0,05$) contrairement à l'effet âge ($\chi^2 = 19,3$; ddl = 2 ; $p < 0,00007$) avec respectivement 43 ± 13 p. 100, 65 ± 12 p. 100 et 79 ± 9 p. 100 dans les classes d'âge 0-1 an, 1-2 ans et plus de 2 ans. Dans la province du Nord, seul l'effet espèce était significatif ($\chi^2 = 82,4$; ddl = 1 ; $p < 0,00001$) avec 8 ± 2 p. 100 chez les caprins et 38 ± 8 p. 100 (34 ± 8 p. 100 en standardisant selon l'âge) chez les ovins.

TABLEAU II
Souches de *Pasteurella* isolées

Sérotype	Nombre de souches isolées	
	<i>Pasteurella haemolytica</i>	<i>Pasteurella multocida</i>
1	2	
2	1	
3	2	
6	1	
7	1	
8	2	
9	2	
A1		2
A3		4
A5		2
A7		2
D2		1
Total	11	11

TABLEAU III
Sensibilité de 32 souches de *Pasteurella*, de *Corynebacterium pseudotuberculosis* et d'*Actinomyces pyogenes* à 8 agents antibactériens

Agent antibactérien	Sensible (p. 100)	Intermédiaire (p. 100)	Résistant (p. 100)
Ampicilline	94	6	0
Chloramphénicol	84	10	6
Colistine*	66	0	34
Oxytétracycline	88	9	3
Pénicilline G	88	9	3
Spiramycine	50	28	22
Streptomycine	53	9	38
Sulfamides	85	9	6

* 90 p. 100 des 21 souches de *Pasteurella* testées étaient sensibles à la colistine.

DISCUSSION

A la connaissance des auteurs, il s'agit de la première mise en évidence formelle au Nord-Cameroun de *Mycoplasma agalactiae* qui est un des agents de l'agalaxie contagieuse des petits ruminants. Dans des conditions expérimentales, *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* LC, qu'il soit ou non associé à *Mycoplasma ovipneumoniae*, s'est montré létal pour des caprins de race locale (13). Des recherches sur les taux de prévalence de ces deux infections et de leurs conséquences sur les productivités des troupeaux sont à poursuivre.

L'existence de la pleuropneumonie contagieuse caprine au Nord-Cameroun n'a pas pu être mise en évidence par l'enquête. Cette maladie apparaît être pour le moment confinée dans les pays situés à l'est du Cameroun. Néanmoins, l'existence de mouvements d'animaux incontrôlés d'est en ouest impose une surveillance sanitaire soutenue.

En ce qui concerne les pasteurelloses, et malgré le faible nombre de souches isolées, il apparaît que la diversité antigénique observée est très grande. Les sérotypes de

TABLEAU IV
Résultats de la recherche d'anticorps anti-PPR en fonction de la province, de l'espèce et de la classe d'âge.

	0-1 an			1-2 ans			> 2 ans		
	Testés	Positifs Nombre	p. 100	Testés	Positifs Nombre	p. 100	Testés	Positifs Nombre	p. 100
Province de l'Extrême-Nord									
Ovins	30	15	50	30	19	63	38	28	74
Caprins	30	11	37	30	20	66	40	34	85
Province du Nord									
Ovins	30	9	30	40	11	27	71	33	46
Caprins	214	8	4	152	24	16	197	13	6

Pasteurella haemolytica sont très variés. Ceci corrobore les résultats d'études menées dans d'autres pays africains (6, 7, 8). En ce qui concerne les souches de *Pasteurella multocida*, la variété antigénique semble un peu moins importante avec une relative prépondérance du sérotype A3 à l'instar de ce qui a été observé au Soudan et au Sénégal (6, 7). Des études sur les niveaux de protection croisée des différents sérotypes de *Pasteurella multocida* et de *Pasteurella haemolytica* sont souhaitables. La formulation de vaccins tués en excipient huileux doit être comparée à celles utilisant l'alun et l'hydroxyde d'alumine (1, 2, 3, 4). Actuellement, une campagne de vaccination à grande échelle n'est pas envisageable. Il est néanmoins recommandé de poursuivre l'étude afin de disposer d'un nombre plus important de souches.

La plupart des antibiotiques testés se révèlent relativement efficaces sur les germes isolés. Seules, la spiramycine et la streptomycine sont à déconseiller dans le traitement des pneumopathies des petits ruminants.

La peste des petits ruminants apparaît être endémique dans les deux provinces avec une prévalence plus forte dans la province de l'Extrême-Nord. Néanmoins, un éventuel effet année doit être recherché par de nouvelles enquêtes. Il a été cependant montré que la primo-infection des jeunes animaux pouvait expliquer une partie importante des mortalités et des baisses de croissance observées en milieu traditionnel (12). L'efficacité d'une campagne de vaccination doit être mesurée en milieu réel par une comparaison des paramètres zootechniques entre des troupeaux vaccinés et des troupeaux non vaccinés.

CONCLUSION

Dans le complexe multifactoriel que constituent les pneumopathies des petits ruminants au Nord-Cameroun, les méthodes de prophylaxie peuvent intervenir au niveau des facteurs infectieux et non infectieux. Sur la plan des

facteurs infectieux, la vaccination est envisageable contre la PPR ; en revanche, contre les pasteurelloses, elle semble vouée à l'échec à cause de la diversité antigénique rencontrée et de la méconnaissance des parentés immunologiques entre les différents sérotypes. En ce qui concerne les facteurs non infectieux, une enquête écopathologique est nécessaire pour mettre en évidence les facteurs de risque sur lesquels une action de prévention est possible.

Remerciements

Les identifications de mycoplasmes ainsi que les sérologies vis-à-vis de *M. capricolum* subsp. *capripneumoniae* à l'aide du test ELISA de blocage ont été réalisées au laboratoire PATHOTROP du CIRAD-EMVT à Maisons-Alfort, France. Ce travail a pu être réalisé grâce aux dons du projet régional de recherche sur les petits ruminants et du projet Garoua 2 (projets du fonds d'aide et de coopération française) ainsi que du programme PARC (PanAfrican Rinderpest Campaign).

Bibliographie

- CAMERON C.M., LORRAINE PIENAAR, VERMEULEN A.S.M., 1980. Lack of cross-immunity among *Pasteurella multocida* type A strains. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 47: 213-219.
- CAMERON C.M., BESTER F.J., 1984. Formulation of an effective *Pasteurella multocida* vaccine for sheep. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 51: 189-191.
- CAMERON C.M., BESTER F.J., 1986. Response of sheep and cattle to combined polyvalent *Pasteurella haemolytica* vaccines. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 53: 1-7.
- CHANDRASEKARAN S., KAMAL HIZAT, ZAMRI SAAD, JOHARA M.Y., YEAP P.C., 1991. Evaluation of combined pasteurella vaccines in control of sheep pneumonia. *Br. vet. J.*, 147: 437-443.
- DABIS F., DRUCKER J., MOREN A., 1992. Epidémiologie d'intervention. Paris, France, Arnette ed., p. 329-355.

6. DOUTRE M.P., PERREAU P., 1981. Le portage des *Pasteurella* sp. et de *Mycoplasma arginini* chez les moutons sains au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 34 (4) : 365-368.

7. DOUTRE M.P., PERREAU P., 1983. Le portage de *Pasteurella* sp. et de *Mycoplasma arginini* chez la chèvre au Sénégal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 36 (1) : 11-14.

8. HUSSEIN A.M., ELSAWI MOHAMED O., 1984. A serological survey of sheep sera for antibodies to *Pasteurella haemolytica* serotypes in the Sudan. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 37 (4) : 418-421.

9. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 1989. Mycoplasmes et mycoplasmoses des ruminants. Documents techniques. Maisons-Alfort, France, CIRAD-IEMVT, 153 p.

10. LIBEAU G., DIALLO A., COLAS F., GUERRE L., 1994. Rapid differential diagnosis of rinderpest and peste des petits ruminants using an immunocapture ELISA. *Vet. Rec.*, 134 (12): 300-304.

11. LIBEAU G., PREHAUD C., LANCELOT R., COLAS F., GUERRE L., BISHOP D.H.L., DIALLO A., 1995. Development of a competitive ELISA for detecting antibodies to the peste des petits ruminants virus using a recombinant N protein. *Res. vet. Sci.*, 58: 50-55.

MARTRENCHAR (A.), ZOYEM (N.), NGANGNOU (A.), BOUCHEL (D.), NGO TAMA (A.-C.), NJOYA (A.). Study of the main infectious agents involved in the aetiology of pulmonary illness among small ruminants in Northern-Cameroon. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 133-137.

Between 1990 and 1992, 91 necropsies of small ruminants affected with pulmonary illness led to the isolation of the following strains of *Mycoplasma* (*M.*): *M. mycoides* subsp. *mycoides* LC, *M. ovipneumoniae*, *M. agalactiae*, *M. sp.* type D2 and *M. arginini*. Eleven *Pasteurella multocida* strains (serotypes A1, A3, A5, A7 and D2) and 11 *Pasteurella haemolytica* strains (serotypes 1, 2, 3, 6, 7, 8 and 9) were isolated. *Corynebacterium pseudotuberculosis*, *Actinomyces pyogenes*, *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Bacillus sp.* and *Mycobacterium sp.* were also isolated. Thirty-two antibiograms were performed on *Pasteurella*, *Corynebacterium pseudotuberculosis* and *Actinomyces pyogenes* strains. Eighty eight p. cent were sensitive to penicillin G and oxytetracycline, and 84 % to chloramphenicol; 50 % were not sensitive to spiramycin and 47 % to streptomycin. One Capripoxvirus strain was isolated on sheep. Pest of small ruminants (PPR) virus was detected by immunocapture ELISA test performed on some lung samples. Two serological surveys, one for contagious caprine pleuropneumonia (898 goats), between 1991 and 1993, and one for PPR (902 sheep and goats) in 1993, were conducted in the North and Far North provinces. No antibody against contagious caprine pleuropneumonia was detected. Among the animals in the sample, PPR prevalence was 64 ± 7 % in the Far North province and 14 ± 3 % in the North province. Concerning control measures, a vaccination campaign against small ruminant pasteurellosis appears to be hardly feasible because of the antigenic diversity of the isolated *Pasteurella* strains. PPR is endemic especially in the Far North province. The efficiency of a vaccination campaign against PPR must be estimated with a field survey.

Key-Words: Goat - Sheep - Pest of small ruminants - Contagious caprine pleuropneumonia - Mycoplasmosis - *Pasteurella* - Antibiotics - Penicillin - ELISA - Vaccine - Cameroon.

12. MARTRENCHAR A., BOUCHEL D., ZOYEM N., 1994. Enquête sur la pathologie des petits ruminants en milieu traditionnel au Nord-Cameroun. Etude des facteurs intervenant sur l'apparition des signes cliniques individuels et sur la mortalité du troupeau. In : Comité scientifique du projet régional de recherche sur les petits ruminants, session du 7 au 12 février 1994, Niamey, Niger. Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT.

13. MARTRENCHAR A., BOUCHEL D., ZOYEM N., 1995. Isolation and experimental studies of *Mycoplasma mycoides* subsp. *mycoides* LC and *Mycoplasma ovipneumoniae* in goats in northern Cameroon. *Small Rum. Res.*, 16 (2): 179-184.

14. PLANCHENAU D., 1993. Enquête de productivité au Cameroun. Rapport final. Maisons-Alfort, France, CIRAD-EMVT, 249 p.

15. THIAUCOURT F., BÖLSKE G., LIBEAU G., LE GOFF C., LEFEBVRE P.C., 1994. The use of monoclonal antibodies in the diagnostic of Contagious Caprine Pleuropneumonia (CCPP). *Vet. Microbiol.*, 41: 191-203.

MARTRENCHAR (A.), ZOYEM (N.), NGANGNOU (A.), BOUCHEL (D.), NGO TAMA (A.-C.), NJOYA (A.). Estudio de los principales agentes infecciosos que participan en la etiología de las pneumopatías de los pequeños rumiantes en el Norte de Camerún. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 133-137.

Entre 1990 y 1992 se realizaron 91 autopsias en pequeños rumiantes afectados por problemas pulmonares, las cuales permitieron el aislamiento de las siguientes cepas de *Mycoplasma* (*M.*): *M. mycoides* subsp. *mycoides* LC, *M. ovipneumoniae*, *M. agalactiae*, *M. sp.* tipo D2 y *M. arginini*. Se aislaron once cepas de *Pasteurella multocida* (serotipos A1, A3, A5, A7 y D2), así como 11 cepas de *Pasteurella haemolytica* (serotipos 1, 2, 3, 6, 7, 8 y 9). Otros gémenes bacterianos aislados fueron : *Corynebacterium pseudotuberculosis*, *Actinomyces pyogenes*, *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Bacillus sp.* y *Mycobacterium sp.* Se realizaron además antibiogramas en 32 cepas de *Pasteurellas*, de *Corynebacterium pseudotuberculosis* y de *Actinomyces pyogenes*. Ochenta y ocho por ciento de las cepas mostraron sensibilidad a la penicilina G y a la oxitetraciclina, 84 p. 100 al cloranfenicol, 50 p. 100 fueron insensibles a la espiramicina y 47 p. 100 a la estreptomycin. Se aisló una cepa de Capripoxvirus en ovinos. La infección viral de la peste de los pequeños rumiantes (PPR) se demostró en muestras de pulmón gracias a la técnica de ELISA. Se realizaron dos estudios serológicos, uno sobre la pleuropneumonia contagiosa caprina (898 caprinos) llevada a cabo entre 1991 y 1993 y otro en 1993, sobre la PPR (902 oviocaprinos), en las provincias del Norte y Extremo-Norte. No se pudo detectar ningún anticuerpo contra la pleuropneumonia contagiosa caprina. La prevalencia de PPR encontrada para los animales de la muestra fue de 64 ± 7 p. 100 en la provincia del Extremo-Norte y de 14 ± 3 p. 100 en el Norte. En lo que concierne la lucha, la diversidad antigénica de las cepas de *Pasteurellas* aisladas dificulta la utilización de vacunas contra la pasteurellosis en los pequeños rumiantes. La PPR parece endémica, sobre todo en la provincia del Extremo-Norte y la eficiencia de una campaña de vacunación debe ser evaluada en el medio real.

Palabras clave: Caprino - Ovino - Peste de los pequeños rumiantes - Pleuropneumonia contagiosa caprina - Micoplasmosis - *Pasteurella* - Antibiótico - Penicilina - ELISA - Vacuna - Camerún.

Sensitivity of animal-derived *Trypanozoon* stocks from sleeping sickness endemic foci of Nigeria to trypanocides and human plasma

A.U. Kalu ¹

KALU (A.U.). Sensitivity of animal-derived *Trypanozoon* stocks from sleeping sickness endemic foci of Nigeria to trypanocides and human plasma. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (2): 139-144.

Twelve *Trypanozoon* stocks isolated from semi-nomadic cattle in known sleeping sickness foci of central and northern Nigeria were studied in terms of susceptibility to two trypanocides, diminazene aceturate (Berenil) and isometamidium chloride (Samorin) and human plasma. In infected small ruminants, three of the stocks were resistant to diminazene aceturate at doses of 7.0 -14.0 mg/kg body weight (b.w.) while isometamidium chloride at doses of 1.0 mg/kg b.w. or higher failed to effect parasitological cure of infections with two of the diminazene-resistant stocks. The two isometamidium-resistant stocks were also consistently resistant to the trypanolytic action of human plasma. It is suggested that cattle are reservoirs of *Trypanosoma brucei* subspecies potentially infective to man and resistant to the therapeutic action of the known sanative pair (diminazene and isometamidium).

Key words: Sleeping sickness - *Trypanosoma* - Cattle - Swine - Blood plasma - Nigeria.

INTRODUCTION

In West Africa, *Trypanosoma vivax*, *T. congolense* and *T. b. brucei* are the most important trypanosome species for livestock. The last two enjoy a wide host range, infecting also laboratory animals, wildlife and pigs as reviewed by Losos and Ikede (18) and Anosa (3). *T. brucei gambiense*, the main cause of sleeping sickness in the subregion has been isolated from pigs (10, 19, 27), sheep (26), dogs (10), game animals (20) and domestic chickens (31).

Spot surveys, abattoir samples and occasional outbreaks have provided the main sources of epidemiological studies of trypanosomiasis in Nigerian livestock over several decades (2). Although the study of the prevalence and distribution of the disease in ruminants is currently benefiting from a European grant (4), knowledge of the role of domestic animals and wildlife in its transmission in man and livestock is limited to the report of Joshua *et al.* (14) on the potential of migratory cattle to harbour human-infective trypanosomes. Also, despite reports on drug resistance among haematic trypanosome species viz *T. vivax* and *T. congolense* (2, 5) few attempts have been made to study the phenomenon among *Trypanozoon* species under Nigerian field conditions. This study was

designed to assess the sensitivity to trypanocides of *T. brucei* subspecies isolated from ruminants and pigs in sleeping sickness zones of Nigeria and to test the potential infectivity of the stocks to man.

MATERIALS and METHODS

Sleeping sickness foci, survey areas

The sleeping sickness endemic areas surveyed included the primordial foci in Tiv Province of Benue State. This area has been regarded as one of the oldest permanent foci of sleeping sickness in Nigeria. Others were the more northern areas of Jema'a Local Government (Kaduna State) and Plateau State. The areas lie within 7°10' - 10°25' North and 8°00' - 9°45' East and extend from the Southern to the Northern Guinea vegetation zones (fig. 1).

The livestock

Samples were taken from bovine and porcine hosts reared semi-intensively. The pigs were housed in piggeries in the vicinity of owners' houses, while the cattle were either provided with shelter or housed in open enclosures in front of owners' residence, after the day's grazing within a mean of 5 km radius, as described by Kalu *et al.* (16).

Trypanozoon stocks

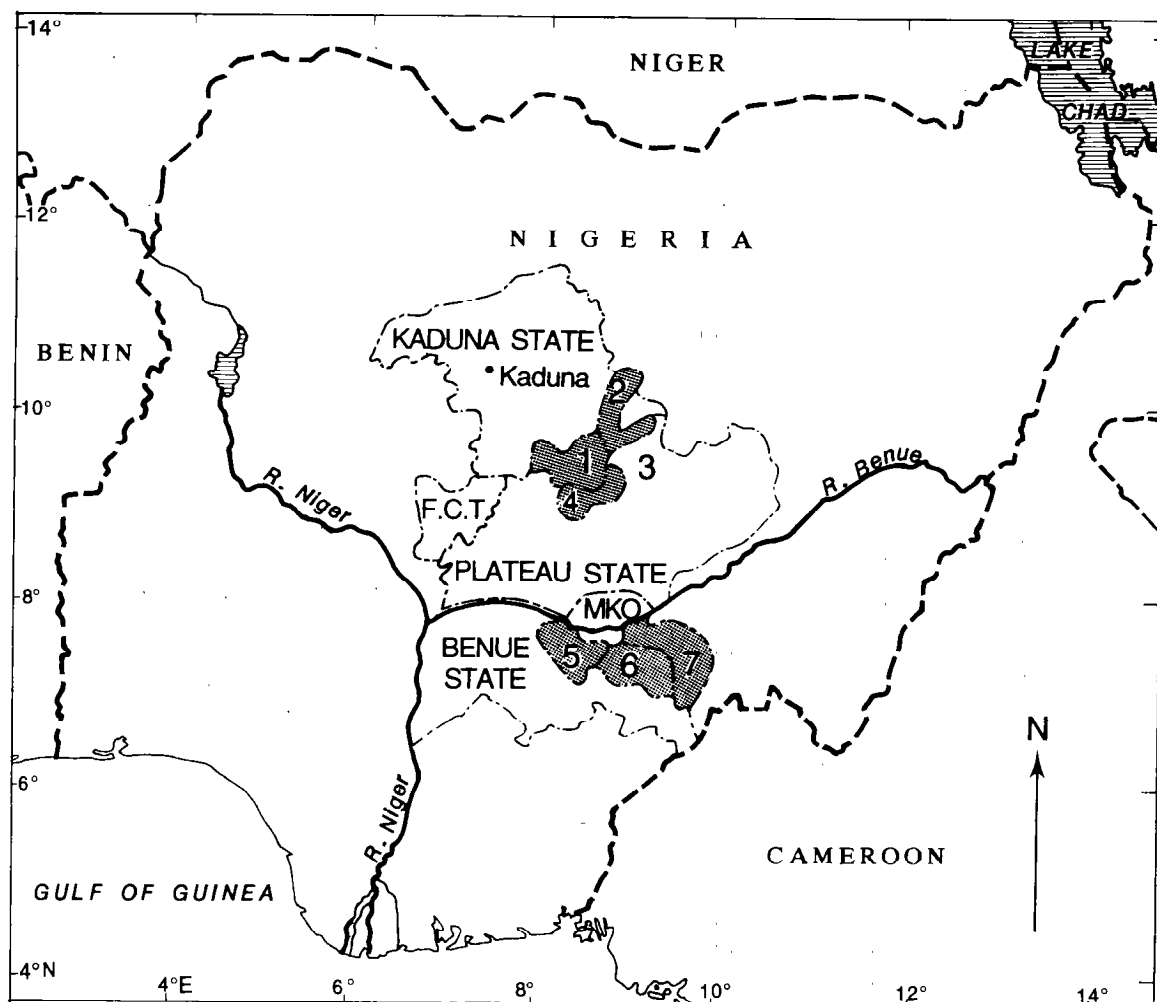
Primary isolates of *T. brucei* subspecies were made from the Livestock Investigation and Breeding Centre (Benue State) and other herds and piggeries in Gboko West and Katsina Ala Local Government Areas of Benue State. Zebu (Bunaji) cattle in Wamba and Jos (Plateau State) and Manchok/Kafanchan in Jema'a Local Government Area of Kaduna State formed the sources of the other stocks (see table III and fig. 1).

Control *Trypanozoon* stocks were obtained from the Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR), Vom and were :

- *T. brucei brucei* 8/18, isolated from a pig at Nsukka, Nigeria (11) ;

1. Department of Veterinary Public Health and Preventive Medicine, University of Maiduguri, PMB 1069, Maiduguri, Borno State, Nigeria.

Reçu le 30.6.1994, accepté le 13.6.1995.



- | | | | |
|--------|---------------------------|--|-------------|
| ----- | International boundary | | Sample area |
| ----- | State boundary | | |
| F.C.T. | Federal Capital Territory | | |
1. Jemaa L.G.A. (Local Government Area), Kaduna State
 2. Bassa L.G.A., Plateau St.
 3. Barkin Lodi L.G.A., Plateau St.
 4. Akwanga L.G.A., Plateau St.
 5. Gwer L.G.A., Benue St.
 6. Gboko L.G.A., Benue St.
 7. Katsina Ala L.G.A., Benue St.

Figure 1 : Sleeping sickness endemic areas of Nigeria surveyed for animal trypanosomosis.

- *T. brucei gambiense* Kwa strain, isolated from the gland juice of a sleeping sickness patient in Shendam Local Government Area, Plateau State (28).

Isolates were maintained by stablation in liquid nitrogen at -196°C till required. Mixed populations were differen-

tially eluted through a DEAE cellulose (DE 52, Whatman Chemical Ltd, UK) anion exchange column with PSG according to Lanham and Godfrey (17), passaged through trypanosome naive suckling mice, and cloned derivatives were stablized. All trypanosome stablizes irrespective of source were passaged twice through mice

and their *Trypanozoon* morphology was confirmed by differentiation on Giemsa-stained thin films prior to the studies.

Experimental animals

Adult Wister mice (18.2 ± 1.5 kg) were obtained from the Laboratory Animal Unit of the Parasitology Division, NITR, Vom. Red Sokoto goats (mean weight 14.6 ± 2.2 kg) and West African dwarf sheep (12.5 ± 1.8 kg) were purchased at various times from the local markets in Mangu LGA on the tsetse-free Jos plateau. They were screened for trypanosomes and other haemoparasites, dewormed with thiophanate (Nemafax, May & Baker, U.K.) and given doses of iron dextran (Myofer 100, Farbwerke Hoechst, Germany) during a 3 month acclimatization period. The animals were fed concentrates supplemented by a grass/legume mixture and Acha hay (*Digitaria exilis*) *ad libitum*. Only parasite-free animals were used in the experiments.

Infection of goats and sheep

Cardiac blood of donor mice infected with *Trypanozoon* stocks was pooled and the trypanosomes counted in a Neubauer haemocytometer. Each experimental small ruminant was then syringe-inoculated, via the intramuscular route, with approximately 1×10^7 bloodstream trypanomastigotes contained, after dilution in phosphate buffered saline (PBS; pH 7.4), in 2 to 3 ml of the inoculum.

Drug susceptibility trials

Drug treatment started at different days following prepatency (table I), depending on the pathogenicity of the strains. Diminazene aceturate (Berenil, Farbwerke Hoechst AG, Germany) and isometamidium chloride (Samorin, May & Baker Ltd, U.K.) were used at the recommended doses for ruminants of 3.5 mg and 0.5 mg/kg body weight, respectively or higher (tables I, II). Cures and relapses of infection following treatment were monitored daily by detection of parasites in ear vein blood using the dark ground buffy coat examination (23) and the haematocrit centrifugation technique (29), as described by Kalu *et al.* (15).

Blood incubation infectivity test (BIIT)

The potential infectivity of *Trypanozoon* isolates to man was evaluated by the blood incubation infectivity test. The technique employed was that described by Rickman (24). Each incubated sample was inoculated into 5 test mice as recommended by ILCA's manual (22). Experimental animals were housed in separate cages to prevent oral transmission (21). Stocks were designated sensitive or resistant to human plasma according to the criteria of Hawking (12).

RESULTS

Susceptibility to trypanocides

Twelve *T. brucei* isolates were each tested for susceptibility to Berenil and Samorin. Out of these, 3 were consistently resistant to Berenil at 7.0 mg/kg b.w. or higher doses (table I). Also 2 *T. brucei* stocks were resistant to Samorin at 1.0 mg/kg b.w. (or more) (table II). The two Samorin-resistant stocks (ICS/CT 40 and GBS 2/CT 18) were among the Berenil-resistant ones. All the stocks susceptible to Berenil were also cleared from small ruminant hosts by Samorin at 0.5 mg/kg b.w.

Sensitivity to human plasma

Two of twelve stocks tested were repeatedly resistant to normal human plasma (table III). Morphologically, the *Trypanozoon* stocks were pleomorphic like the others, susceptible to human plasma, had longer prepatent periods and also exhibited lower parasitaemia in caprine/ovine hosts (table III).

DISCUSSION

Drug resistance among trypanosomes has been reported mostly among the haematic trypanosomes (*T. vivax* and *T. congolense*) which are more pathogenic and prevalent among ruminants in Nigeria (3, 4, 18). Trypanosomes of the *brucei* group require higher doses to effect a cure (especially with Berenil) as they invade tissues and cause relapse infections from their locations *e.g.* the brain (3, 4, 13). They may also become more pathogenic under stress conditions and in the areas where other trypanosome species have been effectively reduced by chemotherapy. The finding of a high proportion of stocks of this species resistant to trypanocides indicates the necessity of more judicious drug use and suggests that adequate diagnosis should be made prior to any therapy under field conditions.

It has long been believed that human infective *T. brucei gambiense* and *T. brucei rhodesiense* also occur in animal hosts (8, 30). Direct evidence using human volunteers (9) and indirect evidence by the blood incubation infectivity test (6, 20, 25) support this belief. Also, the role of domestic animals as reservoirs of trypanosomes infective to man has been reviewed by Mehlitz *et al.* (20) while, in West Africa, various domestic animals including cattle, pig, sheep, dog and chicken have been incriminated by various workers (10, 19, 20, 26, 27, 31).

In Nigeria, the only evidence of the involvement of domestic livestock in the transmission of sleeping sickness is that provided by Joshua *et al.* (14) from nomadic cattle grazing on the Jos plateau. The observation by Hawking (12) that all forms of Gambian (West African) type human-infective trypanosomes are resistant to human plasma has been

TABLE I
Sensitivity of *Trypanosoma brucei* subsp. to Berenil® (diminazene aceturate)*

Test Animal	<i>T. brucei</i> Stock Number	Prepatent period (days)	Days of infection before treatment	Parasitaemia on treatment day	Dose (mg/kg body weight)	Days between treatment and relapse	Remarks (P.f days)
Goats (6)*	ICS/CT 6	7	8	2/1 ^a	7.0	10	Relapsed/resistant
Goats (6)	ICS/CT 40	—	13	L	10.5	32	Relapsed/resistant
		9	4	1/5	7.0	21	Relapsed/resistant
		9	3	1/1	10.5	(5 : dead)	Relapsed/resistant
Sheep (2)	ICS/CT203	9	16	10/1	7.0	—	Sensitive (57)
Goat (2)	ICS/CT690	5	21	6/1	7.0	—	Sensitive (24)
Goat (2)	GBS 12/PG 30	4	3	1/1	7.0	—	Sensitive (60)
Goat (2)	GBS 12/PG 32	12	28	12/1	7.0	—	Sensitive (92)
Goat (2)	GBS 12/PG 33	8	15	M	7.0	—	Sensitive (45)
Goat (2)	GBS 12/PG 40	3	7	L	7.0	—	Sensitive (28)
Sheep (1)	GBS 2/CT 9	6	4	L	7.0	—	Sensitive (63)
Goat (3)	GBS 2/CT 18	11	8	1/1	7.0	7	Relapsed/resistant
		—	5	1/5	14.0	(9 : dead)	Relapsed/resistant
Sheep (2)	WA/CT 46	4	3	15/1	7.0	—	Sensitive (84)
Sheep (1)	KAF 2/SH 5	7	1	5/1	7.0	—	Sensitive (30)
Goat (1)							

* All figures are given as mean of the number of ruminants used for each trypanosome stock.

Parasitaemia : wet film examination at low power (10 x 40) magnification.

^b P-f = mean parasite - free days in test host before end of observation.

^c Bracketed values indicate number of experimental animals used.

^a Number of parasites/Number of microscopic fields.

L = light ; M = moderate.

TABLE II
Susceptibility of Berenil®-resistant *Trypanozoon* stocks to Samorin (isometamidium chloride)

Test host (Number used)	<i>Trypanozoon</i> stock	PPP ¹ (Days)	Treatment day after PPP	Parasitaemia on treatment day	Dose (mg/kg)	Relapse (Day after treatment)	Remarks (P-f days)
Goat (2)	ICS/CT 6	14	6	1/2 ^a	0.5	—	Susceptible (60)
Goat (2)	ICS/CT 40	11	5	1/1	0.5	15	Relapse
		8	3	3/1	1.0	20	Resistant
Goat (2)	GBS 2/CT 18	14	7	1/2	0.5	18	Relapse
(2)	"	18	5	4/1	1.0	17	Resistant
(1)	"	11	4	1/2	1.5	32	"

¹ PPP = prepatent period.

^b P-f : mean parasite-free days in test host before end of observation.

^a Number of parasites/number of microscopic fields.

confirmed by Brun and Jenni (7). This study provides evidence that semi-nomadic cattle, in close proximity to herd-owners, harbour trypanosomes potentially infective to man in sleeping sickness endemic areas of Nigeria. The Nigerian control *Trypanozoon* strains were either inactivated by the normal human plasma (*T. brucei brucei* 8/18) in line with the trypanolytic action of human plasma, serum or blood, or resistant to it (*T. brucei gambiense* Kwa) (6, 9).

In addition to being resistant to human plasma and trypanocides, the low parasitaemia of the 2 stocks in experi-

mental ruminants, close contact between livestock and their owners in known sleeping sickness endemic foci is highly suggestive of the reservoir status of cattle in this area. *G. tachinoides*, a riverine tsetse fly species with high vectoral capacity for the sleeping sickness parasite, has recently been reported to be the only vector of hyperendemic ruminant trypanosomosis in Gboko, Benue state (16) - one of the areas covered by this study. These findings, under conditions where transmission could be essentially from animal to man (1), are of epidemiological importance for human sleeping sickness.

TABLE III
Susceptibility of *Trypanozoon* stocks to normal human plasma (NHS)

Stock Number	Sources		Incubation in plasma		Infection in mice		Remarks
	Host	Locality	Sheep	Human	Inoculated	Infected	
ICS/CT 6	Muturu (M)	Raav (Benue)	+ —	— +	5 5	5 0	Sensitive to NHS
ICS/CT 40	Zebu (Z)x N'Dama (N)	"	+ —	— +	5 5	5 3	Resistant
ICS/CT 203	N'Dama (N)	"	+ —	— +	5 5	5 0	Sensitive
ICS/CT 690	Zebu X N	"	+ —	— +	5 5	5 0	"
GBS 12/PG 30	Pig	Gboko (Benue)	+ —	— +	5 5	5 0	"
GBS 12/PG 32	Pig	"	+ —	— +	5 5	5 0	"
GBS 12/PG 40	Pig	Manchok (Kaduna)	+ —	— +	5 5	5 0	"
GBS 2/CT 9	White Fulani (Zebu)	Gboko	+ —	— +	5 5	5 5	Resistant
WAM/CT 46	White Fulani	Wamba (Plateau)	+ —	— +	5 5	5 0	Sensitive
KAF 2/SH 5	Sheep	Kafanchan (Kaduna)	+ —	— +	5 5	5 0	"
* <i>T. brucei</i> 8/18	Pig	Nsukka	+ —	— +	5 5	5 0	Sensitive
* <i>T. gambiense</i> (Kwa)	Man	Kwa	+ —	— +	5 5	5 5	Resistant

* Reference stocks for animal (*T. brucei* 8/18) and human (Kwa) infective *Trypanozoon*.

CONCLUSION

In the speeping sickness endemic foci of Nigeria and particularly the Tiv Province primordial area, cattle harbour trypanosome strains potentially infective to man. These *Trypanozoon* strains are also resistant to both diminazene aceturate and isometamidium chloride which are two commonly used trypanocides. This phenomenon may be responsible for cases of reported drug resistance under field conditions.

References

1. ABEBE M., BULTO T., ENDESHA T., NIGATU W., 1988. Further studies on the *Trypanosoma brucei* group trypanosomes isolated from a patient infected in Anger-Didessa valley, West Ethiopia using the blood incubation infectivity test. *Acta trop.*, 45: 185-186.
2. AGU W.E., KALEJAIYE J.O., OLATUNDE O.A., 1989. Prevalence of bovine trypanosomiasis in Kaduna and Plateau states of Nigeria. *Bull Anim. Hlth Prod. Afr.*, 37: 161-166.
3. ANOSA V.O., 1983. Disease produced by *T. vivax* in ruminants, horse and rodents. *Zentbl. VetMed. B.*, 30: 717-741.

Acknowledgements

The technical assistance of F. Doro and E. Haruna is gratefully acknowledged. Funds for this study were provided by the Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR), Kaduna, Kaduna State, Nigeria.

4. ANOSA V.O., IKEDE B.O., AGBEDE R., AJAYI S.A., ANIKA S.M., ANING R.G., KALU A.U., OYEJIDE A., OGUNSUSI R.A., NANTUY-LA V.M., 1991. Prevalence of trypanosomiasis in Nigerian ruminants. In: 21st meeting ISCTRC, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 21-25 October 1991.
5. AROWOLO R.O., IKEDE B.O., 1977. Susceptibility of a rodent-adapted strain of *T. vivax* to Berenil, Samorin and Novidium. *Acta trop.*, 34: 61-64.
6. AWAN M.A.Q., 1971. The use of human plasma in the blood incubation infectivity test to differentiate *Trypanosoma brucei* and *T. gambiense*. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 3: 183-186.

7. BRUN R., JENNI L., 1987. Human serum resistance of metacyclic forms of *T. b. brucei*, *T. b. rhodesiense* and *T. b. gambiense*. *Parasit. Res.*, 73: 218-223.
8. BUKE H.L., 1923. Further inquiries into the zoological status of the polymorphic trypanosomes of Africa and the means by which they are spread in nature. *Parasitology*, 15: 258-295.
9. GEIGY R., JENNI L., KAUFFMANN R., ONYANGO R.J., WEISS N., 1975. Identification of *T. brucei* subgroup strains isolated from game. *Acta trop.*, 32: 190-205.
10. GIBSON W.C., MEHLITZ D., LANHAM S.M., GODFREY D.G., 1978. The identification of *Trypanosoma brucei gambiense* in Liberian pigs and dogs by isoenzymes and by resistance to human plasma. *Tropenmed. Parasit.*, 29: 335-345.
11. GRAY A.R., 1966. The antigenic relationship of strains of *Trypanosoma brucei* isolated in Nigeria. *J. gen. Microbiol.*, 44: 263-271.
12. HAWKING F., 1976. The resistance to human of *Trypanosoma brucei*, *T. rhodesiense* and *T. gambiense*. II. Suvery of strains from East Africa and Nigeria. *Trans R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 70: 513-520.
13. JENNINGS F.W., WHITELAW D.D., URQUHART G.M., 1977. The relationship between duration of infection with *Trypanosoma brucei* in mice and efficacy of chemotherapy. *Parasitology*, 75: 143-153.
14. JOSHUA R.A., MAGAJI Y., KAYIT Y.S., 1983. Isolation of human serum resistant *Trypanozoon* from cattle in Nigeria. *Tropenmed. Parasit.*, 34: 201-202.
15. KALU A.U., EDEGHERE H.U., LAWANI F.A., 1986. Comparison of diagnostic techniques during subclinical single infections of trypanosomiasis in goats. *Vet. Parasit.*, 22: 37-47.
16. KALU A.U., UZOUKWU M., IKEME M.M., MAGAJI Y., 1991. Trypanosomiasis in Nigeria: high prevalence among ruminants in Gboko Local Government Area. *Bull. Anim. Hlth Prod. Afr.*, 39: 3-8.
17. LANHAM S.M., GODFREY D.G., 1970. Isolation of salivarian trypanosomes from man and other mammals using DEAE-Cellulose. *Expl Parasit.*, 28: 521-534.
18. LOSOS G.J., IKEDE B.O., 1972. Review of the pathology of the diseases in domestic and laboratory animals caused by *Trypanosoma congolense*, *T. vivax*, *T. brucei*, *T. rhodesiense* and *T. gambiense*. *Vet. Path. Suppl.*, 9: 1-177.
19. MEHLITZ D., 1977. The behaviour of blood incubation infectivity test of four trypanosome strains isolated from pigs in Liberia. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 71: 86.
20. MEHLITZ D., ZILMANN U., SCOTT C.M., GODFREY D.G., 1982. Epidemiological studies on the animal reservoirs of gambiense sleeping sickness. Part III. Characterization of *Trypanozoon* stocks by isoenzymes and sensitivity to human serum. *Tropenmed. Parasit.*, 33: 113-118.
21. MOLOO S.K., LOSOS G.J., KUTUZA S.B., 1973. Transmission of *T. brucei* to casts and dogs by feeding on infected goats. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 67: 331-334.
22. MURRAY M. ed., 1987. Trypanotolerance: Network training manual. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA, p. 42.
23. MURRAY M., MURRAY P.K., MCINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 71: 325-326.
24. RICKMAN L.R., 1987. The blood incubation infectivity test (BIIT) as an epidemiological tool in the study of African human trypanosomiasis (sleeping sickness). Geneva, Switzerland, WHO, p. 199-216. (UNDP/World Bank/WHO Tropical Disease Research Series, 5)
25. RICKMAN L.R., ROBSON J., 1974. Some observations on the identification of *Trypanosoma (Trypanozoon) brucei* species strains isolated from non-human hosts. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 68: 166-167.
26. SCOTT C.M., 1981. Mixed populations of *Trypanosoma brucei* in a naturally infected pig. *Tropenmed. Parasit.*, 32: 221-222
27. SCOTT C.M., FREZIL J.L., TOUDIC A., GODFREY D.G., 1983. The sheep as a potential reservoir of human trypanosomiasis in the Republic of the Congo. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 77: 397-401.
28. UZOIGWE N.R., 1986. A comparative study of the infectivity and course of infection of different strains of *T. brucei gambiense* in Guinea pigs. NITR, annual report 1986. Kaduna, Nigeria, NITR, p. 20-22.
29. WOO P.T.K., 1970. The haematocrit centrifugation technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Acta trop.*, 27: 384-386.
30. YORKE W., ADAMS A.R.D., MURGATROYD D., 1930. Studies in chemotherapy (ii) the action *in vitro* of normal human serum on the pathogenic trypanosomes and its significance. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 24: 115-163.
31. ZILMANN U., MEHLITZ D., 1979. The natural occurrence of *Trypanozoon* in domestic chicken in the Ivory Coast. *Tropenmed. Parasit.*, 30: 244-248.
- KALU (A.U.).** Sensibilité aux trypanocides et au plasma humain de souches de *Trypanozoon* isolées d'animaux provenant de foyers endémiques de maladie du sommeil au Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2): 139-144.

La sensibilité de douze souches de *Trypanozoon* isolées de bovins semi-nomades provenant de foyers endémiques connus de maladie du sommeil situés dans le Centre et au Nord du Nigeria a été étudiée vis-à-vis de deux trypanocides, l'acéturate de diminazène (Berenil) et le chlorure d'isométymidium (Samorin), et du plasma humain. Chez les petits ruminants infectés, trois souches ont montré une résistance vis-à-vis de l'acéturate de diminazène administré à des doses de 7,0 - 14,0 mg/kg de poids vif, alors que le chlorure d'isométymidium administré à des doses de 1,0 mg/kg de poids vif ou à des concentrations supérieures n'est pas parvenu à guérir les infections dues à deux des souches résistantes à l'acéturate de diminazène. De même, les deux souches ayant manifesté une résistance vis-à-vis du chlorure d'isométymidium se sont montrées régulièrement résistantes à l'activité trypanolytique du plasma humain. Cela tend à indiquer que les bovins jouent le rôle de réservoir du sous-genre *Trypanosoma brucei*, lequel est une source potentielle d'infection pour l'homme et résiste à l'action thérapeutique de ces deux médicaments, l'acéturate de diminazène et le chlorure d'isométymidium.

Mots clés : Maladie du sommeil - *Trypanosoma* - Bovin - Porcin - Plasma sanguin - Nigeria.

KALU (A.U.). Sensibilidad hacia tripanocidas y plasma humano de stocks de *Trypanozoon* de derivados animales, provenientes de focos endémicos de la enfermedad del sueño en Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2): 139-144.

Se estudió la susceptibilidad hacia dos tripanocidas, el aceturato de diminazina (Berenil) y el clorhidro de isometamidina (Samorin), así como del plasma humano, en doce stocks de *Trypanozoon* aislados a partir de ganado semi-nómada, proveniente de focos conocidos de la enfermedad del sueño, en Nigeria central y del norte. Tres de los stocks provenientes de pequeños ruminantes infectados, fueron resistentes al aceturato de diminazina, a dosis de 7,0 - 14,0 mg/kg de peso vivo, mientras que el clorhidro de isometamidina a dosis de 1,0 mg/kg de peso vivo, fue incapaz de producir un efecto parasitológico curativo de las infecciones en dos de los stocks de diminazina-resistentes. Los dos stocks isometamidina-resistentes, presentaron también resistencia a la acción tripanolítica del plasma humano. Se sugiere que este ganado representa un reservorio de sub-especies de *Trypanosoma brucei* potencialmente infeccioso al hombre y resistente a la acción terapéutica de los dos productos curativos mencionados (diminazina y isometamidina).

Palabras clave: Enfermedad del sueño - *Trypanosoma* - Bovino - Cerdo - Plasma sanguíneo - Nigeria.

Communication

***Trypanosoma congolense*
chez différentes espèces de taons
(Diptera : Tabanidae)
au Burkina Faso**

P. Solano¹S. Amsler-Delafosse¹

SOLANO (P.), AMSLER-DELAFOSSÉ (S.). *Trypanosoma congolense* chez différentes espèces de taons (Diptera : Tabanidae) au Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 145-146.

Dans la ferme expérimentale du CIRDES, située à Banankélédaya (20 km de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso), des zébus Azawak ont été trouvés porteurs de trypanosomes de plusieurs espèces, dont *Trypanosoma congolense*, alors qu'ils étaient arrivés indemnes six mois auparavant en provenance du nord du pays. Les alentours de cette ferme font l'objet d'un piégeage systématique et, sur une année, seulement 10 glossines ont été capturées, dont aucune n'était infectée dans l'intestin moyen. Dans le même temps, de très nombreux taons sont capturés dans les pièges à glossines, et la dissection de certains d'entre eux a montré la présence de trypanosomes dans leur intestin moyen. Les trypanosomes trouvés chez deux taons ont été identifiés grâce à l'amplification en chaîne par polymérase (ACP) comme étant du type *T. congolense* forme de savane.

Mots clés : Trypanosomose - *Trypanosoma congolense* - Tabanidae - Amplification chaîne polymérase - Epidémiologie - Burkina Faso.

En septembre 1994, durant un suivi épidémiologique des animaux de la ferme expérimentale du CIRDES située à Banankélédaya (20 km de Bobo-Dioulasso, sud-ouest du Burkina Faso), quatre zébus Azawak avaient été trouvés porteurs de trypanosomes par la technique de microcentrifugation en tubes capillaires. Ces animaux faisaient partie d'un groupe de six, importés depuis six mois d'une zone située plus au nord (Loumbila, 25 km au nord de Ouagadougou) et qui étaient indemnes à leur arrivée. *Trypanosoma congolense*, *T. vivax* et *T. theileri* ont été ainsi identifiés sur les animaux parasitologiquement positifs. La technique d'amplification en chaîne par polymérase ou ACP (10, 13), réalisée à partir du "buffy-coat", a permis de caractériser *T. congolense* "type de savane" chez l'un de ces zébus.

Durant toute l'année 1994, un piégeage intensif des alentours de la ferme avec des récoltes quotidiennes avait permis de récolter dix glossines seulement (5 *Glossina palpalis gambiensis* et 5 *G. tachinoides*). Aucune ne présentait de trypanosome dans l'intestin moyen (tant par la parasitologie que par l'ACP). En revanche, les pièges renfermaient un grand nombre de stomoxes (Diptera : Muscidae) et de taons (Diptera : Tabanidae), avec une augmentation de ces derniers au mois de septembre, au moment du diagnostic des infections.

Ces taons étaient vivants dans les cages et ont fait l'objet de dissections afin de voir s'ils étaient porteurs de trypanosomes. Sur vingt-quatre taons disséqués appartenant respectivement aux espèces *Tabanus taeniola* (16 individus) et *Atylotus agrestis* (8 individus), un spécimen de chaque espèce a été trouvé porteur de trypanosomes. Les trypanosomes n'ont été trouvés que dans l'intestin moyen. Afin d'identifier précisément ces trypanosomes, la technique ACP a été mise en œuvre en utilisant les amorces spécifiques des différents groupes de trypanosomes, fournies par l'ILRAD (Nairobi, Kenya) et le CIRAD-EMVT (Maisons-Alfort, France).

Le proboscis et l'intestin moyen des deux taons infectés ont été mis séparément dans des tubes contenant de l'eau distillée stérile, puis centrifugés, et le surnageant testé en ACP avec les amorces correspondant aux 5 groupes de trypanosomes suivants : *T. vivax* 180 paires de bases (pb) (2), *T. brucei* 177 pb (9), *T. congolense* types : savane, 320 pb (7), forêt galerie d'Afrique de l'Ouest 350 pb (8), et *T. simiae* 520 pb (7). Les intestins moyens des deux individus ont donné un signal d'amplification positif avec les amorces *T. congolense* forme de savane (320 pb). Ils n'ont répondu à aucune autre amorce.

Ce résultat de la technique ACP a pu être confirmé, en mettant en présence les fragments d'ADN amplifiés avec une sonde nucléique froide, pg-NRE 320 (6), dont la séquence d'ADN est spécifique du groupe *T. congolense* forme de savane. Il s'est produit une hybridation détectée par chimioluminescence.

Les taons sont connus pour la transmission mécanique de divers agents pathogènes, dont les trypanosomes, mais les études mentionnent surtout les cas de *T. vivax* et *T. evansi* (3, 12). Rares sont les cas décrits de transmission mécanique de *T. congolense* (1, 5). Le fait de trouver les mêmes trypanosomes dans l'intestin moyen des taons que ceux reconnus chez les zébus ne signifie pas forcément qu'ils ont la capacité de les transmettre. Toutefois, il est important de noter que les insectes disséqués n'avaient pas pris de repas de sang depuis plusieurs heures (l'intestin des deux individus ne présentait aucun résidu sanguin), et que les trypanosomes observés étaient toujours vivants, donc probablement plus de six heures après avoir été ingérés, ce chiffre étant le maximum cité pour la survie des trypanosomes dans l'intestin des taons (11). Il faut relier ce chiffre au temps que mettent ces insectes pour digérer qui serait en moyenne d'une semaine (4). Des études sont actuellement en cours pour déterminer plus précisément ce paramètre biologique sur les espèces locales.

Ces résultats laissent penser que les Tabanidés pourraient être des vecteurs potentiels de *T. congolense*, ce qui serait d'une importance épidémiologique considérable. Des recherches complémentaires sont nécessaires, en particulier des essais de transmission expérimentale.

1. CIRDES, 01 BP 454, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

Reçu le 16.5.1995, accepté le 13.6.1995.

Communication

Bibliographie

1. BUXTON P.A., 1955. The natural history of tsetse flies. London, UK, Lewis & Co, Ltd., 816 p.
 2. DICKIN S.K., GIBSON W.C., 1989. Hybridisation with a repetitive DNA probe reveals the presence of small chromosomes in *Trypanosoma vivax*. *Molec. biochem. Parasit.*, 33: 135-142.
 3. FERENC S.A., RAYMOND H.L., LANCELOT R., 1988. Essai de transmission mécanique de *Trypanosoma vivax* (Ziemann) (*Kinetoplastide* : *Trypanosomatidae*) par le taon néotropical *Cryptotylus unicolor* (Wiedemann) (*Diptera* : *Tabanidae*). In: Proceedings of the XVIIIth International Congress of Entomology, Vancouver, BC, Canada, July 3-9, 1988. *Med. vet. Ent.*: 295.
 4. ITARD J., 1994. Les tabanides. Cours d'Entomologie médicale. Paris, France, Institut Pasteur, 16 p.
 5. KRINSKY W.L., 1976. Animal disease agents transmitted by horse flies and deer flies (*Diptera* : *Tabanidae*). *J. med. Ent.*, 13: 225-275.
 6. MAJIWA P.A.O., MASAKE R.A., NANTUYLA N.M., HAMERS R., MATTHYSSENS G., 1985. *Trypanosoma* (*Nannomonas*) *congolense*: identification of two karyotypic groups. *EMBO J.*, 4: 3307-3313.
 7. MAJIWA P.A.O., MAINA M., WAITUMBI J.N., MIHOK S., ZWEYGARTH E., 1993. *Trypanosoma* (*Nannomonas*) *congolense*: molecular characterization of a new genotype from Tsavo, Kenya. *Parasitology*, 106: 151-162.
 8. MASIGA D.K., SMYTH A.J., HAYES P., BROMIDGE T.J., GIBSON W.C., 1992. Sensitive detection of trypanosomes in tsetse flies by DNA amplification. *Int. J. Parasit.*, 22: 909-918.
 9. MOSER D.R., COOK G.A., OCHS D.E., BAILEY C.P., McKANE M.R., DONELSON J.E., 1989. Detection of *Trypanosoma congolense* and *T. brucei* subspecies by DNA amplification using the Polymerase Chain Reaction. *Parasitology*, 99: 57-66.
 10. MULLIS L.B., FALOONA F.A., 1987. Specific synthesis of DNA *in vitro* via a polymerase catalyzed chain reaction. *Meth. Enzym.*, 155: 335-350.
 11. POULTON W.F., 1934. Transmission of *Trypanosoma congolense* by *Tabanus thoracinus*. Report 1933. Uganda, Veterinary Department, p. 37-38.
 12. RAYMOND H.L., 1990. *Tabanus importunus*, vecteur mécanique expérimental de *Trypanosoma vivax* en Guyane française. *Annls Parasit. hum. comp.*, 65 (1) : 44-46.
 13. SAIKI R.K., GELFLAND D.H., STOFFEL S. *et al.*, 1988. Primer-directed enzymatic amplification of DNA with a thermostable DNA polymerase. *Science*, 239: 487-491.
- SOLANO (P.), AMSLER-DELAFOSSÉ (S.).** *Trypanosoma congolense* in various species of horse flies (*Diptera* : *Tabanidae*) in Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 145-146.
- Four out of six Azawak zebu bulls raised in northern Burkina Faso were found to be infected with trypanosomes, including *Trypanosoma congolense*, six months after they had been transferred, uninfected, to the CIRDES experimental farm at Banankéledaga (Southwest Burkina Faso). Entomological surveys are carried out regularly in the area around this farm but, in one year, only 10 tsetse flies were captured, none of which showed infection in the midgut. However, a large number of tabanids were captured in the *Glossina* traps and dissection of some of them showed the presence of trypanosomes in their midgut. DNA amplification with the polymerase chain reaction (PCR) technique showed that the trypanosomes found in two tabanids belonged to the savannah type of *T. congolense*.
- Key words :** Trypanosomosis - *Trypanosoma congolense* - *Tabanidae* - Polymerase chain reaction - Epidemiology - Burkina Faso.

Communication

The gastro-intestinal helminth infections of domestic fowl in Dschang, Western Cameroon

M. Mpoame¹G. Agbede²

MPOAME (M.), AGBEDE (G.). The gastro-intestinal helminth infections of domestic fowl in Dschang, Western Cameroon. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 147-151.

Three hundred and fifty one chickens purchased from the Dschang animal market were examined for gastro-intestinal helminths. Ten species were found with the following prevalences: *Heterakis brevispiculum* (59.3 %), *Ascaridia galli* (51.6 %), *Hymenolepis carioca* (48.4 %), *Dispharynx spiralis* (20.8 %), *Tetrameres americana* (17.1 %), *Amoebotaxia cuneata* (15.1 %), *Raillietina tetragona* (14.5 %), *Syngamus trachea* (13.7 %), *Hymenolepis cantaniana* (5.7 %) and *Capillaria contorta* (2.0 %). Infections were predominantly mixed (93.5 %). The infection rates were not influenced by host sex except for *A. galli* which was more prevalent in cocks. Older chickens showed some resistance to *A. cuneata* and *S. trachea*. Parasite prevalences and/or worm burdens were generally higher during the rainy season (April to October).

Key words: Poultry - Helminth - Cameroon.

Introduction

According to Sonaiya *et al.* (16), 80 % of Africa's 800 million chickens are produced in the traditional free range husbandry system. Productivity is very low, due to various very inadequate conditions. With regards to health in particular, helminths actively proliferate in tropical climatic conditions and contribute to considerable losses (14).

Surveys of the helminths of chickens without any reference to host characteristics have been conducted in some western and central African countries (5, 6, 7, 8, 11, 18). Except for a few cases based on fecal counts (11, 12), the seasonal distribution of parasites has not been studied.

The host sex, host age and seasonal distribution of gastro-intestinal helminth infections in local breeds of chickens in Dschang, Western Cameroon is described on the basis of direct recovery of worms from the gut and lungs of the host.

Materials and Methods

The study was conducted in 1992 in Dschang, a small locality situated in the western highlands of Cameroon, at an altitude of 1,400 m. The mean monthly temperature and relative humidity vary from 15 to 21°C, and 59.6 to 84.0 % respectively. The climate is characterized by one rainy season (187.2-317.4 mm monthly rainfall) exten-

ding from April to October and one dry season (less than 55 mm monthly rainfall) covering the months of November through March. The dry season may further be subdivided into a wetter, transitional, post-rainy period (45-55 mm monthly rainfall) running from November to December, and a drier period, the full dry season (less than 6.5 mm monthly rainfall), covering the month of January through March (table I).

From January to December 1992, a total of 351 chickens of the local breed comprising 188 males and 163 females and weighing 59 to 990 g were purchased from Dschang animal market. These animals were killed in the laboratory, and immediately opened up to remove the digestive tract and lungs. These organs were then placed in individual bags and kept in a freezer until examination for helminths following the procedure outlined in Meyer and Olsen (10). All worms were fixed in alcohol-formalin-acetic acid solution and stored in 70 % ethanol. The nematodes were cleared in lactophenol (10). The cestodes were studied in water mounts as described by Reid (15). Identifications were based on Soulsby (17) for nematodes, and Reid (15) for cestodes.

Bird age groups were based on weight according to Amayene (1). All comparative statements concerning infection rates are based on statistical analysis: the χ^2 test for prevalences, the analysis of variance and least significant difference for worm burdens (log x+1 transformed values). The significance level of all tests was set at $p \geq 0.05$.

TABLE I
The climatic conditions prevailing in Dschang, Cameroon, in 1992

Month	Mean temperature* (°C)	Relative humidity (%)	Rainfall (mm)
January	20.6 (13.6-27.7)	34.0-98.6	4.1
February	21.2 (14.6-27.9)	32.7-94.4	1.7
March	22.2 (14.1-30.3)	25.5-93.7	6.4
April	22.2 (16.7-27.7)	53.9-96.5	200.0
May	21.6 (16.9-26.3)	58.0-97.1	229.5
June	20.4 (15.8-25.0)	60.6-97.6	187.2
July	19.9 (16.0-23.9)	70.1-98.1	270.8
August	19.8 (15.7-24.0)	69.5-98.4	317.4
September	19.9 (15.4-24.4)	62.1-97.9	303.7
October	20.7 (15.4-26.1)	54.9-97.2	285.7
November	20.5 (14.9-26.1)	51.3-94.8	57.2
December	20.6 (15.0-26.2)	47.4-97.6	45.5

* In brackets : range.

1. Faculty of Science, The University of Dschang, POB 136, Dschang, Cameroon.

2. Faculty of Agronomy and Agricultural sciences, The University of Dschang, POB 136, Dschang, Cameroon.

Reçu le 6.4.1995, accepté le 19.7.1995.

Communication

TABLE II

The infection rates of gastro-intestinal helminths in domestic fowls from Dschang, Cameroon, in 1992: prevalence and worm burden

Helminth species	Site of infection	Prevalence (%)	Worm burden*
Cestodes :			
<i>Amoebotaenia cuneata</i>	duodenum	15.10	80.94 ± 95.54 (4-440)
<i>Hymenolepis cantariiana</i>	duodenum and jejunum	5.70	47.25 ± 85.61 (1-360)
<i>H. carioaca</i>	jejunum and ileum	48.43	8.74 ± 8.15 (1-40)
<i>Raillietina tetragona</i>	ileum	14.53	10.29 ± 9.75 (1-31)
Nematodes :			
<i>Ascaridia galli</i>	intestine (all parts)	51.57	3.49 ± 4.76 (1-43)
<i>Heterakis brevispiculum</i>	ceca	59.26	10.37 ± 15.71 (1-152)
<i>Capillaria contorta</i>	crop	1.99	1.14 ± 0.36 (1-2)
<i>Dispharynx spiralis</i>	proventriculus	20.80	28.53 ± 49.37 (1-256)
<i>Syngamus trachea</i>	trachea	13.68	3.31 ± 4.75 (1-15)
<i>Tetrameres americana</i>	proventriculus	17.09	3.70 ± 4.20 (1-32)

* Mean number of worms per host ± standard deviation ; range in brackets.

Results

Species composition and infection rates

Six species of nematodes and 4 of cestodes were recovered. Only 6.3 % of the fowls examined were free of infection. The parasite species, infection sites and rates are given in table II. *Heterakis brevispiculum* and *Ascaridia galli* were the most prevalent nematodes (59.3 and 51.6 % respectively) while *Hymenolepis carioaca* was the most prevalent cestode (48.4 %).

Distribution of infections according to host sex

Male and female birds presented similar infection rates (prevalence and intensities) for all helminth species with the exception of *A. galli* which was significantly more prevalent in male (57.5 %) than in female hosts (44.8 %).

Distribution of infections according to host age

The distribution of infection among birds of different ages is summarized in table III. All age groups were infected

by the various helminths species found. The prevalences and worm burdens of *A. cuneata* and *S. trachea* were significantly lower in the oldest host age group than in the youngest. For the other species, infection rates in chickens over 5 weeks old tended to be higher than in those 1-2 weeks old. However, this trend was significant only for the prevalences of *A. galli* and *H. brevispiculum*.

Seasonal distribution of infections

A. galli, *H. brevispiculum*, *T. americana*, *R. tetragona* and *A. cuneata* showed no seasonal variation in prevalence (table IV). *S. trachea*, *D. spiralis*, *H. carioaca* and *H. cantariiana* were significantly more prevalent during the rainy season. For these species, intermediate prevalence values were obtained during the post-rainy season but did not often differ significantly from both dry and rainy season values. No *C. contorta* infection occurred during the dry season.

Worm burdens for *T. americana*, *D. spiralis*, *H. carioaca* and *R. tetragona* showed no seasonal variation. Those for *A. galli*, *H. brevispiculum*, *S. trachea*, *H. cantariiana*, and *C. contorta* were significantly highest during the rainy

TABLE III
Distribution of helminth infections in domestic fowls of different age groups from Dschang, Cameroon, in 1992: % prevalences and mean worm burden (in parentheses)

Helminth species	Age group (weeks)				
	1-2 (26 [*])	2-3 (152)	3-4 (102)	4-5 (21)	> 5 (50)
<i>Amoebotaenia cuneata</i>	23.08 % (61.83)	14.47 % (72.73)	14.71 % (84.53)	14.29 % (230.67)	12.00 % (27.25)
<i>Hymelopepis cantaniana</i>	3.85 % (160.00)	5.26 % (11.63)	6.86 % (13.71)	—	8.00 % (148.50)
<i>H. carioeca</i>	57.69 % (6.60)	53.95 % (6.90)	42.16 % (8.28)	30.77 % (13.63)	46.00 % (16.14)
<i>Raillietina tetragona</i>	7.69 % (10.50)	7.89 % (9.42)	19.61 % (7.55)	23.81 % (2.40)	26.00 % (17.62)
<i>Ascaridia galli</i>	23.08 % (1.83)	49.34 % (2.92)	62.75 % (3.13)	47.62 % (5.80)	52.00 % (5.54)
<i>Heterakis brevispiculum</i>	42.31 % (11.00)	53.95 % (9.95)	62.75 % (9.27)	61.90 % (6.23)	76.00 % (14.37)
<i>Syngamus trachea</i>	23.08 % (1.33)	13.16 % (4.35)	13.76 % (3.29)	19.05 % (2.50)	8.00 % (2.00)
<i>Dispharynx spiralis</i>	19.23 % (3.40)	25.00 % (28.71)	15.69 % (12.00)	9.52 % (140.00)	24.00 % (41.92)
<i>Tetrameres americana</i>	7.69 % (2.50)	13.15 % (2.88)	19.61 % (3.79)	33.33 % (1.33)	22.00 % (7.30)
<i>Capillaria contorta</i>	0.00 % —	1.97 % (1.00)	0.98 % (1.00)	4.76 % (1.00)	4.00 % (1.00)

* Number of birds examined.

season. Post-rainy season worm burden values for these species were intermediate but not significantly different from full dry season values. *A. cuneata* showed its highest worm burdens during the post-rainy period.

Discussion

Various combinations of the helminths found in this study also occurred in other western and central African countries (5, 6, 7, 8, 11, 18). *H. gallinarum* which is common elsewhere was replaced by *H. brevispiculum*, a species also reported from the Vom area in Nigeria (5). The species diversity observed in Dschang was only surpassed by that in Zaria (Nigeria) where 11 nematodes and 7 cestodes were found. These parasites are potentially pathogenic with the possible exception of *H. brevispiculum* and *H. carioeca*. Various ulcerations of infected organs, anaemia, emaciation and even death may result from infection with most of the nematode species (*A. galli*, *S. trachea*, *Capillaria contorta* and *Dispharynx spiralis*) and some of the cestodes (*A. cuneata*, *R. tetragona*, and *H. cantaniana* occasionally), especially when these parasites occur in large numbers (9, 17). Their impact here would proba-

bly be enhanced by the high frequency of species associations. Indeed, 93.5 % of the infections were mixed, those involving 2 species being more prevalent. In fact, 77.8 % of the infections involved at least 3 species. This study did not confirm the presence of *Trichostrongylus tenuis* reported earlier by Mpoame (12).

Chickens do not normally exhibit sexual dietary differences which could account for the higher prevalence of *A. galli* observed in male birds. If any such behavioural differences or others existed, their influence would not be limited only to *A. galli* infection.

The lower infection rates of *A. cuneata* and *S. trachea* in older hosts may indicate some age resistance to these species. Age resistance has been reported in infections with *A. galli*, *H. brevispiculum* and *S. trachea* (9, 17). The lower infection rates of *A. cuneata* and *S. trachea* could also result from death in heavily infected older hosts (2, 3, 4). These helminth species would therefore constitute an important cause of mortality in village chickens.

Infection rates (either prevalences or worm burdens) were generally highest during the rainy season. This is in agreement with some other studies on chickens (11, 12).

TABLE IV
Seasonal variation in gastro-intestinal helminth infections in domestic fowls from Dschang, Cameroon in 1992: mean (range), % prevalence

Parasite	Season		
	Rainy (211)*	Post-rainy (55)	Full Dry (85)
<i>Ascaridia galli</i>	4.4 (1-43) 54.0 %	3.3 (1-19) 47.3 %	2.1 (1-9) 48.2 %
<i>Heterakis brevispiculum</i>	12.6 (1-152) 62.1 %	5.9 (1-36) 61.8 %	7.1 (1-52) 50.6 %
<i>Syngamus trachea</i>	3.5 (1-15) 21.3 %	1.0 (1-1) 3.6 %	1.0 (1-1) 1.2 %
<i>Tetrameres americana</i>	4.2 (1-32) 19.4 %	2.5 (1-4) 10.9 %	2.5 (1-7) 15.3 %
<i>Dispharynx spiralis</i>	29.7 (1-256) 26.5 %	14.8 (1-127) 23.6 %	57.5 (12-120) 4.7 %
<i>Capillaria contorta</i>	1.2 (1-2) 2.8 %	1.0 (1-1) 1.8 %	0.0 0.0 %
<i>Hymenolepis carioca</i>	9.6 (1-40) 60.2 %	6.7 (1-27) 32.7 %	6.4 (1-21) 30.6 %
<i>H. cantaniana</i>	52.4 (1-360) 8.1 %	25.5 (21-30) 3.6 %	2.0 (2-2) 1.2 %
<i>Raillietina tetragona</i>	12.4 (1-42) 13.3 %	8.6 (2-30) 9.1 %	7.2 (1-25) 22.4 %
<i>Amoebotaenia cuneata</i>	78.3 (2-440) 14.7 %	116.0 (4-320) 20.0 %	55.7 (6-100) 11.8 %

* Number of birds examined.

The combination of low humidity, direct sunlight and high temperatures prevailing during the dry season is deleterious to most helminth eggs (17, 19). The rainy season brings about favourable climatic conditions for the development of parasite infective stages and for intermediate host (invertebrates) population growth (13).

Conclusion

From the infection trends observed in this study one might speculate that flocks of birds started during the dry season would acquire only light infections and become relatively resistant to new attacks.

Acknowledgements

This study was funded by the former University Center of Dschang. Thanks are due to Mr. G. Dadem and Ms F. Amandong who helped with some of the laboratory work.

References

1. AMAYENE P., 1991. Comparaison de quelques paramètres de reproduction et de croissance de poulets locaux du Cameroun à ceux de la race Rhode Island Red. Dschang, Cameroun, ENSA, 62 p. (mémoire de fin d'études)
2. BRADLEY D.J., 1972. Regulation of parasite populations. A general theory of epidemiology and control of parasitic infections. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 66 (5): 697-708.
3. CROFTON H.D., 1971. A quantitative approach to parasitism. *Parasitology*, 62: 179-193.
4. ESCH G.W., HAZEN T.C., AHO J.M., 1977. Parasitism and r- and K-selection. In: Esch G.W. and Nickol B.B. eds, Regulation of parasite populations. New York, USA, Academic Press, p. 9-62.
5. FABIYI J.P., 1972. Incidence of the helminth parasites of domestic fowl in the Vom area of Benue-Plateau State, Nigeria. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 20: 229-234.
6. FATIHU M.Y., OGBOGU V.C., NJOKU C.O., SAROR D.I., 1991. Comparative studies of gastrointestinal helminths of poultry in Zaria, Nigeria. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (2) : 175-177.
7. GRABER M., 1981. Endoparasites in domestic and wild animals of the Central African Republic (CAR). *Bull. Anim. Hlth Prod. Afr.*, 29: 25-47.

8. HODASI J.K.M., 1969. Comparative studies on the helminth fauna of native and introduced domestic fowls in Ghana. *J. Helminth.*, 43: 35-52.
9. LEVINE N.D., 1978. Textbook of veterinary parasitology. Minneapolis, Minnesota, USA, Burgess Pub. Co., 236 p.
10. MEYER M.C., OLSEN O.W., 1980. Essentials of parasitology, 3rd ed. Dubuque, Iowa, USA, C. Brown Co., 303 p.
11. MOLELO N., SANGALA K., WROBLEVSKI A., BALANDI M., MONZAMBA K.M., 1988. Influence de la saison sur les parasites gastro-intestinaux chez les gallinacées élevées à Kisangani (Zaire). *Archs roum. Path. exp. Microbiol.*, 47 (1) : 65-71.
12. MPOAME M., 1991. Evolution saisonnière de quelques helminthoses de poulet à Dschang dans l'Ouest du Cameroun. *Biosci. Proc.*, 2: 173-176.
13. OWEN D.F., 1976. Animal ecology in Tropical Africa, 2nd ed. London, U.K., Longman, 132 p.
14. PANDEY V.S., DEMEY F., VERHUYLST A., 1992. Parasitic diseases: a neglected problem in village poultry in Sub-Saharan Africa. In: Proceedings of International workshop on village poultry production in Africa, Morocco, 1992, p. 136-140.
15. REID W.M., 1962. Chicken and turkey tapeworms. A handbook to aid in identification and control of tapeworms found in the United States of America. Athen, Georgia, USA, Poultry department and Poultry disease research center, College Experiment Station, 71 p.
16. SONAIYA E.B., LAOGUN E.A., MATAMN O., DANIIYAN O.C., AKANDE B.E., OGUNTADE E.A., OMOSEIBI R.O., OLORI V.E., 1992. Health and husbandry aspects of village extensive poultry production in South Western Nigeria. In: Proceedings of International workshop on village poultry production in Africa, Morocco, 1992, p. 34-41.
17. SOULSBY E.J.L., 1986. Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals, 7th ed. London, U.K., Baillière Tindall, 809 p.
18. UMECHE A., ENO R.O.A., 1987. A survey of parasites of chickens from poultry farms in Calabar, Nigeria. *Revta lat.-am. Microbiol.*, 29: 127-132.
19. Worm eradication in Poultry, 1985. Beerse, Belgium, Pharmaceutica, 28 p.
- MPOAME (M.), AGBEDE (G.).** Infestations par des helminthes gastro-intestinaux chez des volailles domestiques à Dschang, Cameroun-Ouest. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 147-151.
- Trois cent cinquante et un poulets achetés au marché de Dschang ont été examinés en vue de rechercher les helminthes gastro-intestinaux. Dix espèces ont été détectées avec les prévalences suivantes : *Heterakis brevispiculum* (59,3 p. 100), *Ascaridia galli* (51,6 p. 100), *Hymenolepis carioca* (48,4 p. 100), *Dispharynx spiralis* (20,8 p. 100), *Tetrameres americana* (17,1 p. 100), *Amoebotaenia cuneata* (15,1 p. 100), *Raillietina tetragona* (14,5 p. 100), *Syngamus trachea* (13,7 p. 100), *Hymenolepis cantianiana* (5,7 p. 100) et *Capillaria contorta* (2,0 p. 100). Les infestations mixtes étaient prédominantes (93,5 p. 100). Les taux d'infestation n'ont pas été influencés par le sexe de l'hôte à l'exception de *A. galli* dont la prévalence a été plus forte chez les coqs. Les poulets les plus âgés ont manifesté une certaine résistance vis-à-vis de *A. cuneata* et *S. trachea*. D'une manière générale, les prévalences parasitaires et/ou les charges vermineuses se sont révélées plus élevées en saison humide (d'avril à octobre).
- Mots clés :** Volaille - Helminthe - Cameroun.

Amélioration de la technique de salivation des glossines pour la détection des métatrypanosomes infectants : étude de quelques facteurs biologiques et non biologiques sur le comportement de sondage des glossines

A.M. Gidudu¹, D. Cuisance², J.M. Reifenberg², J.L. Frézil³

GIDUDU (A.M.), CUISANCE (D.), REIFENBERG (J.M.), FREZIL (J.L.). Amélioration de la technique de salivation des glossines pour la détection des métatrypanosomes infectants : étude de quelques facteurs biologiques et non biologiques sur le comportement de sondage des glossines. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (2) : 153-160

Le comportement de sondage et de salivation sur lame chauffée est examiné chez trois espèces ou sous-espèces de glossines (*Glossina morsitans morsitans*, *Glossina palpalis gambiensis*, *Glossina tachinoides*) en fonction de certains paramètres (espèce, sexe, âge, durée du jeûne, infection trypanosomienne, qualité du support). A chaque glossine est offerte l'opportunité de "sonder" une lame chauffée (38°C) pendant 5 minutes (on entend par sondage une tentative d'attouchement de la lame par le proboscis en position de piqûre). *G. m. morsitans* est de loin la plus apte à sonder (70,50 p.100) par rapport à *G. tachinoides* (50,50 p.100) et *G. palpalis gambiensis* (45,80 p.100). Globalement, les mâles (61,30 p.100) sont plus actifs que les femelles (52 p.100) et ceux de *G. m. morsitans* beaucoup plus que ceux du groupe *palpalis*. Les glossines ténères sondent plus facilement que les glossines non ténères avec un avantage net de *G. m. morsitans*. La durée du jeûne accroît les tentatives de sondage mais, à 48 h, *G. m. morsitans* a sondé autant que *G. palpalis gambiensis* et que *G. tachinoides* à 72 h. Les mâles de *G. m. morsitans* et de *G. palpalis gambiensis* sont plus précoces que les femelles et l'inverse est observé chez *G. tachinoides*. L'infection par *T. congolense* (souche EATRO 325) n'affecte pas le comportement de sondage des mâles des trois espèces mais semble abaisser celui des femelles du groupe *palpalis*. L'adjonction d'une goutte de PSG ou de sang améliore le comportement de sondage des femelles infectées de *G. m. morsitans* (les seules testées). Les résultats sont discutés en fonction des données biologiques et des connaissances sur les systèmes récepteurs des glossines.

Mots-clés : *Glossina* - Comportement - Morsure - Trypanosomose.

INTRODUCTION

Dans la nature, on reste surpris par l'évolution rapide et parfois dramatique de certains "foyers" de trypanosomoses alors que les pourcentages de glossines trouvées infectantes sont faibles. Ces observations sont basées classiquement sur la dissection des organes de prédilection de la multiplication et de la transformation des trypanosomes (intestin moyen, glandes salivaires, proboscis) (3). Cette approche reste cependant très imparfaite, car les faibles infections initiales peuvent échapper à l'observateur et de plus elle est longue et fastidieuse (22). D'autres voies ont donc été recherchées comme la mise

en milieu de culture de l'intestin moyen (17 ; Ph. Truc, com. pers.) qui améliore sensiblement la détection des trypanosomes, mais reste peu praticable sur le terrain et ne sélectionne que certaines souches de parasites.

Les méthodes récentes de la biologie moléculaire, sondes ADN (méthode d'hybridation moléculaire) et PCR (Polymerase Chain Reaction) en particulier, sont en voie d'améliorer considérablement par leur sensibilité et leur spécificité la détection et l'identification du parasite dans les différentes parties du corps de l'insecte (8, 12, 13, 15). Toutefois, ces méthodes sont lourdes, complexes et onéreuses et ne sont applicables que dans des laboratoires spécialisés bien équipés. De plus, au niveau du tube digestif (intestin moyen), les produits de la digestion du sang sont la source d'effets inhibiteurs entravant la reproductibilité des résultats, ce qui n'est pas le cas au niveau du proboscis (15).

C'est pourquoi les auteurs se sont intéressés à la technique de salivation sur lame chaude, qui a été couramment utilisée dans le passé pour une recherche parasitologique plus facile des trypanosomes (2, 16, 20).

L'objectif de cette expérience est d'évaluer le rôle de certains facteurs biologiques et non biologiques conditionnant le comportement de piqûre et le processus de salivation des glossines en vue d'améliorer la détection des trypanosomes infectants dans le salivat qui est "le liquide-clef", indicateur de la capacité infectante de la mouche.

MATÉRIEL et MÉTHODES

Trois espèces ou sous-espèces de glossines provenant de l'élevage commun CIRAD-ORSTOM de Montpellier (France) sont utilisées : *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank, 1949, originaire du Burkina Faso, *Glossina morsitans morsitans* Westwood, 1850, originaire du Zimbabwe et *Glossina tachinoides* Westwood, 1850, originaire du Tchad et du Burkina Faso. Pour simplifier, dans la suite de l'exposé, on parlera d'espèces.

Trypanosoma (Nannomonas) congolense Broden, 1904, souche EATRO 325 (Savannah type), isolé en Ouganda en 1962 d'une glossine (24) a été retenu pour cette étude, car il infecte facilement le lapin.

1. Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries, Department of Entomology, POB 201, Entebbe, Ouganda.

2. CIRAD-EMVT, c/o ORSTOM, Département Santé, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

3. ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

Reçu le 24.3.1995, accepté le 21.7.1995.

Infection des glossines et leur maintenance

Des lots de 15 à 30 mouches ténérales (1-2 j.) de chaque sexe et de chaque espèce sont nourris sur le lapin infecté par *T. congolense* (EATRO 325) dont la parasitémie est comprise entre 0,5 et 2.10⁶ trypanosomes par ml (estimée selon la méthode de Herbert et Lumsden) (9). La durée du repas infectant est de 15 minutes. Après 2 ou 3 repas infectants successifs, les glossines infectées sont entretenues sur un lapin nourricier sain dont le sang est surveillé quotidiennement (examen à l'état frais). Un repas est proposé chaque jour pendant 5 jours par semaine. Dès que le lapin nourricier est trouvé infecté, il est immédiatement traité par un trypanocide (acéturate de diminazène, Bérénil®) et remplacé par un autre lapin sain. Les mouches sont entretenues dans un insectarium dont la température est de 24°C ± 1,5 et l'humidité relative de 65 à 75 p.100.

Comportement de sondage des glossines sur support sec

Les mouches infectées âgées de 20 à 45 j. et vierges, sont placées individuellement dans un tube en verre (2 cm de diamètre et 10 cm de hauteur), fermé par un morceau de tulle moustiquaire et rendu opaque sur les trois quarts de sa longueur afin de provoquer leur déplacement vers la partie éclairée. L'ouverture de ce tube est placée directement sur une lame sèche posée sur une plaque chauffante (38°C ± 1), et le comportement de la mouche est observé pendant 5 minutes, en évaluant après les durées de jeûne de 24 h, 48 h, 72 h et 96 h le nombre de sondages (0 sondage, 1 sondage, sondages répétés) (un sondage est pris au sens d'une tentative d'attouchement de la lame par le proboscis en position de piqûre). Le même protocole est appliqué avec les mêmes durées de jeûne pour les mouches non-infectées, d'une part non ténérales (âgées de 20-45 j.) et d'autre part ténérales (âgées de 1-2 j.).

Comportement de sondage sur support liquide

Quarante femelles et 11 mâles *G. morsitans morsitans* infectés (âgés de 20-45 j. et à jeun de 72 h) sont mis individuellement dans un tube opaque dont l'ouverture est fermée par un tulle. Le tube est placé juste au-dessus d'une microgoutte de PSG (phosphate-buffered saline-glucose) déposée sur une lame chauffée à 38°C ± 1 donnant la possibilité à la glossine de "sonder" la microgoutte. Le même protocole est appliqué à 23 *G. m. morsitans* femelles et 31 *G. m. morsitans* mâles mais en remplaçant le PSG par du sang hépariné.

Piqûre à travers une membrane de polythène

En vue de simuler la peau d'un animal et éventuellement de favoriser la salivation, on propose à des lots de *Glossina m. morsitans*, *G. tachinoides* et *G. palpalis gambiensis* de piquer à travers deux types de membranes fines en polythène (film micro-ondes avec ou sans microperforations). Trois lots de mouches d'élevage (femelles âgées de 20-45 j.) sont constitués (1 pour chacune des espèces). Chaque cage de 25 à 30 glossines est enveloppée par une membrane en polythène, et placée sur l'oreille d'un lapin pendant 10 minutes. Les mouches qui se gorgent sont comptées et retirées de la cage. Les mouches non-gorgées sont remises sur l'oreille du lapin dans la même cage mais sans membrane et les mouches ainsi gorgées sont comptées et retirées.

RÉSULTATS

Le comportement de sondage est évalué en pourcentage de mouches effectuant une ou plusieurs tentatives de piqûre ou aucune pendant 5 minutes d'observation. La comparaison de deux proportions est basée sur le test Σ et pour certains effectifs sur le test χ^2 (au risque 5 p.100).

Comportement de sondage sur support sec

Effet "espèce"

Quels que soient le sexe, l'âge, la durée du jeûne et l'état d'infection (tableau I), les trois espèces montrent entre elles des différences très significatives dans leur comportement ($\chi^2 = 89,12$; d.d.l. = 2; H.S.). *G. m. morsitans* se distingue nettement avec une proportion élevée de mouches qui effectuent un ou plusieurs sondages (70,50 p.100) par rapport à *G. tachinoides* (50,50 p.100) et *G. palpalis gambiensis* (45,80 p.100). Il n'y a pas de différence significative entre *G. tachinoides* et *G. palpalis gambiensis* ($\Sigma = 1,67$; N.S.).

TABEAU I

Comportement de sondage selon les trois espèces (quels que soient le sexe, l'âge, la durée du jeûne, l'état et infection)

	<i>G. tachinoides</i>	<i>G. p. gambiensis</i>	<i>G. m. morsitans</i>
0 sondage	317 (49,50*)	347 (54,20)	189 (29,50)
1 ou > 1 sondages	323 (50,50)	293 (45,80)	451 (70,50)

* pourcentage entre parenthèses.

G. p. gambiensis : *G. palpalis gambiensis* ; *G. m. morsitans* ; *G. morsitans morsitans*.

TABLEAU II
Comportement de sondage selon le sexe et l'espèce (quels que soient l'âge, la durée du jeûne, l'état d'infection)

	Mâles			Femelles		
	<i>G. tachinoides</i>	<i>G. p. gambiensis</i>	<i>G. m. morsitans</i>	<i>G. tachinoides</i>	<i>G. p. gambiensis</i>	<i>G. m. morsitans</i>
0 sondage	181 (56,60)	139 (43,40)	52 (16,25)	136 (42,50)	208 (65,00)	117 (36,56)
1 ou > 1 sondages	139 (43,40)	181 (56,60)	268 (83,75)	184 (57,50)	112 (35,00)	203 (63,44)
Total	320	320	320	320	320	320

* pourcentage entre parenthèses.

G. p. gambiensis : *G. palpalis gambiensis* ; *G. m. morsitans* : *G. morsitans morsitans*.

Effet "sexe"

Sans tenir compte de l'espèce, de l'âge, de la durée du jeûne et de l'état d'infection (tableau II), les mâles effectuent plus facilement et de façon très significative des tentatives de piqûre que les femelles : 61,30 p.100 pour les mâles et 52,00 p.100 pour les femelles ($\Sigma = 4,09$; H.S.).

Chez les mâles, *G. m. morsitans* (87,75 p. 100) (groupe *morsitans*) effectue plus facilement des tentatives de piqûre que les deux espèces du groupe *palpalis* : *G. palpalis gambiensis* (56,60 p.100), *G. tachinoides* (43,40 p.100).

Chez les femelles, il n'y a pas de différence entre le comportement de *G. m. morsitans* (63,44 p.100) et celui de *G. tachinoides* (57,50 p.100) ($\Sigma = 1,53$; N.S.), mais il existe une différence significative entre *G. tachinoides* et *G. palpalis gambiensis* (35,00 p. 100) ($\Sigma = 5,70$; H.S.).

Effet "âge"

Quels que soient l'espèce, le sexe, la durée du jeûne et l'état d'infection (tableau III), les ténérales font des sondages plus facilement (76,30 p. 100) que les mouches non ténérales (43,60 p. 100) ($\Sigma = 9,03$; H.S.).

En examinant chaque espèce (tableau IV), la différence entre ténérales et non ténérales se confirme pour *G. tachinoides* ($\Sigma = 8,62$; S), pour *G. palpalis gambiensis* ($\Sigma = 3,90$; S) et pour *G. m. morsitans* ($\Sigma = 3,68$; S). Cependant, les ténérales de *G. tachinoides* (86,25 p. 100) et celles de *G. m. morsitans* (87,50 p. 100) qui ne diffèrent pas entre elles ($\Sigma = 0,23$; N.S.), se distinguent significativement de *G. palpalis gambiensis* (55,0 p. 100) ($\Sigma = 4,33$ et 4,54 ; S.).

Chez les non-ténérales, *G. m. morsitans* sonde significativement en plus forte proportion (66,56 p.100) que *G. tachinoides* (32,80 p.100) et que *G. palpalis gambiensis* (31,60 p.100) ($\Sigma = 8,53$ et 8,85 ; H.S.). Ces deux dernières ne se différencient pas entre elles ($\Sigma = 0,33$; N.S.).

TABLEAU III
Comportement de sondage selon les deux groupes d'âge (quels que soient l'espèce, le sexe, la durée du jeûne, l'état d'infection)

	Ténérales (1-2 j.)	Non ténérales (20-45 j.)
0 sondage	57 (23,80)	541 (56,40)
1 ou > 1 sondages	183 (76,30)	419 (43,60)
Total	240	960

* pourcentage entre parenthèses.

TABLEAU IV
Comportement de sondage selon l'âge et l'espèce (quels que soient le sexe, la durée du jeûne, l'état d'infection)

	Ténérales (1-2 j.)			Non ténérales (20-45 j.)		
	<i>G.t.</i>	<i>G.p.g.</i>	<i>G.m.m.</i>	<i>G.t.</i>	<i>G.p.g.</i>	<i>G.m.m.</i>
0 sondage	11 (13,75)	36 (45,00)	10 (12,50)	215 (67,20)	219 (68,40)	107 (33,44)
1 ou > 1 sondages	69 (86,25)	44 (55,00)	70 (87,50)	105 (32,80)	101 (31,60)	213 (66,56)
Total	80	80	80	320	320	320

* pourcentage entre parenthèses.

G.t. = *G. tachinoides* ; *G.p.g.* = *G. palpalis gambiensis* ; *G.m.m.* = *G. morsitans morsitans*.

TABLEAU V
Comportement de sondage selon l'âge et le sexe
(toutes espèces confondues).

	Ténérales (1-2 j.)		Non ténérales (20-45 j.)	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
0 sondage	17 (14,2)	40 (33,30)	253 (52,70)	288 (60,0)
1 ou > 1 sondages	103 (85,80)	80 (66,70)	227 (47,30)	192 (40,00)
Total	120	120	480	480

* pourcentage entre parenthèses.

Les mâles ténéraux (tableau V) ont un comportement de sondage significativement plus élevé (85,80 p. 100) que les mâles non ténéraux (47,30 p.100) ($\Sigma = 7,59$; H.S.).

Les femelles ténérales sondent significativement plus (66,70 p. 100) que les femelles non ténérales (40,00 p.100) ($\Sigma = 5,24$; H.S.).

Quel que soit l'âge (ténérales ou non ténérales), les mâles ont une propension à sonder plus grande que les femelles ($\Sigma = 3,48$ et $2,27$; S.).

Effet "durée du jeûne"

Sans tenir compte de l'espèce, du sexe, de l'âge et de l'état d'infection, le pourcentage de glossines tentant de sonder s'accroît très rapidement avec la durée du jeûne de 24 à 72 h mais change peu après (96 h) (fig. 1).

Une durée de jeûne de 48 h provoque un comportement de sondage chez 75 p. 100 des *G. m. morsitans*. Il faut plus de 72 h à *G. tachinoides* et *G. palpalis gambiensis* pour obtenir le même pourcentage.

Avec l'allongement de la durée du jeûne, le pourcentage de tentatives de sondages (toutes espèces confondues) augmente chez les deux sexes. Aux délais de 24 et 48 h, il n'y a pas de différence significative entre mâles et femelles ($\Sigma = 1,35$ et $\Sigma = 1,92$; N.S.) bien que la précocité apparente soit à l'avantage des mâles. Par contre, aux délais de 72 h et 96 h, les mâles ont sondé en plus grande proportion que les femelles ($\Sigma = 2,90$ et $\Sigma = 2,45$; S.).

Selon les espèces, le comportement de sondage apparaît très différent entre sexes : *G. m. morsitans* se distingue nettement des deux autres espèces pour les mâles et pour les femelles avec un comportement de sondage plus précoce des mâles jusqu'à 72 h. Par contre, les femelles de *G. tachinoides* sondent significativement plus que les mâles aux délais de 24 et 48 h ($\Sigma = 4,25$ et $2,38$; S.), la différence disparaissant ensuite ($\Sigma =$

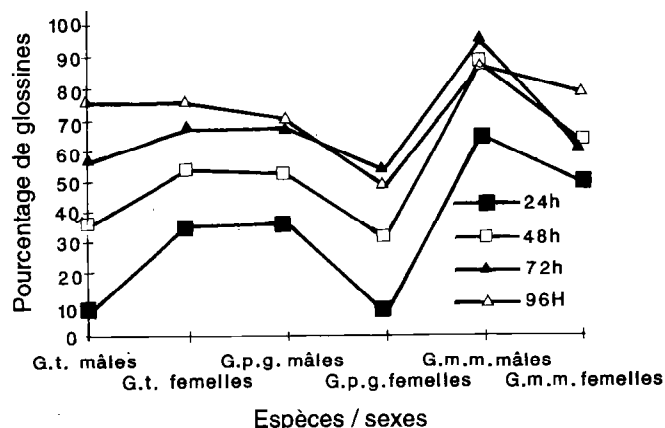


Figure 1 : Effet de la durée du jeûne, du sexe et de l'espèce sur le comportement de sondage des glossines (G.t. : *Glossina tachinoides* ; G.p.g. : *Glossina palpalis gambiensis* ; G.m.m. : *Glossina morsitans morsitans*).

1,29 et 0 ; N.S.). Chez cette espèce et pour les deux sexes, le comportement de sondage s'accroît régulièrement jusqu'à 72 et même 96 h.

Chez *G. palpalis gambiensis*, les mâles sondent significativement plus que les femelles aux délais de 24 et 48 h, la différence disparaissant à 72 h ($\Sigma = 1,78$; N.S.) et réapparaissant à 96 h ($\Sigma = 2,73$; S.).

Effet "infection trypanosomienne"

Sans tenir compte de l'espèce, du sexe, de l'âge et de l'état de jeûne, le groupe sain a sondé en proportion plus élevée (61 p.100) que le groupe infecté (51,9 p.100) ($\chi^2 = 16,40$; d.d.l. = 1 ; H.S.). L'analyse par espèce et par sexe permet d'être plus précis (tableau VI).

Chez les mâles, en comparant les lots infectés et les lots non infectés, le facteur "infection trypanosomienne" ne modifie pas le comportement de sondage pour les 3 espèces de glossines prises globalement ($\Sigma = 1,96$; $\Sigma = 1,01$; $\Sigma = 1,5$; N.S.).

Concernant les femelles, alors que chez *G. m. morsitans* il n'y a pas de différence significative du comportement en fonction de l'état d'infection ($\Sigma = 0,5$; N.S.), chez les deux glossines du groupe *palpalis* (*G. palpalis gambiensis* et *G. tachinoides*), les individus non infectés ont un comportement de sondage significativement supérieur aux individus infectés ($\Sigma = 8,36$ et $\Sigma = 3,04$; H.S.).

Les trois espèces infectées se distinguent significativement entre elles ($\chi^2 = 71,5$; d.d.l. = 2 ; H.S.) par ordre décroissant d'activité : *G. m. morsitans* (71,25 p.100), *G. palpalis gambiensis* (43,1 p.100) et *G. tachinoides* (41,60 p.100) sans que les deux dernières espèces se distinguent entre elles.

TABLEAU VI
Comportement de sondage des glossines entre le groupe infecté et le groupe sain

	Non infectés									Infectés								
	G.t.			G.p.g.			G.m.m.			G.t.			G.p.g.			G.m.m.		
	♂	♀	T	♂	♀	T	♂	♀	T	♂	♀	T	♂	♀	T	♂	♀	T
0 sondage	99	31	130	74	91	165	21	56	77	82	105	187	65	117	182	31	61	92
	(61,90)	(19,40)		(46,25)	(56,90)		(13,10)	(35,0)		(51,30)	(65,60)		(40,60)	(73,10)		(19,40)	(38,10)	
1 ou > 1 sondages	61	129	190	86	69	155	139	104	243	78	55	133	95	43	138	129	99	228
	(38,10)	(80,60)		(53,75)	(43,10)		(86,90)	(65,0)		(48,80)	(34,40)		(59,40)	(26,90)		(80,60)	(61,90)	
Total	320			320			320			320			320			320		

G.t. = *G. tachinoides* ; G.p.g. = *G. palpalis gambiensis* ; G.m.m. = *G. morsitans morsitans*.
T : total.
* Pourcentage entre parenthèses.

Les mâles infectés de *G. m. morsitans* (80,6 p.100) dominent significativement les deux autres espèces (*G. palpalis gambiensis* : 59,4 p.100 et *G. tachinoides* : 48,8 p.100) qui ne se départagent pas entre elles ($\Sigma = 1,96$; N.S.). Les femelles infectées de *G. m. morsitans* (61,9 p.100) sondent significativement plus que celles de *G. tachinoides* (34,4 p.100) ($\Sigma = 6,30$) et que celles de *G. palpalis gambiensis* (26,9 p.100) ($\Sigma = 4,92$).

Comportement de sondage sur support liquide

En comparant l'emploi d'une goutte de PSG et d'une goutte de sang hépariné comme milieu de sondage sur le comportement de *G. m. morsitans* (tableau VII), on constate que, chez les deux sexes, le réflexe de sondage est identique avec les deux liquides ($\Sigma = 1,69$ pour les mâles ; $\Sigma = 1,06$ pour les femelles ; N.S.). En ne retenant que le groupe femelles infectées (à jeûn depuis 72 h) de *G. m. morsitans* (le plus nombreux), celui-ci sonde en plus fort pourcentage sur le support liquide (90,5 p.100) que sur le support sec (75 p.100) ($\Sigma = 3,11$; S.).

Effet de l'emploi d'une membrane synthétique

Seulement 13 p.100 des *G. tachinoides* et 25 p.100 des *G. m. morsitans* traversent la membrane microperforée pour se nourrir sur le lapin, mais aucune *G. palpalis gambiensis* (tableau VIII). On remarque cependant la plus grande faculté de *G. m. morsitans* à traverser ce type de matériel. Aucun individu, quelle que soit l'espèce, ne traverse la membrane non microperforée.

TABLEAU VII
Comportement de sondage en fonction du support liquide (PSG ou sang) chez les 2 sexes (jeûne : 72 h ; âge : 24-45 j.).

	PSG		Sang hépariné	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
0 sondage	1	5	0	1
	(9,09)	(12,50)	(0)	(4,35)
1 ou > 1 sondages	10	35	31	22
	(90,9)	(87,50)	(100,0)	(95,65)
Total	11	40	31	23

* Pourcentage entre parenthèses

TABLEAU VIII
Effet de l'emploi de deux types de membrane sur le comportement de piqûre de 3 espèces de glossines âgées de 25 - 45 j.

	Avec microperforations			Sans microperforations		
	G.t.	G.p.g.	G.m.m.	G.t.	G.p.g.	G.m.m.
Cage avec membrane	3/23	0/28	6/24	0/26	0/26	0/29
	(13,04)	(0,00)	(25,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)
Sans membrane	20/23	26/28	18/18	25/26	26/26	25/29
	(86,96)	(92,85)	(100,00)	(96,15)	(100,0)	(86,21)

G.t. = *G. tachinoides* ; G.p.g. = *G. palpalis gambiensis* ; G.m.m. = *G. morsitans morsitans*.
* Pourcentage entre parenthèses.

DISCUSSION

Cette étude a pour objectif de mieux comprendre les mécanismes de sondage des glossines pour essayer de les mettre à profit et éventuellement les stimuler en vue de faciliter la récolte des trypanosomes sur un support artificiel, facile à examiner. Les métatrypanosomes infectants pour les mammifères se situent en fin de cycle dans la salive de l'hypopharynx. Celle-ci constitue le véhicule de l'agent pathogène et représente un milieu assez facile à examiner par les techniques parasitologiques et moins sujet à des réactions atypiques pour l'application de la PCR (15) du fait de l'absence d'éléments sanguins.

La technique de salivation sur lame est artificielle. Burt (2) travaillant avec *G. morsitans* infectée par *T. b. rhodesiense* stimule la glossine en lui présentant un cobaye, puis la lame chaude, sur laquelle il met de l'albumine d'œuf pour obtenir une meilleure coloration de la salive et des trypanosomes. Dans notre étude, l'insecte est mis directement au contact d'un objet inerte (lame de verre) auquel est associée la chaleur (37-38°C) qui est le seul facteur de stimulation. Or, des études électrophysiologiques récentes révèlent la présence chez *G. f. fuscipes* d'une paire de thermorécepteurs sur les 3e, 4e et 5e tarsomères (25). Ce sont probablement eux qui sont stimulés dans cette expérience.

Des chimiorécepteurs gustatifs ont été également décrits sur la face ventrale des derniers tarsomères (5) et Van der Goes van Naters et Rinkes (25) montrent leur réceptivité à la sueur humaine et à certains de ses constituants chez *G. f. fuscipes*. Elle induit le réflexe de piqûre chez cette espèce, ce qui ne semble pas le cas dans les observations de Dethier (7) sur *G. palpalis*, *G. brevipalpis* et *G. morsitans*, indiquant des différences entre espèces.

De même, dans l'expérience présente, les espèces ou sous-espèces testées ne répondent pas de la même façon au support sec et, concernant *G. m. morsitans*, aux deux types de supports (sec et liquide) offerts pendant la durée d'observation (5 min) de chaque individu. Mais les auteurs précédents (25) suggèrent que la stimulation sensorielle des chimiorécepteurs tarsaux pourrait être en relation avec celle d'autres organes du goût, par exemple ceux du proboscis.

G. m. morsitans est de loin la glossine la plus apte à être stimulée en fréquence et en rapidité à la présentation de la lame chauffée par rapport aux deux autres espèces du groupe *palpalis*. Ceci est probablement à rapprocher de sa grande agressivité ou "disponibilité", bien connue sur le terrain, par rapport aux autres espèces (20).

Toutefois, on constate que le réflexe de sondage/piqûre est fortement modulé par d'autres facteurs, dont au moins le sexe, l'âge et la durée du jeûne.

Les mâles de *G. m. morsitans* et de *G. palpalis gambiensis* sont beaucoup plus actifs que les femelles et c'est l'inverse pour *G. tachinoides* sans que l'on trouve d'explication, d'autant que ce constat se retrouve quels que soient l'âge et la durée du jeûne (jusqu'à 72 heures).

Les deux groupes d'âges retenus ici sont les ténérales et les non-ténérales. Chez les trois espèces de glossines, les ténérales se montrent beaucoup plus actives vis-à-vis de la lame chauffée que les non-ténérales. Ceci est à mettre en relation avec leurs faibles réserves graisseuses, cet état les rendant plus réceptives aux stimuli (23). C'est également le cas des mâles qui sont plus actifs que les femelles. Leur plus faible réserve graisseuse les rend probablement plus sensibles à la sollicitation de piquer. Randolph et Rogers (23) concluent que le comportement alimentaire s'accroît avec la baisse du niveau de la graisse pendant le cycle trophique qui est de 3-4 jours chez *G. m. morsitans*. Brady (1) montre également que la réponse de *G. m. morsitans* à des objets en mouvements s'accroît avec le jeûne et que les glossines ténérales le font plus que les glossines non ténérales.

Jusqu'au délai de 72 heures, il apparaît en effet très nettement que l'allongement de la durée du jeûne se traduit par un accroissement de la réponse de piqûre pour toutes les espèces et pour les deux sexes. Les mâles de *G. m. morsitans* et ceux de *G. palpalis gambiensis* sont plus précoces en réponse que les femelles, mais les femelles de *G. tachinoides* le sont plus que les mâles.

Den Otter *et al.* (6) montrent que les réponses électroantennographiques à des stimuli de divers composés olfactifs baissent avec l'âge, que les mâles répondent davantage que les femelles et que la durée du jeûne accroît les réponses de *G. m. morsitans* et de *G. tachinoides*.

Youdeowei (26) trouve également que la durée de jeûne de 48 h chez *G. m. morsitans* est celle engendrant le maximum de sondages en une minute et Laveissière (11) remarque que, dans la nature, en saison froide, en saison chaude et en saison des pluies, les femelles de *G. tachinoides* prennent leur premier repas beaucoup plus tôt que les mâles, en liaison, selon l'auteur, avec l'ovogenèse.

Jenni *et al.* (10) indiquent que *G. m. morsitans* infectée par *T. b. brucei* pique la souris plus fréquemment et avec une plus grande intensité que des glossines non infectées du fait d'une perturbation des mécanorécepteurs du labre et d'une obstruction de l'hypopharynx par les trypanosomes.

Mais Moloo et Dar (18), Moloo *et al.* (19), Makumi et Moloo (14) et Chiguza et Otieno (4) n'observent aucun effet de l'infection trypanosomienne sur le comportement de sondage et la quantité de sang ingérée chez les glossines infectées par rapport aux glossines saines.

L'observation faite ici du comportement sur lame chauffée ne montre pas une plus grande activité des individus infectés. Alors que les mâles ne se différencient pas

entre eux, les femelles non infectées sondent significativement davantage que les glossines infectées, ce qui indique que, au laboratoire, l'infection trypanosomienne n'exacerbe pas le comportement de sondage comme l'ont suggéré certains auteurs (10), mais l'abaisserait plutôt, au moins chez les femelles.

L'emploi d'un support liquide (PSG ou sang hépariné) améliore le pourcentage de glossines qui sondent, probablement par stimulation des organes récepteurs du proboscis. A cet avantage s'ajoute celui de permettre une recherche plus facile des trypanosomes émis dans le salivat (durée plus longue de mobilité des trypanosomes). La détection apparaît cependant meilleure avec le PSG (absence d'éléments figurés) tout en simplifiant la manipulation, le sang nécessitant un prélèvement et l'adjonction d'héparine.

La membrane synthétique utilisée n'a pu être facilement traversée par les glossines. L'objectif était de stimuler la salivation par la pénétration d'un support comme l'avait constaté Youdeowei (26) en faisant piquer *G. morsitans* à travers la membrane alaire d'une chauve-souris, ce qui indique la participation de mécanorécepteurs.

D'autres facteurs, comme l'état de gestation, n'ont pas été abordés pour limiter le nombre de paramètres mais jouent certainement un rôle qui devra être étudié.

CONCLUSION

La technique de salivation sur lame est ancienne et mérite d'être réhabilitée et améliorée, car elle permet de détecter assez facilement l'état infectant d'une glossine sans passer par l'animal de laboratoire (lapins, souris, moutons) et sans dissection de l'insecte. Ces premiers essais indiquent, qu'au laboratoire, les meilleures réponses de sondage sur lame chaude sont obtenues avec la sous-espèce *G. m. morsitans* de sexe mâle, soumise à un jeûne de 48 à 72 heures. Les données récentes sur les thermorécepteurs et les chimiorécepteurs des glossines doivent permettre d'améliorer fortement le réflexe de sondage et de salivation pour permettre de détecter plus facilement la fraction infectante d'une population de glossines. L'obtention plus facile du salivat et des trypanosomes doit faciliter sur le terrain la recherche parasitologique sur l'insecte vivant et, au laboratoire, une application plus efficace des méthodes de la biologie moléculaire en évitant des interactions indésirables avec des constituants sanguins. Mettant à profit ces premiers éléments sur le comportement de sondage des glossines, l'étude du caractère permanent ou transitoire de l'émission des trypanosomes qui est en cours, doit conduire à évaluer le degré de pérennité du caractère infectant des glossines qui conditionne en partie leur compétence vectorielle.

Bibliographie

- BRADY J., 1972. The visual responsiveness of the tsetse fly *Glossina morsitans* Westw. (Glossinidae) to moving objects: the effects of hunger, sex, host, odour and stimulus characteristics. *Bull. ent. Res.*, 68: 257-279.
- BURTT E., 1946. Salivation by *Glossina morsitans* on to glass slides: a technique for isolating infected flies. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 40: 141-144.
- BUXTON P.A., 1955. The natural history of tse-tse flies. An account of the biology of *Glossina* (Diptera). London, U.K., H.K. Lewis and Co Ltd., 816 p. (Mémoire No.10)
- CHIGUZA Y., OTIENO L.H., 1988. Longevity and feeding behaviour of *Glossina morsitans morsitans* infected with *Trypanosoma brucei brucei*. *Jap. J. sanit. Zool.*, 39: 71-75.
- D'AMICO F., GEOFFROY B., CUISANCE D., BOSSY J.P., 1993. Sites and abundance of chemoreceptors on the legs of tsetse, *Glossina tachinoides* (Diptera : Glossinidae). *Insect Sci. Applic.*, 13: 781-786.
- DEN OTTER C.J., TCHICAYA T., SCHUTTE A.M., 1991. Effects of age, sex and hunger on the antennal olfactory sensitivity of tsetse flies. *Physiol. Ent.*, 16: 173-182.
- DETHIER V.G., 1954. Notes on the biting of tsetse flies. *Am. J. trop. Med. Hyg.*, 3: 160-171.
- GIBSON W.C., DUKES P., GASHUMBA J.K., 1988. Species specific DNA probes for identification of African trypanosomes in tsetse flies. *Parasitology*, 97: 63-73.
- HERBERT W.J., LUMSDEN W.H.R., 1976. *Trypanosoma brucei*. A rapid "matching" method for estimating the host's parasitaemia. *Expl Parasit.*, 40: 427-431.
- JENNI L., MOLYNEUX D.H., LIVESEY J.L., GALUN R., 1980. Feeding behaviour of tse-tse flies (*Glossina*) infected with salivarian trypanosomes. *Nature*, 283: 383-385.
- LAVEISSIERE C., 1978. Ecologie de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850 en savane humide d'Afrique de l'Ouest. VI. Age de la glossine à son premier repas. *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasit.*, 16: 181-187.
- MAJIWA P.A.O., OTIENO L.H., 1990. Recombinant DNA probes reveal simultaneous infection of tsetse flies with different species. *Molec. Biochem. Parasit.*, 40: 245-254.
- MAJIWA P.A.O., THATTHI R., MOLOO S.K., NYEKO J.H.P., OTIENO L.H., MALOO S., 1994. Detection of trypanosome infections in the saliva of tsetse flies and buffy-coat samples from antigenaemic but aparasitaemic cattle. *Parasitology*, 108: 313-322.
- MAKUMI J.N., MOLOO S.K., 1991. *Trypanosoma vivax* in *Glossina palpalis gambiense* do not appear to affect feeding behaviour, longevity or reproductive performance of the vector. *Med. vet. Ent.*, 5: 35-42.
- MASIGA D.K., SMYTH A.J., HAYES P., BROMIDGE T.J., GIBSON W.C., 1992. Sensitive detection of trypanosomes in tsetse flies by DNA amplification. *Int. J. Parasit.*, 22: 909-918.
- MAWUENA K., DOUMEY K., AKAKPO K., 1984. Nombre probable de *Trypanosoma (Nannomonas) congolense* transmis par *Glossina morsitans*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 37 (N° special) : 186-191.
- MEHLITZ D., TIETJEN U., 1988. Trypanosome infection rates in tsetse midguts using a short-term culture technique. *Acta trop.*, 45: 183-184.
- MOLOO S.K., DAR F., 1985. Probing by *Glossina morsitans centralis* infected with pathogenic *Trypanosoma* species. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 79: 119.

19. MOLOO S.K., MOLYNEUX D.H., LIVESSEY J.L., GALUN R., 1980. Feeding behaviour of tsetse flies infected with salivarian trypanosomes. *Nature*, 283: 383-385.

20. MULLIGAN H.W., POTTS W.H., 1950. The African trypanosomiases. London, U.K., George Allen and Unwin Ltd., 950 p.

21. NITCHEMAN S., JACQUIET P., 1990. Utilisation de souriceaux pour la mise en évidence de l'infectivité des glossines. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 43 (2) : 219-223.

22. OTIENO L.H., 1993. Inadequacy of the dissection method for estimating trypanosome infection rates. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 77: 329-330.

23. RANDOLPH S.E., ROGERS D.J., 1981. Physiological correlates of the availability of *Glossina morsitans centralis* Machado to different sampling methods. *Ecol. Ent.*, 6: 63-77.

24. UILENBERG G., MAILLOT L., GIRET M., 1973. Etudes immunologiques sur les trypanosomoses. II. Observations nouvelles sur le type antigénique de base d'une souche de *Trypanosoma congolense*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 26 (1) : 27-35.

25. VAN DER GOES VAN NATERS W.M., RINKES T.H.N., 1993. Taste stimuli for tsetse flies on the human skin. *Chem. Senses*, 18: 437-444.

26. YOUDEOWEI A., 1975. A simple technique for observing and collecting the saliva of tsetse flies (Diptera, Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 65: 65-67.

GIDUDU (A.M.), CUISANCE (D.), REIFENBERG (J.M.), FREZIL (J.L.). Improvement of tsetse fly salivation technique for the detection of infective metatrypanosomes: study of the impact of certain biological and non-biological factors on probing behaviour of tsetse flies. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 153-160

The probing and salivation behaviour on a warm slide of three tsetse fly species or subspecies (*Glossina morsitans morsitans*, *Glossina palpalis gambiensis*, *Glossina tachinoides*) was examined with respect to various parameters (species, sex, age, starvation period, trypanosome infection, quality of support). Each fly was given the opportunity to probe the warm slide (38°C) for 5 minutes (we mean by probing an attempt to touch the glass slide by the proboscis in a biting position). *G. m. morsitans* is by far the most efficient at probing (70.50 %) when compared with *G. tachinoides* (50.50 %) and *G. palpalis gambiensis* (45.80 %). Globally, males (61.30 %) are more active than females (52 %) and those of the *morsitans* group are more active than those of the *palpalis* group. Teneral flies probe more easily than non-teneral flies, with an increased advantage in *G. m. morsitans*. The starvation period increases the probing behaviour, but at 48 h, *G. m. morsitans* probed as much as *G. palpalis gambiensis* and *G. tachinoides* at 72 h. The males of *G. m. morsitans* and *G. palpalis gambiensis* are more precocious than females, but the inverse is observed in *G. tachinoides*. Infection by *T. congolense* (EATRO 325 strain) does not affect the probing behaviour of males of all 3 species but seems to lower that of females in the *palpalis* group. Addition of a drop of PSG or blood improves the probing behaviour of infected *G. m. morsitans* females (the only ones tested). The results are discussed in relation to biological data and knowledge of the receptor systems of tsetse flies.

Key words: *Glossina* - Behaviour - Bite - Trypanosomosis.

GIDUDU (A.M.), CUISANCE (D.), REIFENBERG (J.M.), FREZIL (J.L.). Mejoramiento de la técnica de salivación de las glosinas para la detección de meta tripanosomas infectantes : estudio de algunos factores biológicos y no biológicos sobre el comportamiento de sondeo de las glosinas. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 153-160

Se examinó el comportamiento de sondeo y de salivación sobre lámina caliente de tres especies o sub especies de glosinas (*Glossina morsitans morsitans*, *Glossina palpalis gambiensis*, *Glossina tachinoides*), en función de ciertos parámetros (especie, sexo, edad, duración del ayuno, infección tripanosómica, calidad del soporte). A cada glosina se le permitió sondear una lámina caliente (38°C) durante 5 minutos (el sondeo se entiende como un intento de acercamiento de la lámina por parte de la probócid e en posición de piquete). *G. m. morsitans* mostró ser la más apta al sondeo (70,50 p. 100) en comparación a *G. tachinoides* (50,50 p. 100) y *G. palpalis gambiensis* (48,50 p. 100). Los machos (61,30 p. 100) son globalmente más activos que las hembras (52 p. 100) y los de *G. m. morsitans* mucho más que los del grupo *palpalis*. Las glosinas tenebrales sondean más fácilmente que las no tenebrales, con una ventaja clara de *G. m. morsitans*. La duración del ayuno aumenta los intentos de sondeo, sin embargo, a las 48 h *G. m. morsitans* sondeó lo mismo que *G. palpalis gambiensis* y que *G. tachinoides* a las 72 h. Los machos de *G. m. morsitans* y de *G. palpalis gambiensis* son más precoces que las hembras, inversamente a los observado en *G. tachinoides*. La infección por *T. congolense* (cepa EATRO 325), no afecta el comportamiento de sondeo de los machos de ninguna de las tres especies, pero parece disminuir el de las hembras del grupo *palpalis*. La adición de una gota de PSG o de sangre, mejora el comportamiento de las hembras infectadas con *G. m. morsitans* (que fueron las únicas estudiadas). Se discuten los resultados en función de los datos biológicos y de los conocimientos de los sistemas receptores de las glosinas.

Palabras clave : *Glossina* - Comportamiento - Mordedura - Tripanosomosis.

La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine.

IV. Impact entomologique, parasitologique et zootechnique

F. Le Gall¹, F. Blanc², J.P. Gouteux³, M. Mainguet⁴, D. Cuisance⁵, J.L. Lemesre^{6*}, S. Nitcheman⁶, M. Cavaleyra⁶, F. D'Amico⁵, E. Pounékrozou⁴, F. N'Dokoué⁴

LE GALL (F.), BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), MAINGUET (M.), CUISANCE (D.), LEMESRE (J.L.), NITCHEMAN (S.), CAVALEYRA (M.), D'AMICO (F.), POUNÉKROUZOU (E.), N'DOKOUÉ (F.). La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. IV. Impact entomologique, parasitologique et zootechnique. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 161-169

Le suivi d'un réseau d'élevage de 19 troupeaux zébus Mbororo a été mis en place pour évaluer l'impact d'une lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* limitée aux abreuvoirs. Ce programme s'inscrit dans la stratégie d'une lutte intégrée contre les trypanosomoses bovines en République centrafricaine. Le piégeage permet d'abaisser les densités de *G. f. fuscipes* et de diminuer les prévalences trypanosomiennes. Ces effets se traduisent par l'amélioration des valeurs de l'hématocrite et par la diminution du nombre de traitements trypanocides réalisés. L'impact sur les productivités est plus difficile à mettre en évidence sur une courte période ; il apparaît cependant manifeste sur les paramètres calculés.

Mots clés : Bovin - Zébu - Trypanosomose - *Glossina fuscipes fuscipes* - Lutte anti-insecte - Piège - Elevage - République centrafricaine.

INTRODUCTION

Le délestage pastoral du Sahel a renforcé le mouvement séculaire des éleveurs Mbororo en direction des savanes humides du Sud-Est, plus riches en pâturages mais infestées de glossines. Les trypanosomoses bovines sont ainsi l'un des problèmes majeurs des éleveurs Peul centrafricains, nécessitant l'utilisation massive de trypanocides. Cet élevage «sous la seringue» pose des problèmes techniques et économiques : coût des traitements, émergence de souches chimiorésistantes (21). L'Agence nationale de développement de l'élevage (ANDE) a donc développé une lutte antivectorielle contre *Glossina fuscipes fuscipes*, principal vecteur des trypanosomoses du bétail en République centrafricaine (RCA) (6, 7, 8).

Les essais de lutte entrepris en RCA contre *G. f. fuscipes* reposaient auparavant sur la pulvérisation d'un insecticide rémanant associée à l'isolement des galeries forestières traitées par des barrières de déboisement (27). Cette méthode de lutte visait l'éradication du vecteur. Elle ne donne de bons résultats qu'à court terme et sur une superficie limitée dont on peut assurer l'isolement par des barrières ; or la lutte en RCA doit être conduite à l'échelle du pays, applicable pour un cheptel important et doit tenir compte de la grande mobilité des éleveurs Peul. Le contrôle permanent des populations du vecteur constitue une alternative aux méthodes d'«éradication». Ces techniques moins drastiques visent à contenir à un niveau suffisamment bas les prévalences trypanosomiennes du bétail, en abaissant les densités du vecteur et/ou en diminuant le contact bétail-vecteur. Ces pathologies ne constituent plus alors un problème sanitaire majeur et peuvent être contrôlées par un niveau acceptable de chimiothérapie (6, 8).

Une prise en charge technique et financière par les éleveurs de cette lutte contre *G. f. fuscipes* nécessitait la mise au point d'un outil bon marché, efficace contre ce vecteur et d'utilisation simple et individuelle. Le piège bipyramidal utilisé (14, 15) a été conçu dans cette optique.

Une évaluation de l'impact de la technique de piégeage était nécessaire préalablement à la diffusion-vulgarisation du piège (1) à grande échelle. Les impacts entomologique, parasitologique et zootechnique d'une lutte par piégeage limitée aux abreuvoirs fréquentés par le bétail sur un réseau de troupeaux suivis pendant une année, sont présentés dans cet article.

1. Banque mondiale, AGRTN, 1818 H Street, N.W. Washington, DC 20433, Etats-Unis.

2. Fédération nationale des éleveurs centrafricains (FNEC), BP 1509, Bangui, République centrafricaine.

3. ORSTOM, s/c Université de Pau et des Pays de l'Adour, IPRA, 64000 Pau, France.

4. Agence nationale de développement de l'élevage (ANDE), BP 1509, Bangui, République centrafricaine.

5. CIRAD-EMVT, s/c Centre ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex, France.

6. ORSTOM, Unité de Biologie parasitaire*, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex, France.

Reçu le 2.9.1994, accepté le 27.7.1995.



Figure 1 : Piégeage d'un abreuvoir (cliché F. Le Gall).

F. Le Gall F. Blanc J.P. Gouteux M. Mainguet D. Cuisance J.L. Lemesre S. Nitcheman M. Cavaleyra
F. D'Amico E. Pounékrouzou F. N'Dokoué

MATÉRIEL et MÉTHODES

L'étude repose sur un suivi de troupeaux en conditions réelles. Cette approche permet de tenir compte des contraintes de terrain, difficilement reproductibles en milieu contrôlé, pour évaluer l'impact de la lutte et la faisabilité d'une prise en charge du piégeage par les éleveurs.

Zone d'étude

La région étudiée est celle d'Ouro-Djafoun dans la préfecture de la Ouaka, au centre-est de la RCA. Cette commune d'élevage a été créée en 1965 pour héberger les troupeaux des Mbororo venus du Cameroun ou de l'Ouest de la RCA. Ces éleveurs Peul pratiquent un élevage extensif de leur bétail zébu, avec une transhumance de saison sèche de novembre-décembre à avril-juin vers des zones plus au sud qu'ils atteignent après deux mois de déplacement itinérant et où ils séjournent environ trois mois. Ouro-Djafoun a une superficie d'environ 1 500 km² et est situé en zone soudano-guinéenne, avec une pluviométrie moyenne de 1 500 mm/an (source : station INRTV - Bambari, RCA). Les ligneux ont tendance à envahir la végétation graminéenne de ces savanes arbustives à *Piliostigma thonningii*, *Annona senegalensis*, *Nauclea latifolia*, *Terminalia* spp., *Grewia* spp. et *Hymenocardia acida* (24), traversées par de nombreuses galeries forestières.

Ouro-Djafoun se situe dans une aire géographique à forte pression trypanosomienne (19) : taux élevé de mortalités imputables aux trypanosomoses, coût important d'achat de trypanocides (560 F CFA dépensés par animal et par an, soit 3,3 traitements), densité glossinienne moyenne à forte (densité apparente par piège et par jour [DAP] moyenne sur la zone : 3 *G. f. fuscipes*). Trois espèces de glossines avaient été identifiées en 1963 sur cette commune : *G. f. fuscipes*, *G. fusca congolensis* et *G. fuscipleuris* (12). Une prospection entomologique préalable à la mise en place du réseau (2) a établi la rareté de *G. fusca congolensis* (6 spécimens récoltés pour 1 746 *G. f. fuscipes*) et l'absence de *G. fuscipleuris*. *G. f. fuscipes* apparaît donc bien comme le vecteur de trypanosomoses dans cette commune ; la lutte doit être dirigée contre cette espèce.

Réseau d'élevage

Le réseau comprend 19 troupeaux (initialement 673 animaux) : 17 troupeaux, comprenant 573 animaux au total, appartiennent à 13 éleveurs Mbororo ; 2 troupeaux de 50 têtes chacun ont été constitués par l'ANDE.

Les abreuvoirs de 12 troupeaux (436 animaux, lot P) sont protégés à l'aide de 1 à 4 pièges par abreuvoir selon la dimension de la galerie forestière. Les 7 troupeaux restant (237 animaux, lot NP) constituent le groupe témoin. Un élevage dispose de 2 abreuvoirs en moyenne. Le piégeage concerne les abreuvoirs de saison des pluies, puis les abreuvoirs de saison sèche sur les lieux de transhumance.

Le choix des élevages protégés et non protégés s'est fait de manière aléatoire. Aucune différence significative de DAP ni de prévalence trypanosomienne n'existe au départ entre les lots P et NP. L'emplacement des campements de saison des pluies ainsi que l'effectif et le type de protection des troupeaux du réseau sont présentés sur la figure 2.

Suivi du réseau

La cohorte des 673 animaux a été suivie de juin 1990 à juin 1991 par une enquête prospective de type traité/témoin (ici piégé/non piégé). L'appréciation de la situation entomologique de la zone et l'identification des candidats potentiels permettent d'établir les conditions nécessaires à l'introduction d'un troupeau dans le réseau :

- présence de *G. f. fuscipes* aux abreuvoirs fréquentés par le troupeau (DAP supérieure ou égale à 1) ;
- acceptation par le propriétaire du marquage des animaux suivis et d'un suivi incluant des prises de sang sur ces animaux ;
- assurance d'un retour au campement d'origine des troupeaux transhumants ;
- mode d'élevage, composition du troupeau, état zoosanitaire général sans spécificité nette par rapport aux troupeaux Mbororo de la région.

Enquête

Les visites trimestrielles ont été effectuées par l'équipe chargée du programme en juin 1990 (V1, début de saison des pluies), octobre 1990 (V2, fin de saison des pluies), février 1991 (V3, milieu de saison sèche) et juin 1991 (V4, début de saison des pluies). Les prélèvements sanguins ont été réalisés (jusqu'en février 1991) et les données zootecniques (jusqu'en juin 1991) ont été collectées lors de ces visites.

Trois agents responsables de la surveillance du réseau effectuaient bimensuellement en saison des pluies et mensuellement en saison sèche un piégeage des abreuvoirs des troupeaux témoins, l'inspection du dispositif de lutte et le relevé des captures des pièges de lutte (jusqu'en avril 1991), ainsi que le relevé des paramètres zootecniques.

Paramètres recherchés et techniques utilisées

Entomologie

L'évolution des densités glossiniennes aux abreuvoirs était suivie par un piégeage bimensuel (en saison des pluies) et mensuel (en saison sèche) de 2 à 4 jours à l'aide du piège bipyramidal Gouteux-ANDE (15). Les DAP étaient exprimées en glossines/piège/jour.

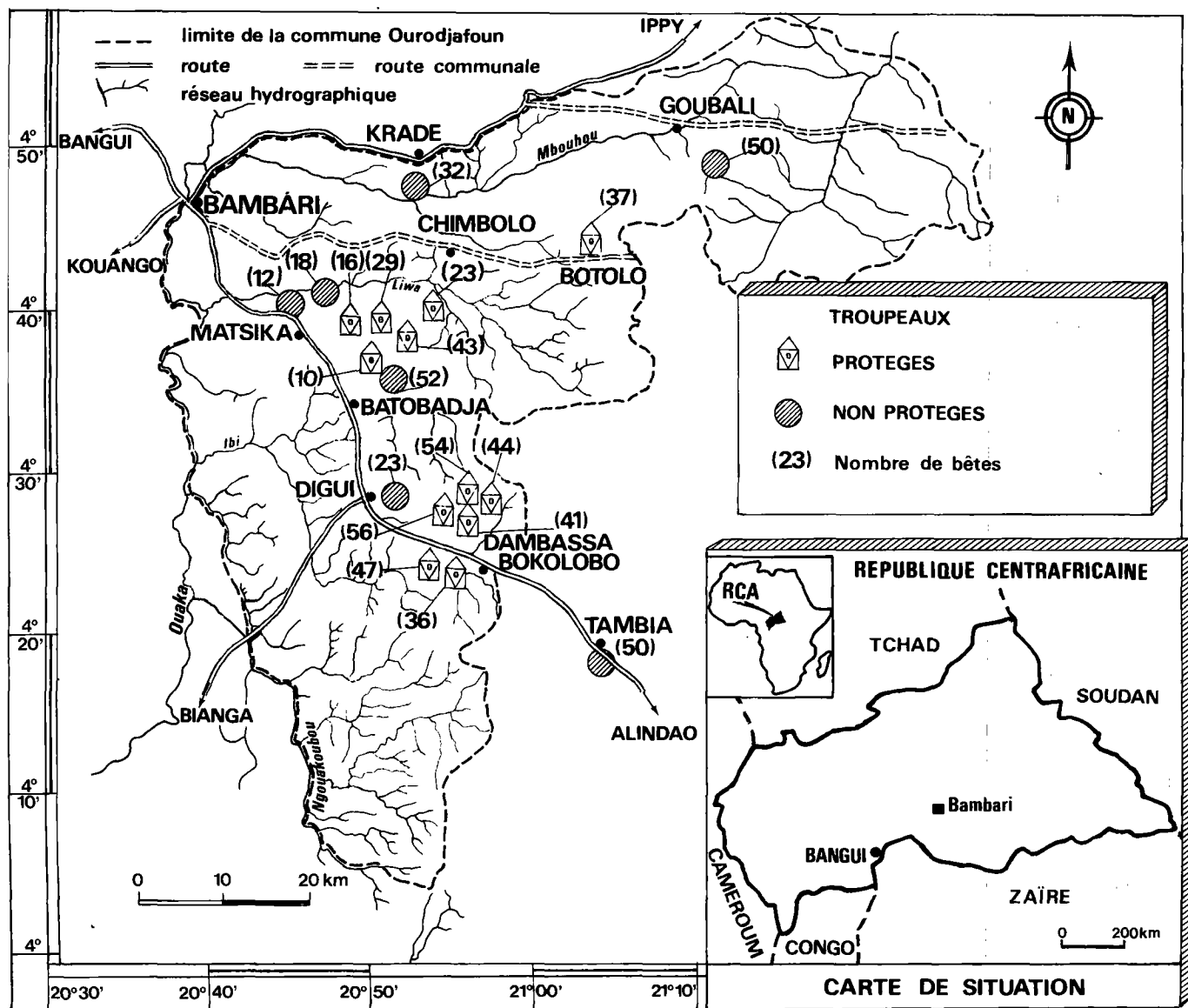


Figure 2 : Carte de situation du réseau Oued-Djafoun.

Parasitologie - Hématocrite

Les trypanosomes étaient recherchés sur le bétail à partir de sang prélevé à la veine auriculaire en tube hématocrite, après une centrifugation de 5 min à 12 000 tours/min et lecture de l'hématocrite, à l'état frais après section de l'interface éléments figurés/sérum (26). Les lectures du frottis fixé et coloré au May-Grünwald Giemsa et de la goutte épaisse fixée et colorée au Giemsa ont été effectuées ultérieurement pour préciser l'espèce en cause.

Sérologie

La recherche des antigènes trypanosomiens circulants sur le bétail était faite à partir de sang prélevé sur tube sec après aliquotage en cryotube et congélation. La technique ELISA était mise en œuvre au Laboratoire d'épidémiologie des grandes endémies tropicales (ORSTOM, Montpellier, France). Les sondes monoclonales spécifiques d'espèce (anticorps monoclonaux préparés *in vitro* à partir de formes procycliques de *Trypanosoma b. brucei*, *T. congolense* et *T. vivax*) ont été mises au point et gracieusement cédées par l'ILRAD* (25) qui n'a toutefois pas encore validé cette technique.

*En janvier 1995, l'ILRAD et l'ILCA ont fusionné au sein de l'ILRI.

F. Le Gall F. Blanc J.P. Gouteux M. Mainguet D. Cuisance J.L. Lemesre S. Nitcheman M. Cavaleyra
F. D'Amico E. Pounékrouzou F. N'Dokoué

Zootechnie

Les animaux adultes étaient marqués au fer rouge à la corne et les jeunes à la croupe. Le nom, le sexe, l'âge, l'état zootechmique, le poids des veaux, le nombre de mises bas et les antécédents pathologiques étaient relevés au moment de la mise en place du suivi. Les données zootechmiques suivantes étaient relevées au cours du suivi : l'état zootechmique (notation de 1 à 5), les mortalités, les ventes, les dons, le confiage, les naissances, le poids des veaux, la quantité de lait traité, le nombre de traitements réalisés contre les trypanosomoses, les événements pathologiques survenus entre chaque visite.

Analyses des résultats

Les analyses statistiques réalisées à l'aide du logiciel STAT-ITCF constituaient en un test de comparaison des moyennes (DAP), un test de comparaison des pourcentages (paramètres zootechmiques), un test de Mann-Whitney (hématocrites et prévalences).

La réalisation d'un suivi en conditions réelles sur un nombre finalement restreint d'animaux entraînait certaines contraintes : l'amélioration de productivité due au piégeage allait être difficilement discernable au niveau du troupeau au bout d'une année, et risquait d'être masquée par l'ensemble des facteurs zoo-sanitaires non contrôlés influant sur la productivité du cheptel. La recherche de l'impact du piégeage sur la productivité s'est donc faite différemment d'une comparaison entre lots témoin et piégé pour les paramètres mortalité, fécondité et quantité de lait traité. Le calcul suivant a permis cette estimation : les productivités ont été mesurées d'une part sur l'ensemble des animaux détectés au moins une fois positif en parasitologie (ensemble T+) (109 animaux) et d'autre part sur l'ensemble des animaux restés négatifs au cours du suivi (ensemble T-) (564 animaux), indépendamment de leur appartenance aux lots P et NP. Ces lots P et NP ont ensuite été considérés comme composés d'animaux de ces ensembles T+ et T- selon les prévalences observées au cours du suivi pour chaque lot P ou NP. Si des différences de productivité entre animaux T+ et animaux T-, et de prévalence entre lots P et NP apparaissaient, cette péréquation permettait de les discerner.

RÉSULTATS

Entomologie

Le suivi des DAP de *G. f. fuscipes* aux abreuvoirs montre une régression significativement différente des DAP aux abreuvoirs piégés (P) par rapport aux DAP des abreuvoirs non piégés (NP) au bout de deux mois en saison des pluies (fig. 3a) et d'un mois en saison sèche (fig. 3b,

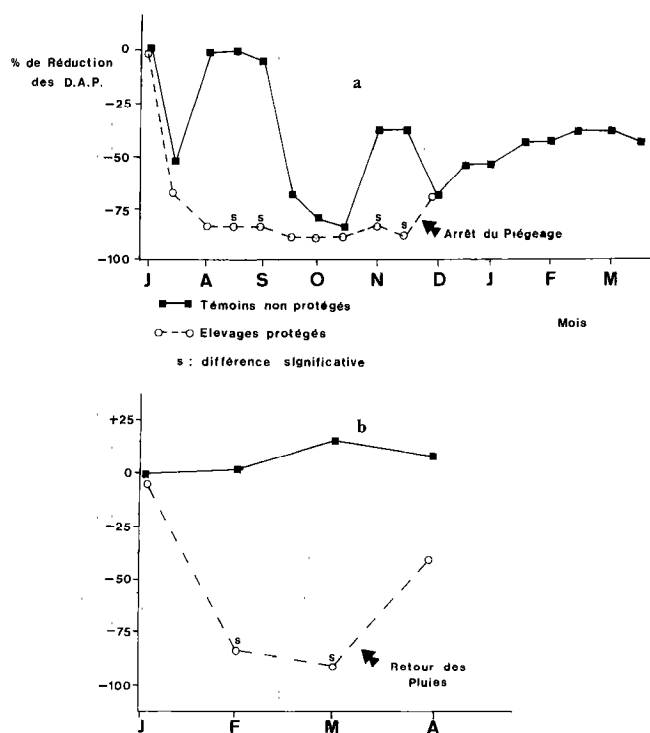


Figure 3 : Différences des DAP de *G. f. fuscipes* entre abreuvoirs piégés (P) et non piégés (NP) des campements de saison des pluies (a) et de saison sèche (b). Moyennes des pourcentages de réduction des DAP sur 19 sites.

aux abreuvoirs des lieux de transhumance, jusqu'en avril). Cette réduction est de 85 p. 100 par rapport aux DAP initiales, en accord avec des résultats antérieurs en RCA (7). La courbe sur les abreuvoirs NP (fig. 3a) indique une pullulation relative des glossines en saison des pluies déjà signalée (6, 8). Des variations importantes des DAP sont enregistrées en saison des pluies aux abreuvoirs NP.

Une remontée des captures aux abreuvoirs P de saison des pluies désertés se produit dès l'arrêt du piégeage, lors du départ en transhumance, jusqu'aux valeurs des abreuvoirs NP. Le retour des pluies au mois de mars (fig. 3b) se traduit également par un accroissement relatif des DAP mesurées aux abreuvoirs P ; cet accroissement n'apparaît pas sur les abreuvoirs NP.

Parasitologie

La prévalence annuelle moyenne (juin 1990 à février 1991) du lot NP (18 p. 100) est supérieure à celle du lot P (10,5 p. 100), tous types d'infections et d'espèces confondus. Les prévalences comparées des lots P et NP au cours des trois premières visites, pour chaque type d'infection et pour chaque espèce ainsi que leur significativité, figurent au tableau I.

TABLEAU I
Prévalences trypanosomiennes (parasitologie)
Test de comparaison des moyennes

	Visite 1		Visite 2		Visite 3	
	NP	P	NP	P	NP	P
Tb	0	0	0	0	0	0
Tc	3,5	3	2,5	2,2	1,9	2,3
Tv	8,7	6,2	17,8	9,5 ^s	15,4	6,6 ^s
Simple	12,2	9,2	20,3	11,7 ^s	17,3	8,9 ^s
TbTc	0	0	0	0	0	0
TbTv	0	0,2	0	0	0	0
TcTv	0,9	0,2	3	0	0	0,7
Mixte	0,9	0,5	3	0	0	0,7
TbTcTv	0,4	0	0	0	0	0
Total Tb	0,4	0,2	0	0	0	0
Total Tc	4,8	3,2	5,4	2,2 ^s	1,9	3
Total Tv	10	6,7	20,8	9,5 ^s	15,4	7,2 ^s
Total	13,5	9,7	23,3	11,7 ^s	17,3	9,5 ^s

Visite 1 : test bilatéral ; visites 2 et 3 : test unilatéral.
NP : troupeaux non protégés ; P : troupeaux protégés.
Tb : pourcentage d'infections à *T.b. brucei* ; Tc : pourcentage d'infections à *T. congolense* ; Tv : pourcentage d'infections à *T. vivax*.
TbTc/TbTv/TcTv : pourcentages d'infections mixtes par deux espèces de trypanosomes ; Mixte : pourcentages d'infections mixtes toutes espèces confondues.
TbTcTv : pourcentages d'infections multiples.
Total Tb : Fréquence d'infections à *T.b. brucei* décelées ;
Total Tc : Fréquence d'infections à *T. congolense* décelées ;
Total Tv : Fréquence d'infections à *T. vivax* décelées.

La prévalence annuelle moyenne est, pour l'ensemble des animaux, de 13 p. 100 avec une nette prédominance des infections simples (94 p. 100) par rapport aux infections mixtes (associant deux espèces) (5,5 p. 100) et multiples (associant *T. vivax*, *T. congolense* et *T. b. brucei*) (0,5 p. 100). *T. vivax* est l'espèce majoritaire (9,6 p. 100 en infection simple). *T. b. brucei* n'a pas été mis en évidence en infection simple ; il est retrouvé une fois associé à *T. vivax* et une fois en infection multiple. *T. congolense* est rencontré en infection simple (2,6 p. 100) ; il constitue, associé à *T. vivax*, l'essentiel des infections mixtes. La fréquence pour l'ensemble des infections est de 75 p. 100 pour *T. vivax*, de 24 p. 100 pour *T. congolense* et de 1 p. 100 pour *T. b. brucei*. Les variations saisonnières des prévalences indiquent pour l'ensemble des animaux une nette augmentation des prévalences en saison des pluies : 16 p. 100 contre 11 p. 100 en saison sèche.

Sérologie

Les prévalences annuelles moyennes (juin 1990 à février 1991) des lots NP (66 p. 100) et P (69 p. 100), tous types

TABLEAU II
Prévalences trypanosomiennes (sérologie).
Test de comparaison des moyennes

	Visite 1		Visite 2		Visite 3	
	NP	P	NP	P	NP	P
Tb	2,4	1,2	0,8	1,7	1,3	0,6
Tc	9,5	6,9	27,3	14,5 ^s	9	9
Tv	10,1	17,1 ^s	10,7	15,7	6,4	9,7
Simple	21,9	25,2	38,8	31,8	16,7	19,3
TbTc	7,7	8,4	4,1	2,1	16	6,9 ^s
TbTv	4,1	0,9	0,8	0	1,3	4,4
TcTv	7,7	14 ^s	6,6	26 ^s	8,3	12,5 ^s
Mixte	19,5	23,4	11,6	28,1 ^s	25,6	23,7
TbTcTv	23,1	14,3 ^s	5	9,1	36,5	31,8
Total Tb	37,3	24,9 ^s	10,7	12,8	55,1	43,6 ^s
Total Tc	47,9	43,6	43	51,7	69,9	60,1 ^s
Total Tv	45	46,4	23,1	50,8 ^s	52,6	58,3
Total	64,5	62,9	55,4	69 ^s	78,8	74,8

Visite 1 : test bilatéral ; visites 2 et 3 : test unilatéral.
NP : troupeaux non protégés ; P : troupeaux protégés.
Tb : pourcentage d'infections à *T.b. brucei* ; Tc : pourcentage d'infections à *T. congolense* ; Tv : pourcentage d'infections à *T. vivax*.
TbTc/TbTv/TcTv : pourcentages d'infections mixtes par deux espèces de trypanosomes ; Mixte : pourcentages d'infections mixtes toutes espèces confondues.
TbTcTv : pourcentages d'infections multiples.
Total Tb : Fréquence d'infections à *T.b. brucei* décelées ;
Total Tc : Fréquence d'infections à *T. congolense* décelées ;
Total Tv : Fréquence d'infections à *T. vivax* décelées.

d'infections et d'espèces confondus, ne sont pas significativement différentes. Les prévalences comparées des troupeaux piégés et témoins au cours des 3 premières visites, pour chaque type d'infection et pour chaque espèce ainsi que leur significativité, figurent au tableau II.

La prévalence annuelle moyenne pour l'ensemble des animaux est de 68 p. 100 ; les types d'infections sont diagnostiqués avec une fréquence à peu près identique à celles obtenues en parasitologie. *T. b. brucei* reste l'espèce minoritaire (1,3 p. 100 en infection simple, fréquence d'apparition de 23 p. 100) ; *T. congolense* et *T. vivax* atteignent des prévalences de l'ordre de 12 p. 100 en infection simple et constituent respectivement 40 et 37 p. 100 des infections décelées. *T. congolense-T. vivax* est l'association la plus fréquemment rencontrée en infection mixte (59 p. 100 des infections mixtes). Les variations saisonnières des prévalences pour l'ensemble des animaux présentent presque tous les cas de figures. L'augmentation des prévalences en saison des pluies détectée en parasitologie ne se retrouve pas en sérologie ; c'est même le contraire qui se produit (65 p. 100 en saison des pluies contre 76 p. 100 en saison sèche).

F. Le Gall F. Blanc J.P. Gouteux M. Mainguet D. Cuisance J.L. Lemesre S. Nitcheman M. Cavaleyra F. D'Amico E. Pounékrouzou F. N'Dokoué

Hématocrite

L'évolution des valeurs de l'hématocrite au cours des visites montre une différence significative entre les lots de troupeaux P et NP. Les valeurs plus élevées au départ pour le lot témoin NP ne sont pas significatives. Au cours des visites les valeurs des hématocrites du lot P restent stables alors que celles du lot NP baissent significativement de la première visite à la seconde et de la première visite à la troisième (fig. 4).

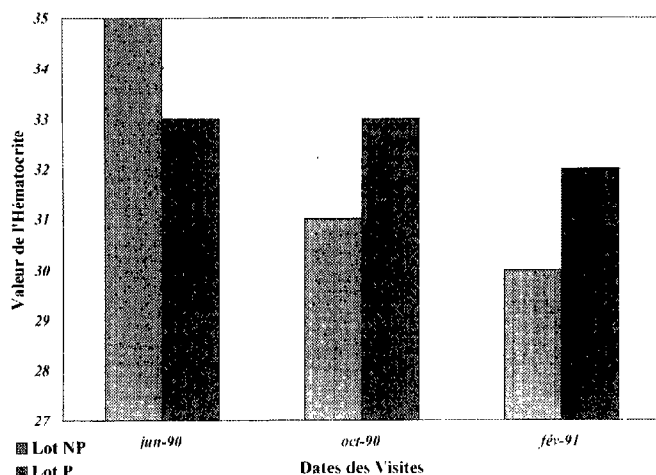


Figure 4 : Evolution comparée des valeurs de l'hématocrite. Les valeurs des hématocrites des lots P et NP ne sont pas significativement différentes à la mise en place du réseau (juin 1990). L'évolution de ces valeurs entre les visites 1 et 2 (octobre 1990) d'une part, et les visites 1 et 3 (février 1991) d'autre part, est significativement différente en faveur du lot P (test de Mann-Whitney, comparaison unilatérale).

Zootechne

Les paramètres de fécondité, de mortalité et de quantité de lait trait des lots P et NP, calculés à partir des paramètres observés sur les animaux des ensembles T+ et T, figurent au tableau III. Il n'apparaît de différence significative à l'échelle du troupeau entre les lots P et NP que pour le nombre de traitements réalisés contre les trypanosomoses (index Bérénil ou "trypanocide").

DISCUSSION

Suivi d'un réseau

Un des points forts du programme est l'évaluation de la lutte en vraie grandeur et en condition d'élevage traditionnel par le suivi individuel des animaux. Le suivi simultané de plusieurs troupeaux témoins dispersés dans la zone d'étude permet de prendre en compte la grande diversité de situations entomologiques et de gestion des troupeaux à l'intérieur d'une région apparemment uniforme. Aucun travail d'évaluation d'une lutte par piégeage pour la protection de l'élevage n'avait jusqu'en 1992 rempli ces deux conditions (17,22).

TABLEAU III
Paramètres zootecniques calculés pour les lots P et NP

	Non piégé	Piégé	Ecart NP/P
Prévalence ⁽¹⁾ (p. 100)	18	10,5	7,5
Mortalité ⁽²⁾ (p. 100)	10,1	9,3	0,8
Fécondité ⁽³⁾ (p. 100)	45,4	46,5	1,1
Quantité de lait traité ⁽⁴⁾ (l)	233,4	237,3	3,9
Indice trypanocide ⁽⁵⁾	1,61	0,86	0,75

(1) techniques parasitologiques classiques.

(2) taux de mortalité moyen.

(3) quotient de fécondité.

(4) quantité de lait trait par femelle en lactation (270 jours de lactation).

(5) nombre de traitements trypanocides réalisés par animal et par an.

Il faut insister sur la difficulté d'un suivi individuel d'un troupeau en milieu Mbororo, particulièrement durant la transhumance. L'enquêteur doit être conscient de la variabilité de l'échantillon au cours des visites et critique quant aux informations recueillies ou communiquées par l'éleveur. En saison sèche les éleveurs se déplacent, changent fréquemment d'abreuvoir, et sont parfois difficilement accessibles. Le piégeage doit être continu en toute saison (pose des pièges à chaque nouvel abreuvoir) et faire l'objet d'une surveillance attentive (contre les détériorations, les crues...). Cette continuité de la lutte est possible en saison des pluies, lorsque les éleveurs demeurent sur un même campement ; elle n'est efficace durant la transhumance que si le troupeau stationne au moins 1 mois au même endroit ; les deux mois de transhumance itinérante constituent une période particulièrement défavorable où le piégeage n'est en pratique pas réalisé.

Entomologie

Peu de *G. fusca congolensis* ont été capturées au cours de ce suivi ; ceci confirme la régression du groupe *fusca* dans cette région (14). Cette régression serait liée à la colonisation accrue des savanes humides par les agriculteurs, les pasteurs et leurs troupeaux repoussant à la fois le gros gibier et les glossines qui lui sont inféodées.

La pullulation des glossines en saison des pluies est bien connue des éleveurs : ils ne se rendent sur les pâturages les plus infestées du Sud qu'en saison sèche, lorsque les glossines y sont les moins nombreuses, et sont forcés de s'en retirer dès le retour des pluies.

Les chutes de densités en saison des pluies enregistrées sur les abreuvoirs NP sont vraisemblablement dues à de brusques crues ; ces crues déciment temporairement les populations glossiniennes en noyant les gîtes à pupes. De telles variations peuvent également s'expliquer par les cycles de reproduction et de repas des glossines (3). La remontée rapide des DAP à l'arrêt du piégeage jusqu'aux valeurs des DAP des abreuvoirs NP n'est pas surprenante : le piégeage aux abreuvoirs est une méthode

de contrôle qui diminue la pression glossinienne. *G. f. fuscipes* se déplace linéairement à l'intérieur des galeries et peut coloniser rapidement les abreuvoirs désertés. Cette remontée souligne l'importance d'un piégeage en continu et une certaine difficulté d'application de cette méthode dans le cas d'éleveurs transhumants.

L'impact du piégeage sur les DAP (7) et l'efficacité du piège bipyramidal Gouteux-ANDE deux fois supérieure à celle du meilleur piège utilisé jusqu'alors contre *G. f. fuscipes* (15) étaient connus. L'objet de ce suivi était de vérifier que la réduction des DAP entraînait une baisse des prévalences trypanosomiennes et d'en déterminer les effets sur la productivité du cheptel. L'accroissement relatif des DAP aux abreuvoirs P (fig. 3b) peut être le résultat d'un biais : la fin de la saison sèche marque le départ des éleveurs vers leur campement et donc un entretien moindre de leurs pièges. La crainte que les crues n'emportent leurs pièges les pousse en outre à relever ces pièges, d'où une moindre efficacité de la lutte.

Une réduction considérable (85 p. 100) des populations glossiniennes n'est pas toujours suivie d'une baisse aussi nette des prévalences trypanosomiennes en parasitologie (23). Leak *et al.* (18) concluent ainsi : "the necessity in tse tse control campaigns for a major reduction of tse tse populations to take place before significant decreases in trypanosome incidence in livestock can be achieved". Les résultats trouvés ici confirment cette observation : une réduction des DAP de 85 p. 100 ne s'est traduite par une baisse des prévalences trypanosomiennes que de 18 à 10,5 p. 100. Certes un impact a été noté lors de ce suivi ; les relations entre DAP et prévalences trypanosomiennes restent toutefois insuffisamment connues. L'intervention de vecteurs mécaniques (en particulier les stomoxes) n'est donc pas à exclure comme le suggère un travail récent (9,10).

Hématocrite

La lutte par piégeage au niveau des abreuvoirs permet de maintenir les hématocrites à une valeur moyenne acceptable (> 32). La valeur de l'hématocrite, facile à mesurer sur le terrain, est considérée comme un bon critère de diagnostic (4, 5, 11). Les chutes de l'hématocrite enregistrées sur les troupeaux NP sont un élément important en faveur de l'efficacité du piégeage, et particulièrement en faveur d'un contrôle des répercussions cliniques des trypanosomoses.

Parasitologie et sérologie

L'impact du piégeage est net en saison des pluies comme en saison sèche sur les prévalences trypanosomiennes en parasitologie et sur *T. vivax* en particulier, espèce majoritairement mise en évidence.

L'interprétation des résultats de sérologie est plus délicate : l'impact du piégeage n'apparaît en saison des pluies que pour *T. congolense* et en saison sèche que pour

l'association *T. b. brucei-T. congolense*. Le cas de *T. vivax* est intéressant puisque les résultats de la sérologie sont inverses de ceux de la parasitologie : différence significative en défaveur du piégeage en saison des pluies et non significative en saison sèche. Puisqu'il a été mis en évidence que le piège a un impact vis-à-vis de *G. f. fuscipes*, vis-à-vis de *T. vivax* en parasitologie et sur les paramètres zootechniques, certains points demandent à être précisés : sensibilité et spécificité comparées des deux méthodes, mécanismes d'équilibre parasite-hôte, existence et importance d'une transmission mécanique de *T. vivax* (10), efficacité d'un piégeage limité aux abreuvoirs sur cette transmission mécanique (9).

Les méthodes de parasitologie classique sont peu sensibles pour la détection d'un animal trypanosomé et pour la mise en évidence des infections mixtes ou multiples. Leurs résultats sont par contre bien corrélés à l'incidence de la trypanosomose clinique. Les différences entre les deux lots, fortes pour la parasitologie, s'estompent avec la recherche d'antigènes circulants.

Pour expliquer ce fait, plusieurs hypothèses peuvent être avancées :

- il pourrait s'agir d'une trop faible spécificité (présence de faux positifs) et/ou sensibilité (pour *T. vivax* par exemple) de la technique ELISA-Ag., signalée par certains (16) ;

- les animaux protégés par les pièges sont soumis à une pression trypanosomienne moins forte et arrivent à mieux contrôler leur parasitémie. Les techniques de parasitologie détectent les animaux à forte parasitémie sur lesquels des répercussions cliniques se manifestent ; ce sont ces techniques qui reflètent le mieux l'effet protecteur du piégeage et particulièrement les bénéfices économiques de cette lutte. Si la technique ELISA-Ag. est validée (travail actuellement entrepris par l'IAEA sur un certain nombre de pays africains), elle indiquerait plus un portage qu'une affection clinique dans la mesure où elle détecte même les animaux à faible parasitémie ; il apparaît alors nécessaire d'ajouter à l'analyse qualitative (différenciation d'espèces) une analyse quantitative des degrés de parasitémie.

Zootechnie

L'amélioration des paramètres zootechniques n'a pas pu être mise en évidence directement par comparaison entre lots P et NP, mais par comparaison entre animaux T+ et T- répartis dans les différents troupeaux. Il est probable, au vu des résultats parasitologiques et des valeurs de l'hématocrite, qu'un suivi sur plusieurs années d'un plus grand nombre de troupeaux mette en évidence cet impact. Les résultats obtenus sur le réseau permettent néanmoins une évaluation de l'impact du piégeage sur la productivité à partir des paramètres calculés. L'analyse coût-bénéfice développée sur plusieurs années devrait établir la bonne rentabilité de la technique de lutte par piégeage ; cette analyse fera l'objet d'une publication ultérieure.

F. Le Gall F. Blanc J.P. Gouteux M. Mainguet D. Cuisance J.L. Lemesre S. Nitcheman M. Cavaleyra
F. D'Amico E. Pounékrouzou F. N'Dokoué

CONCLUSION

Cette étude sur un réseau de troupeaux confirme que les trypanosomoses bovines sont un problème majeur pour les éleveurs Mbororo en zone humide. Ces pasteurs consacrent d'ailleurs une part importante de leur budget à l'achat de trypanocides (20).

Le piégeage aux abreuvoirs permet de contrôler les populations de *G. f. fuscipes*. Il maintient leur densité et le contact bétail/tsé-tsé à un niveau suffisamment bas pour diminuer les prévalences révélées sur le bétail en parasitologie, et permettre peut-être à l'animal de surmonter une trypanosomose clinique. Les animaux détectés T+ en parasitologie correspondent aux formes cliniques ; ils présentent corrélativement une valeur faible de l'hématocrite. Les paramètres de productivité se trouvent améliorés et les achats de trypanocides diminuent consécutivement à ce contrôle vectoriel.

Ce programme a permis de tester la technique ELISA-Ag. Cette technique, si elle se révélait fiable, indiquerait une forte prévalence trypanosomienne sur le bétail des savanes humides de RCA, que les techniques de parasitologie ne reflètent pas. La spécificité et la sensibilité de la technique restent donc à évaluer. La signification respective et les rapports entre les prévalences détectées en sérologie et en parasitologie, ainsi qu'entre le portage trypanosomien et les formes cliniques, requièrent plus de précisions.

Le suivi d'un réseau en milieu réel est difficile mais d'un grand intérêt en recherche-développement car il prend en compte l'éleveur et ses pratiques. Si le piège est efficace, son acceptation et son utilisation adéquate par les bénéficiaires restent délicates. La réussite d'une lutte par piégeage à plus grande échelle repose sur la qualité des opérations de démonstration-vulgarisation devant la précéder et l'accompagner.

Remerciements

Le programme a bénéficié d'un co-financement Gouvernement centrafricain, Banque mondiale/FIDA, Fonds d'aide et de coopération (France), Fonds européen de développement (UE).

Les auteurs tiennent à remercier le Dr Kota-Guinza, Directeur général de l'ANDE, pour la bienveillante attention qu'il a accordée à nos travaux, le CIRAD-EMVT pour ses précieux conseils à la mise en place du programme, le Centre ORSTOM de Montpellier, à travers son équipe du Laboratoire d'épidémiologie des grandes endémies tropicales, qui a bien voulu procéder à l'analyse des sérums, l'ILRAD (International Laboratory for Research on Animal Diseases) de Nairobi (devenu ILRI) qui a fourni les anticorps monoclonaux, ainsi que toute l'équipe du service Entomologie et Protozoologie de la Direction de la Santé animale et de la recherche appliquée de l'ANDE.

Bibliographie

1. BLANC F., GOUTEUX J.P., CUISANCE D., POUNÉKROZOU E., LE MASSON A., N'DOKOUÉ F., MAINGUET M., D'AMICO F., LE GALL F., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. III. Vulgarisation en milieu Mbororo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (3) : 301-307.
2. BLANC F., GOUTEUX J.P., CUISANCE D., POUNÉKROZOU E., N'DOKOUÉ F., LE GALL F., 1991. Etude de la répartition des tsé tsé (*Diptera : Glossinidae*) en zone de savane humide (République centrafricaine). Evaluation de techniques de prospection entomologique. *Trop. Med. Parasit.*, 42: 127-130.
3. CHALLIER A., 1973. Ecologie de *Glossina palpalis gambiensis* Vanderplank 1949 (*Diptera-Muscidae*) en savane d'Afrique Occidentale. Paris, France, ORSTOM, 274 p. (ORSTOM mémoire N°64)
4. CONNOR R.J., 1989. Final report of the regional trypanosomosis expert. Harare, Zimbabwe, RTTCP-CEE, 123 p.
5. COULIBALY L., DIARRASOUBA L., D'IETEREN G., ITTY P., MAEHL H., MAHAMAT B., NAGDA S., PALING R., RARIEYA I., SCHUETTERLE A., THORPE W., TRAIL J., 1988. Effect of endemic diseases including trypanosomosis on the blood cell volume packed of livestock in Northern Côte d'Ivoire. Projet conjoint SODEPRA. ISCTRC, p. 552-555. (Publication No. 144)
6. CUISANCE D., 1988. Bilan de quatre missions d'appui à l'unité de lutte contre les glossines dans le cadre du projet national de développement de l'élevage. Maisons-Alfort, France, IEMVT, BDPA-SCETAGRI, 62 p.
7. CUISANCE D., CALTON P., KOTA-GUINZA A., N'DOKOUÉ F., POUNÉKROZOU E., DEMBA D., 1991. Lutte contre *Glossina fuscipes fuscipes* par piégeage chez les éleveurs Mbororo de République centrafricaine. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (1) : 81-89.
8. CUISANCE D., GOUTEUX J.P., CALTON P., KOTA-GUINZA A., N'DOKOUÉ F., POUNÉKROZOU E., 1992. Problématique d'une lutte contre les glossines pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. *Mém. Soc. r. belge Ent.*, 35 : 103-110.
9. D'AMICO F., 1993. Rôle de *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 dans la transmission des trypanosomoses bovines en Afrique centrale. Cas de la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun (République centrafricaine). Thèse doct., université Montpellier II, France, 160 p.
10. D'AMICO F., GOUTEUX J.P., LE GALL F., CUISANCE D. Are stable flies (*Diptera : Stomoxyninae*) vectors of *Trypanosoma vivax* in Central African Republic ? Accepté par *Vet. Res.*
11. FÉRON A., D'IETEREN G., ITTY P., MAEHL H., MULUNGO M., NAGDA S., PALING R., RARIEYA M., SHERIA M., THORPE W., TRAIL J., 1987. L'hématocrite peut-il servir d'indice de trypanosomiase et de niveau de production chez les bovins ? *In: 19e Réunion CSIRLT*, Lomé, Togo, 1987. Nairobi, Kenya, OUA/CSTR, p. 534-537. (Publication n°114)
12. FINELLE P., ITARD J., YVORE P., LACOTTE R., 1963. Répartition des glossines en République centrafricaine. Etat actuel des connaissances. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 16 (3) : 337-348.
13. GOUTEUX J.P., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. II. Caractéristiques du piège bipyramidal. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (3) : 295-299.
14. GOUTEUX J.P., 1992. La raréfaction de tsé-tsé du groupe *fusca* (*Diptera : Glossinidae*) en Afrique Centrale. *Bull. Soc. ent. Fr.*, 96 (5) : 443-449.
15. GOUTEUX J.P., CUISANCE D., DEMBA D., N'DOKOUÉ F., LE GALL F., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes*

pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. I. Mise au point d'un piège adapté à un milieu d'éleveurs semi-nomades. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (3) : 287-294.

16. KANWE A.B., BENGALY Z., SAULNIER D., DUVALLET G., 1992. Evaluation du test de détection des antigènes circulants de trypanosomes à l'aide d'anticorps monoclonaux. Infections expérimentales et naturelles. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 45 (3-4) : 265-271.

17. KÜPPER W., MANNO A., DOUATI A., KOULIBALI S., 1984. Impact des pièges biconiques imprégnés sur les populations de *Glossina palpalis gambiense* et *Glossina tachinoides*. Résultat d'une campagne de lutte à grande échelle contre la trypanosomose animale au nord de la Côte-d'Ivoire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 37 (n° spécial) : 176-185.

18. LEAK S.G.A., COLLARDELLE C., COULIBALY L., DUMONT P., FÉRON A., HECKER P., D'ETEREN G.D., JEANIN P., MINENGU M., MINJA S., MULATU W., NANKODABA G., ORDNER G., ROWLANDS G.J., SAUVEROCHE B., TIKUBET G., TRAIL J.C.M., 1990. Relationships between tsetse challenge and trypanosome prevalence in trypanotolerant and susceptible cattle. *Insect Sci. Applic.*, 11 (3) : 293-299.

19. LE GALL F., N'DOKOUÉ F., MAINGUET M., 1992. Résultats d'une enquête large réalisée sur 27 secteurs d'élevage en RCA (1991) : maladies transmises par les tiques et trypanosomoses. Espèces vectrices, coûts des mortalités et traitements. Bangui, RCA, DSARA/ANDE, 55 p. (rapport)

20. LE MASSON C., REMAYEKO A., 1990. Les éleveurs Mbororo, étude socio-économique. Bangui, République centrafricaine, Ministère du Développement rural, ANDE, 226 p.

LE GALL (F.), BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), MAINGUET (M.), CUISANCE (D.), LEMESRE (J.L.), NITCHEMAN (S.), CAVALEYRA (M.), D'AMICO (F.), POUNÉKROUZOU (E.), N'DOKOUÉ (F.). Control of *Glossina fuscipes fuscipes* by traps to protect livestock in the Central African Republic. IV. Entomological, parasitological and zootechnical impact. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 161-169

Eighteen Mbororo zebu herds were monitored to evaluate the impact of a trapping campaign against *Glossina fuscipes fuscipes* restricted to the watering places. This programme is part of the strategy of an integrated campaign against bovine trypanosomoses in the Central African Republic. Trapping reduces the densities of *G. f. fuscipes* and causes trypanosome prevalence to fall. These effects are shown by the improved hematocrit values and the reduced number of trypanocidal treatments administered. The impact on productivity is more difficult to assess over a short period; nevertheless, it seems clear from the parameters calculated.

Key words: Cattle - Zebu cattle - Trypanosomosis - *Glossina fuscipes fuscipes* - Insect control - Trap - Animal husbandry - Central African Republic.

21. MAWUENA K., 1990. Compte rendu final du projet TCP/CAF 8952 : lutte contre la trypanosomiase animale. Etude de la chimiorésistance des trypanosomes aux trypanocides en République centrafricaine. Rome, Italie, FAO, 16 p.

22. MAWUENA K., YACNAMBE S., 1988. L'utilisation des pièges et écrans imprégnés d'insecticide pour la lutte contre la trypanosomose animale. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 41 (1) : 93-96.

23. MIHOK S., OTIENO L.H., TARIMO C.S., 1992. Trypanosome infection rates in tsetse flies (*Diptera: Glossinidae*) and cattle during tsetse control operations in the Kagera River region of Rwanda. *Bull. ent. Res.*, 82: 361-367.

24. Ministère de la Coopération et du Développement (République française). CIRAD-EMVT. 1992. L'Herbe du Laos. *Chromolaena odorata* (L.) R. M. King et H. Robinson et les savanes pastorales subhumides. La plante, les effets néfastes de son extension, les moyens de la contrôler. Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement, CIRAD-EMVT, 16 p. (Fiches techniques d'élevage tropical n°6-1992)

25. NANTULYA V.M., LINDQVIST K.J., 1989. Antigen-detection enzyme immunoassays for the diagnosis of *Trypanosoma vivax*, *T. congolense* and *T. brucei* infections in cattle. *Trop. Med. Parasit.*, 40 : 267-272.

26. WOO P.T.K., 1970. The haematocrit centrifuge technique for the diagnosis of African trypanosomiasis. *Acta trop.*, 27 : 384-386.

27. YVORE P., DESROTOUR J., LAURENT J., FINELLE P., 1962. Essai d'assainissement d'une zone infestée par *Glossina fuscipes fuscipes* Newst. en République centrafricaine. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 15 (4) : 403-410.

LE GALL (F.), BLANC (F.), GOUTEUX (J.P.), MAINGUET (M.), CUISANCE (D.), LEMESRE (J.L.), NITCHEMAN (S.), CAVALEYRA (M.), D'AMICO (F.), POUNÉKROUZOU (E.), N'DOKOUÉ (F.). La lucha con trampas contra *Glossina fuscipes fuscipes* para la protección de la ganadería en República centroafricana. IV. Impacto entomológico, parasitológico y zootécnico. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 161-169

Se estableció el seguimiento de una red de crianza de 19 hatos cebú Mbororo, esto con el fin de evaluar el impacto de la lucha mediante la caza con trampas contra *Glossina fuscipes fuscipes*, limitada a los abrevaderos. El programa se inscribe en la estrategia de la lucha integrada contra las tripanosomosis bovinas en República centroafricana. La caza con trampas permite la disminución de las densidades de *G. f. fuscipes*, así como de las prevalencias tripanosómicas. Los efectos se traducen por una mejoría en los valores del hematocrito y por una reducción de la cantidad de tratamientos tripanocidas efectuados. El impacto sobre las productividades es más difícil de demostrar a corto plazo, sin embargo este parece manifestarse sobre los parámetros calculados.

Palabras clave : Bovino - Cebú - Tripanosomosis - *Glossina fuscipes fuscipes* - Control de insectos - Trampa - Ganadería - República centroafricana.

Communication

Standardisation et évaluation de la technique de salivation manuelle pour le dépistage des infections par trypanosomes chez la glossine (*Diptera: Glossinidae*)

J.M. Kazadi¹, M. Jochems¹, H. Kabore¹, C. Mbeng¹, J. Van Hees¹, P. Kageruka¹

KAZADI (J.M.), JOCHEMS (M.), KABORE (H.), MBENG (C.), VAN HEES (J.), KAGERUKA (P.). Standardisation et évaluation de la technique de salivation manuelle pour le dépistage des infections par trypanosomes chez la glossine (*Diptera: Glossinidae*). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 171-175

La méthode de salivation manuelle et celle de Bruce *et al.* sont décrites. Elles ont été évaluées simultanément, suivant un jeûne de 24, 48 et 72 heures, sur 1 702 mouches mâles non infectées, appartenant aux sous-espèces de *Glossina palpalis palpalis* (Zaïre), *G. palpalis gambiensis* (Bobo-Dioulasso), *G. p. gambiensis* (Maisons-Alfort) et *G. morsitans morsitans* (Mall). Le risque de salivation est de 0,66 pour la première méthode et de 0,01 pour la seconde. La standardisation de la méthode de salivation manuelle sur 79 mâles de *G. m. morsitans* (Mall) infectés avec *Trypanosoma congolense* IL 1180 a permis d'identifier 70,88 p. 100 des mouches porteuses d'infection mature et/ou immature. On note une nette différence entre les proportions des glossines qui salivent après un jeûne de 72 h et celles qui salivent après 48 et 24 heures.

Mots clés : Trypanosomose - *Glossina* - Salive.

Introduction

Dans les régions africaines qui constituent son aire de distribution, la mouche tsé-tsé, dont au moins 30 espèces et sous-espèces ont été répertoriées, vit dans des écosystèmes spécifiques où les conditions de milieu lui sont favorables. Ces endroits, désignés sous la dénomination anglaise de "fly-belts", montrent des étendues très limitées.

Dispersées et confinées dans les différentes zones zoogéographiques d'Afrique intertropicale, les glossines sont présentes dans 36 pays d'Afrique environ, infestant une surface évaluée à plus de 10 millions de km² comprise entre 15° de latitude nord et 21° de latitude sud (20, 21), soit à peu près le tiers du continent, une région aussi vaste que les États-Unis d'Amérique.

Convoyée essentiellement par ces mouches, la trypanosomose sévit sur une surface comprise entre le tiers et la moitié de la superficie exploitable de l'Afrique ; elle a une incidence économique considérable du fait qu'elle oppose une barrière quasi infranchissable au développement agro-pastoral de nombreuses régions d'Afrique et maintien de grandes populations dans un état de malnutrition par carence en matières protéiques (2).

1. Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold, département de Santé animale, Nationalestraat 155, B-2000 Antwerpen 1, Belgique.

Reçu le 13.3.1995, accepté le 14.9.1995

Des piqûres de glossines représentent un risque potentiel de la transmission cyclo-propagative de la trypanosomose humaine africaine (THA) et de la «nagana», respectivement chez l'homme et les animaux. Touré et Mortelmans (20) rappellent que la THA est, à ce jour, une endémie majeure à laquelle sont exposées environ 50 millions de personnes. La recrudescence de cette maladie dans les foyers de la vallée de Lambwe au Kenya (ICIPE cité par Youdeowei (24)), la montée de son indice de contamination nouvelle signalée au Zaïre (5), en Ouganda (16), au Congo (OMS cité par Laveissière et Hervouet (15)) et le taux croissant de son incidence chez les animaux (13) justifient l'importance qu'il faut accorder à la connaissance de la biologie de ce diptère.

Les trypanosomes de la section *Salivaria* montrent tous le mode de transmission cyclo-propagative chez la glossine : c'est par la salive que la mouche transmet les méta-trypanosomes infectieux. La salivation des glossines peut être provoquée pour recueillir la salive aux fins d'analyse physico-chimique et/ou dépistage des mouches porteuses d'infection mature ou immature de trypanosomes des sous-genres *Trypanozoon*, *Nannomonas* et *Duttonella*. A cet égard, différentes méthodes ont été utilisées (4, 6, 24, 25). Cependant, ces techniques fondées sur l'éthologie des mouches en quête de gorgement sont souvent laborieuses. Elles ont un faible rendement, exigent beaucoup de temps et parfois un équipement sophistiqué.

L'objectif de ce travail est de décrire une technique manuelle simple de salivation et de comparer son efficacité avec la méthode de Bruce *et al.* (4).

Rappel anatomo-physiologique de l'appareil buccal

Chez la glossine, les pièces buccales sont constituées des labium, labre et hypopharynx, dont l'ensemble forme l'haustellum ou proboscis. Au repos, cette fine et longue structure se trouve dirigée vers l'avant.

Situé à la base de la tête, le proboscis est engainé par les palpes maxillaires de même longueur que lui ; ces palpes se relèvent au moment de la piqûre, alors que le proboscis est abaissé verticalement (13).

Le milieu du labium est creusé par un sillon longitudinal qui loge l'hypopharynx. Cet organe est un long tubule qui est la continuation du conduit commun du canal salivaire ; il repose dans la gouttière labiale et facilite l'écoulement de la salive.

L'épipharynx ou labre qui ferme la surface dorsale du labium forme une longue gouttière convexe, dont l'extrémité distale est effilée ; ses bords s'engrènent avec ceux de la gouttière labiale pour constituer le canal alimentaire à travers lequel le sang est aspiré pendant le repas.

Les glossines se caractérisent par le grand développement de leurs glandes salivaires dans la portion thoraco-abdominale. L'importance qu'offre ici ces glandes témoigne du rôle joué par la sécrétion salivaire dans l'alimentation de ces diptères. C'est grâce à l'extrême abondance de cette sécrétion que le proboscis se trouve constamment humidifié et reste propre pendant les inter-

Communication

valles de repas (22). Le rôle de la salive dans la physiologie de la digestion a été évoqué par Meyer (17). Roubaud (19) rappelle qu'il n'est pas inutile d'insister sur ces détails, parce qu'ils renferment en eux le secret du rôle spécifique des glossines dans l'évolution des trypanosomes pathogènes.

Matériel et Méthodes

Méthode de salivation manuelle

Anesthésie des mouches

Les glossines (n = 25 individus) maintenues dans des cages PVC (chlorure de polyvinyle) sont anesthésiées sous une cloche renfermant de l'azote. Après immobilisation, elles sont directement transférées dans des tubes individuels en polystyrène de 40 mm de hauteur sur 22 mm de diamètre interne et munis d'un bouchon à vis à l'une des extrémités. L'anesthésie induite par l'azote a une durée moyenne de trois minutes ; au bout de cette période, les glossines reprennent leur activité en voltigeant maladroitement, tandis que leurs mouvements de vol et d'orientation se précisent.

Capture et précautions

On dévisse le bouchon avec précaution et introduit son index dans le flacon pour capturer la glossine entre le pli de la première articulation interphalangienne et la paroi du tube. Si cette manœuvre échoue, la mouche risque de saliver. Dans ce cas, les gouttelettes de salive sont perdues et il n'est pas évident de faire saliver la mouche une seconde fois.

L'introduction de l'index dans le tube ne permet que le passage de deux phalanges et leur taille s'oppose pratiquement à toute escapade de la glossine. Lorsque la mouche est repêchée du tube, elle doit être immobilisée entre l'index et le pouce de l'opérateur. Seul l'haustellum demeure libre. Les pattes et les ailes doivent rester également contentonnées le long du corps de l'insecte pour éviter qu'elles n'essuient les gouttelettes de salive.

Collecte du sang

Une goutte de sang est prélevée à la queue d'une souris ou d'un rat sain. Elle est diluée dans un flacon contenant 3 ml d'eau physiologique auxquels l'on ajoute une goutte d'héparine (Liquémine®). Cette solution est maintenue sur de la carboglace durant toute la séance de salivation.

Détection des trypanosomes

Le sang dilué facilite la mise au point et la détection des trypanosomes contenus dans la salive. On dépose une goutte de cette dilution sur une lame porte-objet à laquelle on ajoute des gouttelettes de salive qui perlent au bout du proboscis. La préparation, couverte d'une lamelle (18 x 18 cm), est observée au microscope à contraste de phase (x 400).

Technique proprement dite

En exerçant avec l'index et le pouce une pression dorso-latérale modérée sur la portion thoracique de la mouche, les palpes maxillaires se relèvent pour dégager la trompe. Les labre et labium libèrent l'extrémité proximale de l'hypopharynx qui élimine, à son tour, de fines gouttelettes de salive. Celles-ci sont déposées sur une lame porte-objet contenant une goutte de sang dilué comme décrit plus haut.

Méthode de Bruce

Bruce *et al.* (4) ont utilisé la méthode de salivation sur des lamelles maintenues sur une plaque chauffante portée à 37°C. Burt (6) a modifié cette méthode en substituant le cobaye à la place de la plaque chauffante et en faisant saliver les glossines sur des lames qui sont couvertes d'une couche d'ovo-albumine fixées à l'alcool absolu et colorées au Giemsa.

Évaluation des méthodes de salivation manuelle et de Bruce

Chez les mouches non infectées

La méthode de salivation manuelle et celle de Bruce *et al.* (4) ont été évaluées simultanément en soumettant les mouches à un jeûne de 24, 48 ou 72 heures. Une population de mâles adultes non infectés (n = 1 702), composée des sous-espèces de *Glossina palpalis palpalis* (Zaïre), *G. p. gambiensis* (Bobo-Dioulasso), *G. p. gambiensis* (Maisons-Alfort) et *G. morsitans morsitans* (Mall), a été utilisée à cet effet. Cette dernière est une lignée sélectionnée génétiquement à partir de deux souches de glossines provenant de Kariba (Zimbabwe) et de Handeni (Tanzanie), dont la dénomination Mall est l'abréviation de *morsitans* allèles (8).

Chez les mouches infectées

Sur la base des bons résultats obtenus chez les mouches non infectées et soumises à un jeûne de 72 heures, la méthode de salivation manuelle a été standardisée sur des mâles (n = 79) de *G. m. morsitans* (Mall) infectés avec une souche de *Trypanosoma congolense* (IL 1180, clone dérivé de L 209) isolée sur un lion en Tanzanie.

Analyse statistique des données

Les résultats de ces deux méthodes ont été analysés statistiquement selon le modèle "logodds" suivant :

$$\text{logodds} = \ln \left(\frac{\sum \text{ayant salivé} + 0,5}{\sum \text{n'ayant pas salivé} + 0,5} \right)$$

TABLEAU I
Taux de salivation des glossines selon la durée de la diète (nouvelle méthode)

Sous-espèces	<i>G. p. palpalis</i> (Zaire)			<i>G. p. gambiensis</i> (Bobo-Dioulasso)			<i>G. p. gambiensis</i> (Maisons-Alfort)			<i>G. m. morsitans</i> (Mali)		
	J 1	J 2	J 3	J 1	J 2	J 3	J 1	J 2	J 3	J 1	J 2	J 3
n	63	72	68	65	67	63	77	73	76	79	75	71
s	11	19	52	9	21	49	12	27	57	11	25	55
(p. 100)	17,46	26,39	76,47	13,85	31,34	77,78	15,59	36,99	75	13,92	33,33	77,47
ns	52	53	16	56	46	14	65	46	19	68	50	16
(p. 100)	82,54	73,61	23,53	86,15	68,66	22,22	84,42	63,01	25	86,08	66,67	22,53

n = nombre ; s = ayant salivé ; ns = n'ayant pas salivé.

TABLEAU II
Taux de salivation des glossines selon la durée de la diète (méthode classique de Bruce)

Sous-espèces	<i>G. p. palpalis</i> (Zaire)			<i>G. p. gambiensis</i> (Bobo-Dioulasso)			<i>G. p. gambiensis</i> (Maisons-Alfort)			<i>G. m. morsitans</i> (Mali)		
	J 1	J 2	J 3	J 1	J 2	J 3	J 1	J 2	J 3	J 1	J 2	J 3
n	71	65	66	77	75	69	70	67	76	72	67	78
s	0	1	0	3	0	2	0	0	1	0	0	2
(p. 100)	0	1,53	0	3,90	0	2,90	0	0	1,31	0	0	2,57
ns	71	64	66	74	75	67	70	67	75	72	67	76
(p. 100)	100	98,47	100	96,10	100	97,10	100	100	98,69	100	100	97,43

n = nombre ; s = ayant salivé ; ns = n'ayant pas salivé.

Résultats

La méthode manuelle montre qu'une mouche comprimée légèrement entre le pouce et l'index salive en moins d'une minute. Le tableau I rend compte de l'efficacité de cette méthode. Il souligne, chez toutes les sous-espèces de glossines soumises à l'expérimentation, l'influence de la période de jeûne en relation avec le taux de salivation :

- le jeûne d'un jour montre un taux de 15,14 p.100, soit 43 mouches ayant salivé sur 284 individus ;
- le jeûne de deux jours accuse un taux de 32,05 p.100, soit 92 mouches ayant salivé sur 287 individus ;
- le jeûne de trois jours révèle un taux de 76,61 p.100, soit 213 mouches ayant salivé sur 278 individus.

Considérés de manière globale, les résultats du tableau II mettent en évidence le faible rendement de la méthode de Bruce *et al.* (4). Nonobstant les modalités de la période de jeûne, le taux de salivation, qui est bas, s'élève à :

- 1,03 p.100 pour le jeûne d'un jour, soit 3 mouches ayant salivé sur 290 individus ;
- 0,36 p.100 pour le jeûne de deux jours, soit 1 mouche ayant salivé sur 274 individus ;
- 1,73 p.100 pour le jeûne de trois jours, soit 5 mouches ayant salivé sur 289 individus.

L'analyse statistique des données révèle qu'il existe une différence très significative entre les deux méthodes étudiées. Le risque de salivation des mouches est de 0,01

pour la méthode de Bruce *et al.* (4) et de 0,66 pour la méthode manuelle. La probabilité de salivation est consignée dans la figure 1.

La méthode de salivation manuelle montre une nette différence entre les proportions des mouches qui salivent après un jeûne de 72 heures et celles qui salivent après

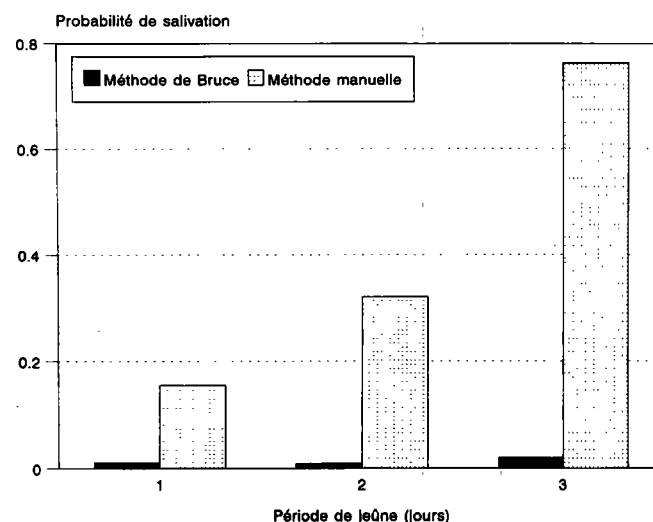


Figure 1 : Comparaison de deux méthodes de salivation.

Communication

48 et 24 heures. L'observation microscopique révèle un taux de 70,88 p.100 des mouches infectées par *T. congolense* IL 1180, soit 56 cas positifs sur 79 *G. m. morsitans* (Mall) examinées. Les trypanosomes serpentent aisément entre les érythrocytes : les métatrypanosomes sont observés en même temps que les formes mésocycliques, amastigotes, opisthosmastigotes et épimastigotes.

Discussion

La technique de salivation manuelle a l'avantage d'être directe et rapide. Elle met en relief l'influence de la période de jeûne sur la qualité des réponses des mouches à la salivation. Cette influence devient importante lorsque la période de jeûne augmente. Les résultats obtenus dans ce travail confirment les observations faites sur la salivation de *G. austeni*, *G. morsitans* et *G. pallidipes*. Plus les mouches ont faim, plus elles sont disposées à saliver (3, 7, 23). La méthode manuelle n'a pas de conséquence néfaste sur la survie des mouches. Aucune mortalité n'a été observée pendant et après l'expérimentation.

Le dépistage des formes mésocycliques évoluant à côté des formes métacycliques et épimastigotes permet de postuler que *T. congolense* suit une filière ascendante. Cette observation confirme ainsi la voie cylique décrite par Buxton (7). L'évaluation de la méthode manuelle semble indiquer que le processus de salivation est déclenché, lorsqu'une certaine pression est exercée légèrement sur la cage thoracique des glossines.

La physiologie sensorielle des tsé-tsé est mal connue ; si le rôle des antennes et des ommatidies est désormais élucidé, la fonction de nombreux autres organes de sens demeure encore obscure (1). Baldet *et al.* (1), Gnatzy *et al.* (12) ont reconnu que les sensilles campaniformes rassemblées sous la sous-costa et celles isolées le long de la nervure longitudinale I ont une fonction mécanoréceptrice. Les études de Ghysen (11) et celles de Palka *et al.* (18) sur la drosophile ont montré que les mécanorécepteurs rassemblés sur la sous-costa réagiraient aux déformations de la cage thoracique et de la base de l'aile en excitant les neurones sensillaires qui se projettent sur la portion dorsale du ganglion nerveux thoracique.

La version originale ou modifiée de la méthode de Bruce *et al.* (4) a le grand inconvénient d'être passive, car au-delà des stimuli environnementaux, le besoin de saliver semble dépendre de l'état physiologique de la mouche, notamment la faim.

Généralement, la minuscule goutte de salive excrétée est aussitôt dispersée par les pattes de la glossine ; elle sèche rapidement, puis cristallise et reste difficilement repérable. La mise en évidence des trypanosomes demande un effort supplémentaire de fixation et de coloration des traînées de cette salive. La perte de temps est d'autant plus significative que le nombre d'échantillons à

examiner est grand.

L'observation macroscopique d'une goutte de salive montre que celle-ci est un liquide clair, transparent et floconneux. Williamson (23), Fairbairn et Williamson (9) ont étudié la composition chimique de la salive des glossines. On n'a relevé aucune différence macroscopique notable permettant de distinguer la salive d'une mouche infectée de celle d'une mouche saine.

Conclusions et Recommandations

La technique de salivation manuelle s'inscrit dans le cadre de la compétence vectorielle. Elle permet d'identifier les mouches porteuses d'infection mature ou immature et répond aux exigences de la mise au point d'une méthode fiable, simple et rapide de détection des trypanosomes chez une mouche vivante. Elle permettra d'évaluer ultérieurement le risque d'infection trypanosomienne chez les animaux traités préventivement ou curativement avec des trypanocides et soumis aux assauts glossinaires à des intervalles réguliers.

Remerciements

Les résultats présentés ici ont été soutenus financièrement par l'A.G.C.D. (Administration générale à la coopération et au développement, Gouvernement belge). Les auteurs adressent leur remerciement au Pr Dr S. Geerts pour avoir bien voulu accepter de lire et corriger ce manuscrit. Ils remercient également le Dr Ir. D. Berkvens pour l'analyse statistique des données ainsi que Mme Cl. Mattelaere pour le soin accordé à la mise en page de cet article.

Bibliographie

- BALDET T., GEOFFROY B., D'AMICO F., CUISANCE D., BOSSY J.P., 1992. Structures sensorielles de l'aile de la glossine (*Diptera: Glossinidae*). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 45 (3-4) : 295-302.
- BLANC J.P., 1970. Les glossines : Méthodes de lutte. Thèse doct., Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, France, 153 p.
- BRADY J., 1973. Changes in the probing responsiveness of starving tsetse flies (*Glossina morsitans* Westw.) (*Diptera*, Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 63: 247-255.
- BRUCE D., HARVEY D., HAMERTON A.E., DAVEY J.B., BRUCE R.R.C., 1914. Trypanosome diseases of domestic animals in Nyassaland. I. *Trypanosoma simiae* sp. Nov. Part III. *Rep. Sleep. Sickn. Commn. R. Soc.*, 15: 137, 138, 141.
- Bureau central de la trypanosomiase, 1991. Rapport annuel d'activités 1990. Kinshasa, Zaïre, Bureau central de la trypanosomiase.
- BURTT E., 1946. Salivation by *Glossina morsitans* on to glass slides: a technique for isolating infected flies. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 40: 141-144.
- BUXTON P.A., 1955. The natural history of tsetse flies. London, U.K., H.K. Lewis and Co. Ltd, 816 p. (Memoir No.10 of London school of hygiene and tropical medicine)

8. ELSEN P., VAN HEES J., DE LIL E., 1993. L'histoire et les conditions d'élevage des lignées de glossines (*Diptera*, Glossinidae) maintenues à l'Institut de Médecine tropicale Prince Léopold d'Anvers. *J. Afr. Zool.*, 107: 439-449.
9. FAIRBAIRN H., WILLIAMSON J., 1956. The composition of tsetse-fly saliva. I. A histo-chemical analysis. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 50: 322-333.
10. FREZIL J.L., 1983. La trypanosomiase humaine en République Populaire du Congo. Paris, France, ORSTOM, 165 p. (Trav. Doc. ORSTOM n° 155)
11. GHYSEN A., 1978. Sensory neurones recognise defined pathways in *Drosophila* central nervous system. *Nature*, 274: 869-872.
12. GNATZY W., GRUNERT U., BENDER M., 1987. Campaniform sensilla of *Calliphora vicina* (Insecta, *Diptera*). I. Topography. *Zoomorph.*, 106: 312-319.
13. ITARD J., 1986. Les glossines ou mouches tsé-tsé. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 155 p. (Etudes et synthèses de l'IEMVT n° 15)
14. JORDAN A.M., 1986. Trypanosomiasis control and African rural Development. London, U.K., Longman, 367 p.
15. LAVEISSIERE C., HERVOUET J.P., 1991. La trypanosomiase humaine en Afrique de l'Ouest. Paris, France, ORSTOM Editions, 147 p.
16. MBULAMBERI D.B., 1990. Recent epidemic outbreaks of human trypanosomiasis in Ouganda. *Insect Sci. Applic.*, 11: 289-292.
17. MEYER P., 1977. Physiologie humaine. Paris, France, Flammarion Médecine-Sciences, 1 320 p.
18. PALKA J., MALONE M.A., ELLISON R.L., WIGSTON D.J., 1986. Central projections of identified *Drosophila* sensory neurons in relation to their time of development. *J. Neurosci.*, 6: 1822-1830.
19. ROUBAUD E., 1909. La *Glossina palpalis*. Sa biologie, son rôle dans l'étiologie des trypanosomiasés. In : Martin, Leboeuf, Roubaud eds, Rapport de la mission d'études de la maladie du sommeil au Congo français, 1906 - 1908. Paris, France, Masson, 280 p.
20. TOURÉ S.M., MORTELMANS J., 1990. Impact de la trypanosomose animale africaine (TAA). *Bull. Séanc. Acad. r. Sci. outre Mer*, 36 : 239-257.
21. TRONCY P.M., ITARD J., MOREL P.C., 1981. Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Paris, France, ministère de la Coopération et du Développement, 717 p. (Manuels et Précis d'élevage n° 10)
22. WIGGLESWORTH V.B., 1972. The principles of insect physiology. London, U.K., Chapman and Hall, 827 p.
23. WILLIAMSON J., 1956. The composition of tsetse-fly saliva. II. Analysis of amino acids and sugar by paper partition chromatography. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 50: 334-344.
24. YOUDEOWEI A., 1975. A simple technique for observing and collecting the saliva of tsetse flies (*Diptera*, Glossinidae). *Bull. ent. Res.*, 65: 65-67.
25. YOUDEOWEI A., 1976. Salivary secretion in Wild *Glossina pallidipes* Austen (*Diptera*, Glossinidae). *Acta trop.*, 33 (4): 369-375.
- KAZADI (J.M.), JOCHEMS (M.), KABORE (H.), MBENG (C.), VAN HEES (J.), KAGERUKA (P.)**. Standardisation and evaluation of a manual salivation technique for the detection of trypanosome infections in tsetse fly (*Diptera: Glossinidae*). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 171-175
- Two methods of salivation of tsetse flies, namely manual salivation and method of Bruce *et al.* were simultaneously evaluated on 1,702 male uninfected *Glossina palpalis palpalis* (Zaire), *G. palpalis gambiensis* (Bobo-Dioulasso), *G. p. gambiensis* (Maisons-Alfort) et *G. morsitans morsitans* (Mall) fasted for 24, 48 and 72 hours. The risk of salivation was 0.66 by the manual method and 0.01 by the method of Bruce *et al.*. The manual salivation method was standardised on 79 male *G. m. morsitans* (Mall) infected with *Trypanosoma congolense* IL 1180. By this method, 70.88 % of flies carrying mature and/or immature infection were identified. A clear difference was observed in the proportion of tsetse flies which salivated after 72 hours and those which salivated after 48 and 24 hours of fasting.

Key words: Trypanosomosis - *Glossina* - Saliva.

Communication

Erythrocyte glutathione concentrations in Nigerian Zebu and Ndama cattle

I.O. Igbokwe^{1*}I.A. Umar²O.K. Obagaiye²D.I. Saror¹K.A.N. Esievo¹

IGBOKWE (I.O.), UMAR (I.A.), OBAGAIYE (O.K.), SAROR (D.I.), ESIEVO (K.A.N.). Erythrocyte glutathione concentrations in Nigerian Zebu and Ndama cattle. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 177-179

A study of the erythrocyte glutathione (GSH) concentrations in Nigerian Zebu and Ndama cattle gave a range of 40.8-135.1 mg/100 ml RBC with a mean of 84.0 ± 25.4 mg/100 ml. The GSH concentrations and the packed cell volume (PCV) of the cattle were positively correlated ($r = 0.58$, $p < 0.05$). The Ndama had significantly ($p < 0.05$) higher mean erythrocyte GSH and PCV levels than the Zebu. At comparable PCV levels, the erythrocyte GSH did not vary significantly ($P > 0.05$) between the breeds.

Key words : Ndama cattle - Zebu cattle - Erythrocyte - Nigeria.

Introduction

Glutathione (L-glutamyl-cysteinyl-glycine, GSH) is the only important antioxidant non-protein sulfhydryl compound in erythrocytes (5). It reacts with endogenous hydrogen peroxide and lipid hydroperoxides in the presence of GSH peroxidase to protect the erythrocyte from oxidative damage (14). The animals reported to have low erythrocyte GSH show no evidence of anaemia (1) and no significant haemolysis is detected after the administration of oxidizing drugs (13). However, erythrocyte GSH concentration decreases under oxidative stress caused by copper poisoning in sheep (19) and hypophosphataemia in post-parturient haemoglobinuria of buffaloes (15, 16, 17). Erythrocyte GSH level has also been related to productivity characteristics such as growth rate, body weight and milk yield (1, 11). The normal erythrocyte GSH concentrations in apparently healthy Nigerian Zebu and Ndama cattle and the relationship to packed cell volume (PCV) are presented in this study to provide reference data for future research.

1. Department of Veterinary Pathology and Microbiology, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.

2. Department of Biochemistry, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.

* Adresse actuelle : Department of Veterinary Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, PMB 1069, Maiduguri, Nigeria.

Reçu le 18.11.1994, accepté le 27.6.1995.

Materials and Methods

Thirty-nine apparently healthy Ndama ($n = 9$) and Zebu ($n = 30$) cattle of both sexes, aged 1-5 years and weighing 70-300 kg, were used. The animals were located at Samaru and Shika in Zaria Province respectively, where they were grazed daily, but only the Ndama received supplemental feeding which consisted of grain offals, cotton seeds and palm kernel cakes. Water, and sometimes salt licks, were freely available.

A blood sample (5 ml) was collected from each animal by jugular venipuncture and placed in a container with EDTA as an anticoagulant. The Zebu were bled once, but the Ndama were bled twice at one week's interval. The packed cell volume (PCV) was determined by the microhaematocrit method. The GSH determination was carried out on whole blood according to the method of Beutler *et al.* (5) and erythrocyte GSH concentration was calculated from the PCV (6).

The data were summarized as means \pm standard deviations, analysed using paired Student's t-test, and correlation and regression statistics were computed between erythrocyte GSH concentrations and PCV (7).

Results

The mean PCV, whole blood and erythrocyte GSH concentrations in Nigerian Zebu and Ndama cattle, presented in table I, show that the Ndama had significantly ($p < 0.05$) higher values than the Zebu. The erythrocyte GSH concentrations in both breeds ranged from 40.8 to 135.1 mg/100 ml RBC (40.8 - 127.3 and 70.6 - 135.1 mg/100 ml RBC in Zebu and Ndama respectively).

There was a significant ($p < 0.05$) positive correlation ($r = 0.58$) between the erythrocyte GSH and PCV of all the animals (fig. 1). The regression equation was given as $GSH = 11.8 + 2.6 (PCV)$. At the PCV range of 27-30 %, the mean PCV and erythrocyte GSH concentrations of both breeds were not significantly ($p > 0.05$) different. The mean PCV values were 28.7 ± 1.2 % ($n = 6$) and

TABLE I
Packed cell volume, blood and erythrocyte glutathione concentrations in Nigerian cattle

	PCV (%)	Whole blood GSH (mg/dl)	Erythrocyte GSH (mg/100 ml RBC)
Zebu ($n = 30$)	24.7 ± 4.1^a	18.4 ± 7.4^a	73.4 ± 23.5^a
N'Dama ($n = 9$)	33.1 ± 4.2^b	34.3 ± 8.6^b	102.6 ± 16.8^b
All cattle	27.8 ± 5.8	24.2 ± 10.9	84.0 ± 25.4

^{a, b} Values with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

n : Number of animals.

^{*} Sampled twice ; mean based on 18 samples.

Communication

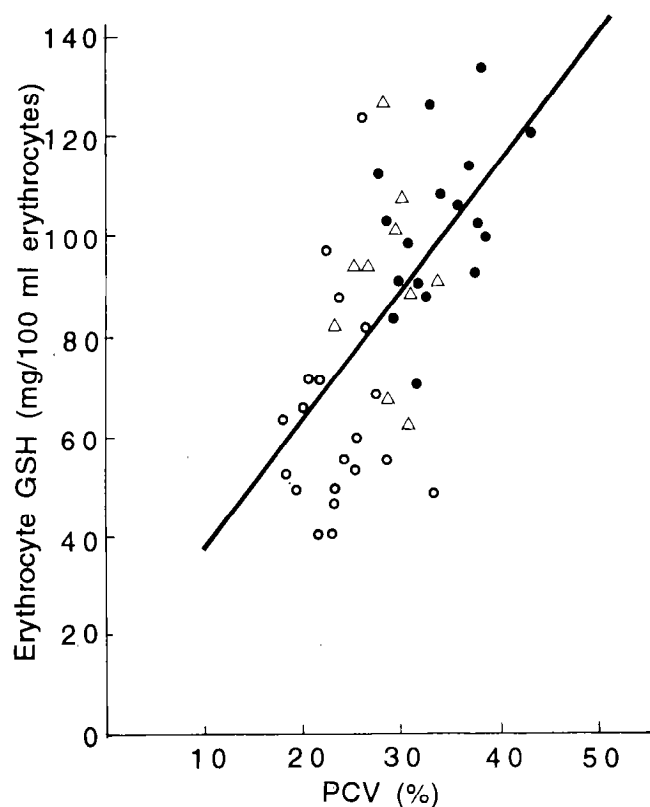


Figure 1: The relationship between erythrocyte glutathione concentrations and packed cell volume of adult (Δ) and young (o) Zebu and Ndama (\bullet) cattle.

28.4 ± 1.1 % ($n = 5$) and the mean erythrocyte GSH concentrations were 93.3 ± 24.8 and 97.7 ± 11.0 mg/100 ml RBC for Zebu and Ndama respectively.

Discussion

The erythrocyte GSH concentrations in Nigerian Ndama and Zebu gave a similar range as previously reported (40-113 mg/100 ml RBC) in some breeds of cattle (2), but with a higher upper limit. Although the Ndama had a higher erythrocyte GSH concentration than the Zebu, this was not considered as a breed difference. When the PCV values of the Zebu and Ndama were comparable, there was no difference in the erythrocyte GSH concentrations between the breeds. This agrees with the earlier report of Board *et al.* (6) which did not indicate any variations due to this factor.

The relationship between erythrocyte GSH concentrations and PCV in cattle has not been previously described (2). The present study shows that erythrocyte GSH concentrations and PCV in Nigerian Ndama and Zebu cattle were positively correlated. Therefore, the Ndama

that had higher erythrocyte GSH also had higher PCV values than the Zebu. This is in agreement with the report of Agar *et al.* (3) that sheep with high erythrocyte GSH had higher PCV levels than sheep with low erythrocyte GSH. However, this contrasts with the report in man that an inverse relationship existed between the erythrocyte GSH level and PCV (10). It appears that the inverse relationship may only exist in animals during regenerative anaemic conditions. At this time, erythrocyte GSH concentrations usually increase (4, 12, 20) due to the circulating young erythrocytes which have higher GSH concentrations and greater GSH metabolizing enzyme activity than older erythrocytes (4, 8, 10, 20).

The factors responsible for the wide range of values for the erythrocyte GSH levels (2) and the direct relationship with PCV are yet to be identified, but nutrition may be relevant since the erythrocyte concentrations of substrates for GSH synthesis such as glutamate, glycine and adenosine triphosphate have been considered important in regulating erythrocyte GSH level (18). The mean whole blood GSH was reported to be higher (25.1 mg/dl) in cattle in good condition than the emaciated ones (16.9 mg/dl) (9). Therefore, the Ndama may have higher blood and erythrocyte GSH concentrations and PCV values because they were on a better nutritional regimen than the Zebu. Variations in the activities of erythrocyte GSH metabolizing enzymes may not have affected the erythrocyte GSH concentrations because it has been reported that the activities of these enzymes did not differ significantly in cattle with high (102 mg/100 ml) and low (56 mg/100 ml) erythrocyte GSH concentrations (2).

Conclusion

The erythrocyte GSH concentrations of Nigerian Ndama and Zebu cattle were positively correlated to their PCV values. The higher erythrocyte GSH associated with higher PCV in Ndama might be related to their better nutritional regimen.

References

1. AGAR N.S., 1975. Glutathione polymorphism in the sheep red cells. *Int. J. Biochem.*, 6: 843-852.
2. AGAR N.S., BELL K., BOARD P.G., PAN Y.S., 1978. Glutathione level in the red blood cells of cattle. *Comp. Biochem. Physiol.*, 59B: 141-142.
3. AGAR N.S., ROBERTS J., EVANS J.V., 1972. Erythrocyte glutathione polymorphism in sheep. *Aust. J. Biol. Sci.*, 25: 619-627.
4. AGAR N.S., ROBERTS J., MULLEY A., BOARD P.G., HARLEY J.D., 1975. The effect of experimental anaemia on the levels of glutathione and glycolytic enzymes of erythrocytes of normal and glutathione-deficient Merino sheep. *Aust. J. Biol. Sci.*, 28: 233-238.
5. BEUTLER E., DURON O., KELLY B.M., 1963. Improved method for the determination of blood glutathione. *J. Lab. Clin. Med.*, 61: 882-888.

6. BOARD P.G., PETER D.W., MORRIS R.J.H., 1976. Seasonal variations in sheep erythrocyte reduced glutathione. *J. agric. Sci., Camb.*, 87: 461-463.
7. CHATFIELD C., 1983. *Statistics for technology. A course in applied statistics*. 3rd edn. London, United Kingdom, Chapman and Hall., p. 140-148, 168-170, 186-190.
8. GOMBE S., VERJEE Z.H., 1976. Erythrocyte glutathione metabolism in cobalt-deficient goat. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 46: 165-172.
9. GURTLER H., STEPHEN V. KOLB E., 1965. Reduced glutathione in the blood of domestic animals. *Arch. expl. vet. Med.*, 19: 123-131.
10. IBBOTT F.A., 1974. Amino acids and related substances. In: *Clinical chemistry. Principles and Technics*. 4th edn. New York, USA, Harper and Row publishers, p. 618.
11. KIDWELL J.F., BOHMAN V.R., WADE M.A., HUNTER J.E., 1958. An investigation of blood glutathione levels in sheep. *Growth*, 22: 63-71.
12. MAEDE Y., 1977. High concentration of blood glutathione in dogs with acute hemolytic anaemia. *Jap. J. vet. Sci.*, 39: 187-189.
13. MARONPOT R.R., 1972. Erythrocyte glucose-6-phosphate dehydrogenase and glutathione deficiency in sheep. *Can. J. comp. Med.*, 36: 55-60.
14. METZLER D.E., 1977. *Biochemistry. The chemical reactions of living cells*. New York, USA, Academic Press, International edition, p. 565.
15. RANA J.P., BHARDWAJ R.M., 1990. Glutathione reductase: role and status in healthy and haemoglobinuric buffaloes. *Indian vet. J.*, 67: 261-263.
16. SINGARI N.A., BHARDWAJ R.M., CHUGH S.K., 1989. Erythrocyte reduced glutathione instability in postparturient haemoglobinuria of buffaloes. *Indian vet. J.*, 66: 405-409.
17. SINGARI N.A., BHARDWAJ R.M., MATA M.M., CHUGH S.K., 1989. Effect of hypophosphatemia on erythrocytic metabolism in postparturient haemoglobinuria of buffaloes. *Indian J. Anim. Sci.*, 59: 1235-1236.
18. SMITH J.E., 1977. Elevated erythrocyte glutathione associated with elevated substrate in high- and low-glutathione sheep. *Biochem. biophys. Acta*, 496: 516-520.
19. TODD J.R., THOMPSON R.H., 1963. Studies on chronic copper poisoning. II. Biochemical studies on the blood of sheep during the haemolytic crisis. *Br. vet. J.*, 119: 161-173.
20. TUCKER E.M., KILGOUR L., 1973. The effect of anaemia on sheep with inherited differences in red cell reduced glutathione concentrations. *Res. vet. Sci.*, 14: 306-311.
- IGBOKWE (I.O.), UMAR (I.A.), OBAGAIYE (O.K.), SAROR (D.I.), ESIEVO (K.A.N.)**, Concentrations du glutathion érythrocytaire des bovins zébus et Ndama nigériens. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (2) : 177-179
- Une étude réalisée sur les concentrations de glutathion érythrocytaire des bovins zébus et Ndama nigériens a mis en évidence une variation allant de 40,8 à 135,1 mg/100 ml de globules rouges, avec une moyenne de $84,0 \pm 25,4$ mg/100 ml. On a observé une corrélation positive entre les concentrations de glutathion et l'hématocrite ($r = 0,58$, $p < 0,05$). Les valeurs moyennes de glutathion érythrocytaire et de l'hématocrite obtenues chez les bovins Ndama se sont révélées significativement ($p < 0,05$) plus élevées que celles enregistrées pour les zébus. A des valeurs d'hématocrite comparables, les concentrations de glutathion érythrocytaire n'ont pas varié de façon significative entre les races ($p > 0,05$).

Mots clés : Bovin Ndama - Zébu - Erythrocyte - Nigeria.

La croissance et le développement corporel de la naissance à la maturité dans la race ovine iranienne Mehraban à queue grasse

S.S. Bathaei ¹

BATHAEI (S.S.), La croissance et de développement corporel de la naissance à la maturité dans la race ovine iranienne Mehraban à queue grasse. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 181-194

La croissance de 15 mesures corporelles linéaires dans la race ovine iranienne Mehraban à queue grasse a été analysée par la méthode des moindres carrés. Les mesures concernant 1 238 animaux ont été prises à intervalles de 3 mois, entre 3 et 48 mois d'âge de 1984 à 1990. Les effets du sexe, du mode de naissance, de l'année de naissance et de l'âge de la mère sur le poids et sur les 15 caractères mesurés ont été étudiés. Le sexe est le seul facteur dont l'influence soit significative sur tous les caractères aux différents âges. Les courbes de croissance ont été établies avec précision à partir des valeurs moyennes à 16 âges différents. L'estimation à 98 p. 100 du degré de maturité est, pour les mâles et les femelles, de 25 et 22 mois respectivement. L'application de l'allométrie aux caractères mesurés a été examinée en vue d'établir des courbes de croissance plus précises. La taille au garrot, la longueur du corps, le périmètre abdominal et le périmètre thoracique manifestent le mieux les variations du poids et parmi ces caractères, le périmètre thoracique est le meilleur indicateur de ces variations aux différents âges. Quant aux autres facteurs, ils évoluent presque indépendamment du poids.

Mots clés: Ovin Mehraban - Croissance - Gain de poids - Maturité - Mensuration corporelle - Iran.

INTRODUCTION

En Iran, la majorité des cheptels ovin et caprin sont élevés selon le système de la production extensive. Les animaux se nourrissent essentiellement sur des pâturages naturels dont la superficie atteint environ 100 millions d'hectares, soit 58 p. 100 de la superficie totale du pays. La plupart sont cependant médiocres, tant du point de vue de la qualité que de la quantité, et seulement 10 millions d'hectares produisent 450 kg de matière sèche/ha/an. Dans ces conditions, la production annuelle des pâturages permet de nourrir environ 16 millions de moutons et de chèvres alors qu'on estime actuellement leur nombre à plus de 60 millions. Pour résoudre ce problème, il est indispensable de réduire le nombre d'animaux peu productifs et de sélectionner un bon format en fonction de la disponibilité alimentaire et d'autres facteurs comme le mode d'élevage.

La présente étude a été menée sur la race ovine Mehraban à queue grasse, pour déterminer à quel âge la maturité est atteinte et avoir plus de données sur le dévelop-

pement, la modification de forme et les changements corporels en fonction du temps. Selon Prud'hon (21), la prise en considération du degré de maturité aura un intérêt réel dans la mesure où l'on connaîtra bien les lois du développement relatif des principaux organes et tissus au cours de la croissance. Par ailleurs, la connaissance de la maturité permettra de choisir le format optimal pour un programme de sélection ultérieure et d'établir des comparaisons avec d'autres races ovines. Cette étude permet aussi d'établir les relations existant entre format et poids, de définir le meilleur indicateur pondéral parmi les caractères mesurés, ce qui sur le plan pratique facilitera la mesure sur les animaux.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La race ovine iranienne Mehraban à queue grasse est une race à viande, rustique et bien adaptée au milieu semi-aride où elle vit depuis des siècles (1). Son berceau se trouve dans la province de Hamadan située au nord-ouest de l'Iran où elle est élevée de manière semi-extensive. Elle figure parmi les races sédentaires et constitue 4 à 5 p. 100 du cheptel national avec 1 200 000 têtes environ en 1994.

Les animaux utilisés ici proviennent d'un troupeau élevé dans cette région. Ils sont restés 7 mois par an en pâturage. A la fin de chaque été, en raison de la médiocrité de l'alimentation, ils ont reçu un supplément composé d'orge et de luzerne puis, étant donné la rigueur des hivers, ils ont été nourris en bergerie pendant les 5 mois suivants avec une ration composée de céréales et de luzerne.

Quinze caractères ont été mesurés afin de définir le format et l'âge de maturité dans cette race. Le développement peut être défini comme le changement de la composition corporelle durant la croissance de l'animal. Il peut être influencé par différents facteurs parmi lesquels le taux de croissance individuel, le sexe, le mode de naissance, l'année de naissance et l'âge de la mère à l'agnelage. Ces facteurs ont été étudiés. Les instruments utilisés ont été un mètre à ruban flexible et une toise, tous deux gradués en centimètres. Les caractères mesurés sont illustrés dans la figure 1.

Les données enregistrées entre 1984 et 1990, concernant 1 238 moutons de la race Mehraban âgés de 3 à 48 mois, ont été analysées par la méthode des moindres carrés (13). Après ajustement des données, les animaux ont été classés en 16 groupes d'âge de 3 à 48 mois, par intervalles de 3 mois, pour réduire les variations du poids

1. Université Libre de Bruxelles, Section Interfacultaire d'Agronomie, Av. Paul Hèger 28, C.P.169, 1050 Bruxelles, Belgique.

Reçu le 21.12.1994, accepté le 15.6.1995.

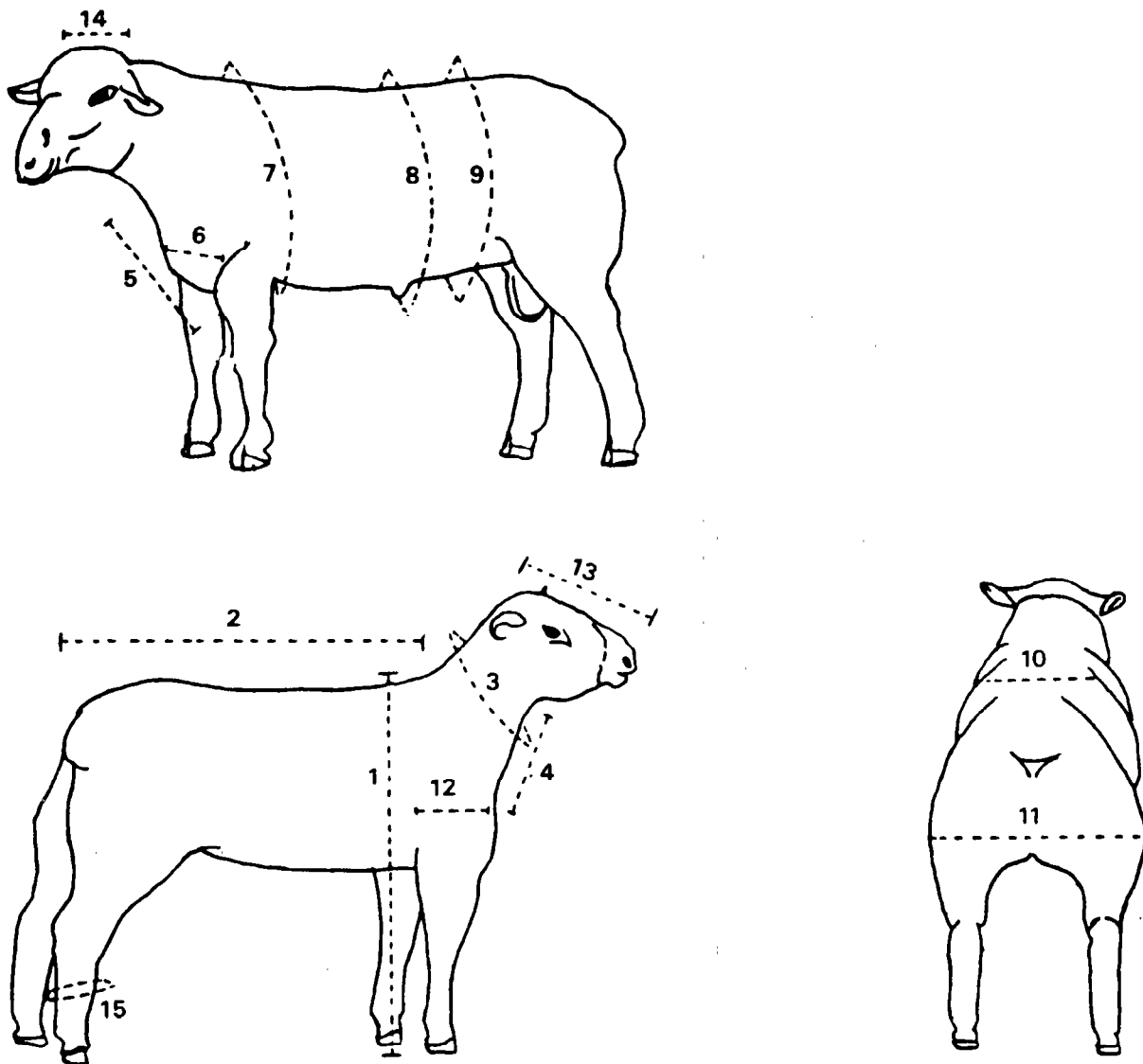


Figure 1 : Caractères mesurés.

1. Taille au garrot ; 2. longueur du corps ; 3. pourtour du cou ; 4. longueur du cou ; 5. longueur de la poitrine ; 6. largeur de la poitrine ; 7. périmètre thoracique ; 8. pourtour du corps ; 9. périmètre abdominal ; 10. largeur du dos ; 11. largeur du gigot ; 12. largeur de l'épaule ; 13. longueur de la tête ; 14. largeur de la tête ; 15. périmètre du canon.

et des caractères mesurés imposées par les variations saisonnières. Le modèle linéaire suivant a été utilisé pour les variables observées :

$$Y_{ijklm} = \mu + s_i + a_j + t_k + m_l + e_{ijklm} \quad [1]$$

dans lequel : Y_{ijklm} = poids, taille au garrot, longueur du corps, pourtour du cou, longueur du cou et de la poitrine, largeur de la poitrine, périmètre thoracique, pourtour du corps, périmètre abdominal, largeur du dos, du gigot, de l'épaule, longueur de la tête, largeur de la tête et périmètre du canon de l'animal m , de sexe i , de mode de naissance j , né l'année k et de l'âge de la mère l ;

μ = moyenne générale ;

s_i = effet fixe du sexe i = (1 = mâle, 2 = femelle) ;

a_j = effet fixe du mode de naissance j = (1 = simple, 2 = double) ;

t_k = effet fixe de l'année de naissance k = (1,2, ...,7) correspondant à 7 années (1984-1990) ;

m_l = effet fixe de l'âge de la mère à l'agnelage l = (1,2, ..., 6) correspondant à 6 classes d'âge, de 1 à 6 ans ;

e_{ijklm} = effet résiduel aléatoire.

L'équation de Brody (4) a été utilisée pour établir une courbe asymptotique exponentielle, pour le poids et les 15 caractères mesurés, soit :

$$Y_t = A [1 - e^{-k(t-t^*)}] \quad [2]$$

où : Y_t est la mesure du caractère envisagé à l'âge t , A est la valeur finale du caractère mesuré, k est une constante correspondant au taux relatif de croissance, t est l'âge correspondant à une valeur donnée de Y et t^* est une constante qui représente l'origine du temps de la courbe (ici la naissance).

Cette équation peut être utilisée sous une autre forme (26) pour définir le degré de maturité à un âge donné. Dans ce cas, elle se présente ainsi :

$$Y_t = A [1 - (1-u_0) \cdot e^{-t/\tau}] \quad [3]$$

A représente la valeur à la maturité du caractère envisagé, u_0 est la proportion de maturité à la naissance ($t = 0$), et $\tau = 1/k$ est un temps constant ou l'intervalle de maturité.

Les équations [2] et [3] ont été utilisées afin de définir le degré de maturité Y pour les différents caractères à différents âges et pour les deux sexes. Le degré de maturité a été calculé par $u_t = Y_t/A$. Il est présenté en pourcentage.

Les mesures du corps sont souvent examinées en termes d'allométrie, c'est-à-dire en termes de croissance relative (4, 26, 30) d'un organe comparée généralement au poids total ou à tout autre système de référence (Taylor, communication personnelle). La relation d'allométrie est l'instrument indispensable de toute étude de la croissance relative et elle exprime les changements de proportions.

La relation d'allométrie, $Y = aX^b$, peut être représentée sous la forme logarithmique (23) :

$$\log Y = \log a + b \log X \quad [4]$$

Deux paramètres définissent cette relation : b est le coefficient d'allométrie et a représente la valeur de Y lorsque $X = 1$ est l'indice d'origine. Cette relation a été utilisée pour décrire plus efficacement les courbes de croissance pour les caractères mesurés.

Les principales sources de variations du poids ainsi que l'importance relative de chaque caractère ont été calculées en utilisant la régression multiple. Les équations de régression ont été calculées par étapes selon une procédure (27) qui donne un coefficient maximum de détermination multiple (R^2). A chaque étape, une variable a été ajoutée à l'équation. La variable ajoutée était celle qui réduirait au maximum la somme des carrés des erreurs ou celle qui aurait la plus grande corrélation partielle avec la variable dépendante (ici le poids), parmi les variables non encore incluses. Deux restrictions ont été apportées à cette procédure. Premièrement, pour qu'une variable soit ajoutée à l'équation, sa réduction de l'erreur de la somme des carrés doit être suffisamment élevée pour que la valeur de F soit supérieure ou égale à la première variable. Deuxièmement, si après avoir ajouté les

variables, la valeur de F pour une d'entre elles introduite lors d'une étape précédente devient moindre que la précédente, cette variable est supprimée. Une description détaillée des procédures de régression par étapes a été donnée par Cody et Smith (5).

RÉSULTATS

Les résultats de l'analyse de variance du modèle linéaire [1] montrent que tous les effets sont significatifs ($p < 0,001$ et $p < 0,05$) pour le poids. Ils confirment les études antérieures (1, 2). Tous les caractères mesurés sont significativement ($p < 0,001$ et $p < 0,05$) influencés par l'effet du sexe (tableau I) à tous les âges. En revanche, le mode de naissance a un effet significatif ($p < 0,05$) seulement sur le poids, la taille au garrot, la longueur du corps, le pourtour du cou et le périmètre thoracique. L'année de naissance n'influence que le poids et le périmètre thoracique. L'âge de la mère à l'agnelage a un effet significatif ($p < 0,05$) sur le poids, la taille au garrot et la longueur du corps seulement jusqu'au sevrage (90 jours).

En ce qui concerne le coefficient de détermination (R^2) du modèle, plus de 90 p. 100 de la variation totale est expliqué pour les caractères suivants : taille au garrot, longueur du corps, pourtour du cou, périmètre thoracique, pourtour du corps et périmètre abdominal. Entre 70 et 80 p. 100 est expliqué pour la longueur et la largeur de la tête, la longueur et la largeur de la poitrine, la largeur du dos, la largeur du gigot, la largeur de l'épaule et la longueur du cou. Quarante huit p. 100 seulement de la variation est expliqué par le modèle pour le périmètre du canon (tabl. I). Les moyennes des 15 caractères mesurés ajustées par la méthode des moindres carrés pour le sexe, le type de naissance, l'année de naissance et l'âge de la mère sont données dans le tableau II.

Développement corporel

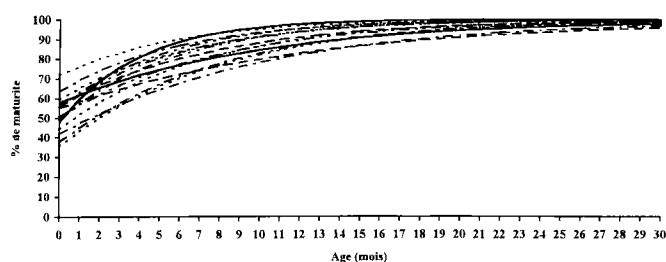
Les estimations des paramètres de courbes de croissance obtenues à partir des équations [2] et [3] en vue d'analyser le développement corporel, pour le poids et les 15 caractères pour le mâle et la femelle, sont données au tableau III. Les caractéristiques des courbes de croissance (tabl. III) obtenues par l'équation de Brody (4) ont été utilisées pour établir les courbes de croissance des 15 caractères mesurés séparément pour les mâles et les femelles. (fig. 2, 3).

En ce qui concerne la proportion de la maturité à la naissance (u_0 dans l'équation 3), les caractères précoces à la naissance sont le périmètre du canon, la longueur du cou, la longueur et la largeur de poitrine, la taille au garrot et la largeur du gigot. Ils ont à la naissance entre 55 et 70 p. 100 de leur maturité finale, et ont un intervalle de maturité de 5 à 8 mois tandis que les autres caractères parmi les 15 étudiés ici ont un intervalle de maturité com-

TABLEAU I
Analyses de variance du modèle linéaire (I) pour les effets du sexe, du mode de naissance, de l'année de naissance et de l'âge de la mère sur le poids et les 15 caractères mesurés de 3 à 48 mois dans la race Mehraban

Caractère mesuré	N	Sexe		Mode de naissance		Année de naissance		Âge de la mère		R ²
		d.d.l.	Test F	d.d.l.	Test F	d.d.l.	Test F	d.d.l.	Test F	
Poids	1238	1	2075,27**	1	1125,59*	6	962,14	5	623,22*	0,94
1. Taille au garrot	1238	1	1585,48**	1	85,51	6	57,17	5	559,32*	0,93
2. Longueur du corps	1238	1	1329,72**	1	91,46	6	14,41	5	335,65*	0,92
3. Pourtour du cou	1238	1	2683,50**	1	60,51	6	91,83	5	55,78	0,89
4. Longueur du cou	1238	1	836,72*	1	65,99	6	38,79	5	32,97	0,68
5. Longueur de la poitrine	1238	1	157,20	1	68,00	6	48,31	5	23,21	0,85
6. Largeur de la poitrine	1238	1	236,72*	1	65,99	6	38,79	5	12,19	0,68
7. Périmètre thoracique	1238	1	1880,05**	1	745,22*	6	657,22*	5	25,77	0,97
8. Pourtour du corps	1238	1	111,75**	1	24,22	6	1672,91	5	44,32	0,91
9. Périmètre abdominal	1238	1	811,41*	1	79,37	6	4837,41	5	57,43	0,91
10. Largeur du dos	1238	1	119,99*	1	88,75	6	514,85	5	13,25	0,78
11. Largeur du gigot	1238	1	409,12**	1	60,11	6	377,64	5	33,16	0,75
12. Largeur de l'épaule	1238	1	201,15**	1	67,97	6	474,02	5	54,62	0,77
13. Longueur de la tête	1238	1	882,64**	1	40,61	6	350,26	5	46,32	0,77
14. Largeur de la tête	1238	1	609,47*	1	34,00	6	45,82	5	22,18	0,86
15. Périmètre du canon	1238	1	80,43*	1	25,59	6	8,55	5	5,32	0,48

*p < 0,05; **p < 0,001.



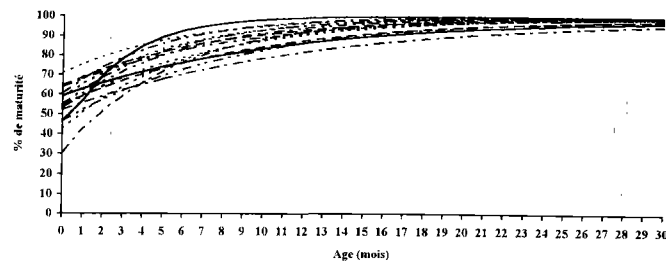
--- Taille — L.Corps P.Cou - - - L.Cou Lo.Poitrine
 - - - La.Poitrine - - - P.Thoracique P.Ventre - - - P.Abdominal L.Dos
 L.Gigot L.Epaule Lo.Tête La.Tête P.Canon

Figure 2 : Courbes de croissance des 15 caractères comme pourcentage de maturité pour le sexe mâle dans la race Mehraban.

pris entre 8 et 12 mois. Le périmètre du canon atteint plus de 90 p. 100 de la maturité finale avant 6 mois.

La résiduelle de déviation standard dans le tableau III, en ce qui concerne le pourcentage de la maturité, montre une courbe asymptotique exponentielle, généralement mieux tracée pour les caractères de maturité précoce, car il y a moins de déviation. La valeur générale de la présente hypothèse de croissance est renforcée par le fait que presque toutes les déviations atteignent moins de 1 p. 100 de la maturité au moment où celle-ci atteint 98 p. 100.

Les mesures corporelles linéaires dans la croissance des ovins, quand elles sont exprimées en pourcentage de leur valeur adulte, montrent clairement que certains caractères corporels sont moins matures que d'autres à tout moment avant la maturité. Ils peuvent être classés et ce classement, à quelques exceptions près, reste inchan-



--- Taille — L.Corps P.Cou - - - L.Cou Lo.Poitrine
 - - - La.Poitrine - - - P.Thoracique P.Ventre - - - P.Abdominal L.Dos
 L.Gigot L.Epaule Lo.Tête La.Tête P.Canon

Figure 3 : Courbes de croissance des 15 caractères comme pourcentage de maturité pour le sexe femelle dans la race Mehraban.

gé durant toute la croissance. Dans cette perspective, les 15 caractères sont regroupés en 5 groupes de 3 en fonction de leur taux de maturité presque similaire. Les caractéristiques de chaque groupe (par sexe) figurent au tableau IV. Il faut noter que l'ajustement de la courbe de Brody aux données fournit un paramètre de temps exponentiel pour chaque mesure corporelle, et que le résultat, en ce qui concerne la précocité de la maturité, correspond presque à celui qui est obtenu de façon empirique.

Les résultats indiqués dans le tableau IV montrent que, en prenant la moyenne des 15 caractères mesurés, les mâles arrivent à 95 p. 100 de leur maturité corporelle à l'âge de 18 mois, tandis que les femelles y parviennent dès 15 mois. De même, celles-ci parviennent plus rapidement que les mâles à 98 p. 100 de leur maturité : à 22 mois contre 25 pour ces derniers. Dans les 5 groupes, il existe une différence de 1 à 3 mois entre mâles et

TABLEAU II
Moyennes du poids (kg) et des 15 caractères mesurés (cm) de 3 à 48 mois avec l'intervalle de 3 mois, ajustés pour le sexe, le mode de naissance, l'année de naissance et l'âge de la mère, dans la race Mehraban

Caractère mesuré	Âge (mois)															
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
Poids	23,96	37,78	47,47	54,27	59,04	62,39	64,73	66,38	67,53	68,34	68,91	69,31	69,59	69,77	69,92	70,02
1. Taille au garrot	54,73	61,28	65,67	68,60	70,57	71,89	72,77	73,36	73,75	74,02	74,20	74,31	74,39	74,45	74,48	74,49
2. Longueur du corps	56,09	65,92	69,90	71,51	72,17	72,43	72,54	72,58	72,60	72,60	72,60	72,60	72,60	72,60	72,60	72,60
3. Pourtour du cou	32,16	38,82	43,20	46,07	47,97	49,21	50,03	50,57	50,92	51,16	51,31	51,41	51,47	51,52	51,54	51,56
4. Longueur du cou	21,96	24,53	26,01	26,85	27,33	27,61	27,76	27,85	27,91	27,93	27,95	27,96	27,97	27,97	27,97	27,97
5. Longueur de la poitrine	31,82	35,97	38,48	39,99	40,43	40,90	41,46	41,79	41,99	42,11	42,18	42,23	42,26	42,27	42,28	42,29
6. Largeur de la poitrine	18,04	20,06	21,58	22,72	23,57	24,20	24,68	25,04	25,31	25,51	25,66	25,77	25,86	25,92	25,97	26,00
7. Périmètre thoracique	63,94	74,18	81,99	87,95	92,49	95,96	98,61	100,63	102,17	103,34	104,24	104,92	105,44	105,84	106,14	106,38
8. Pourtour du corps	71,32	83,92	91,65	97,49	101,57	104,42	106,42	107,81	108,78	109,45	109,93	110,26	110,49	110,65	110,77	110,85
9. Périmètre abdominal	66,49	74,79	81,07	85,82	89,41	92,12	94,18	95,73	96,90	97,79	98,46	98,97	99,35	99,64	99,86	100,02
10. Largeur du dos	14,60	17,61	19,52	20,72	21,49	21,97	22,28	22,47	22,59	22,67	22,72	22,75	22,77	22,78	22,79	22,79
11. Largeur du gigot	21,65	24,31	25,99	27,05	27,72	28,14	28,40	28,57	28,68	28,74	28,78	28,81	28,83	28,84	28,85	28,85
12. Largeur de l'épaule	17,89	20,91	22,68	23,72	24,33	24,69	24,90	25,03	25,10	25,14	25,17	25,18	25,19	25,20	25,20	25,20
13. Longueur de la tête	9,63	11,14	11,98	12,47	12,74	12,90	12,98	13,04	13,06	13,08	13,09	13,09	13,09	13,09	13,09	13,09
14. Largeur de la tête	6,77	8,53	9,63	10,31	10,74	10,99	11,16	11,26	11,33	11,36	11,39	11,40	11,41	11,42	11,42	11,42
15. Périmètre du canon	8,72	9,39	9,80	10,05	10,21	10,30	10,36	10,40	10,42	10,43	10,44	10,44	10,44	10,44	10,44	10,44

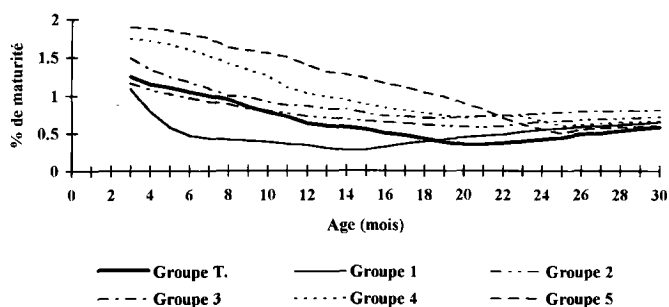


Figure 4 : Déviations des moyennes obtenues par la méthode des moindres carrés des courbes de croissance pour les 5 groupes ainsi que pour le groupe total des 15 caractères mesurés (pourcentage de format de maturité) pour le sexe mâle dans la race Mehraban.

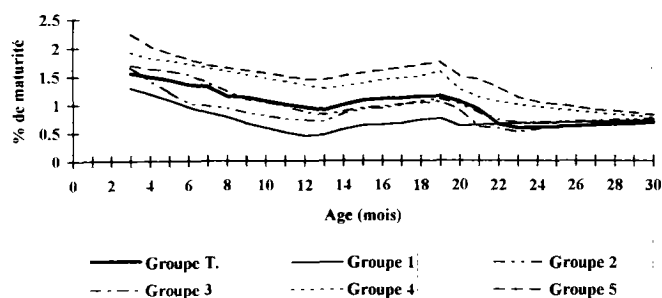


Figure 5 : Déviations des moyennes obtenues par la méthode des moindres carrés des courbes de croissance pour les 5 groupes ainsi que pour le groupe total des 15 caractères mesurés (pourcentage de format de maturité) pour le sexe femelle dans la race Mehraban.

TABLEAU III
Les caractéristiques des courbes de croissance pour le poids (kg) et les 15 caractères mesurés (cm)
pour les femelles et les mâles dans la race Mehraban

Caractère	Estimation du format à maturité, A (cm)		Paramètre du temps ou intervalle de maturité, τ (jour)				Maturité à la naissance, u_0 (p. 100 de A)				Résiduelle Déviation Standard (p. 100 de A)		Âge de maturité (mois)					
			Femelle		Mâle		Femelle		Mâle				Degré de maturité femelles		Degré de maturité mâles			
	Moyenne	S.E.	Moyenne	S.E.	Moyenne	S.E.	Moyenne	S.E.	Moyenne	S.E.	Moyenne	S.E.	95 p. 100	98 p. 100	95 p. 100	98 p. 100		
Poids	59,71	0,52	82,83	0,43	233	8	287	12	6,60	0,48	5,12	0,55	0,42	0,51	21	28	27	34
1. Taille au garrot	70,68	0,44	79,18	0,47	225	10	235	8	64,29	0,30	56,62	0,12	0,45	0,27	15	22	17	24
2. Longueur du corps	70,08	0,34	75,53	0,34	157	4	158	4	38,67	0,12	47,98	0,24	0,17	0,15	8	15	10	17
3. Pourtour du cou	44,86	0,43	59,81	0,53	226	11	243	9	53,25	0,15	35,46	0,30	0,57	0,48	18	24	20	26
4. Longueur du cou	28,15	0,37	27,77	0,37	152	15	166	8	60,36	0,15	63,67	0,15	0,26	0,33	10	15	12	18
5. Longueur de la poitrine	41,65	0,38	43,09	0,40	176	11	197	11	58,61	0,25	59,57	0,14	0,35	0,45	14	21	16	23
6. Largeur de la poitrine	25,07	0,45	27,41	0,48	304	27	354	25	59,28	0,24	57,86	0,14	0,58	0,83	25	33	28	35
7. Périmètre thoracique	102,10	0,57	113,72	0,65	307	9	386	8	52,06	0,11	41,91	0,13	0,71	0,92	26	33	29	36
8. Pourtour du corps	111,07	0,58	110,98	0,50	266	7	232	5	46,42	0,18	50,85	0,15	0,67	0,55	19	23	19	25
9. Périmètre abdominal	96,77	0,50	105,22	0,59	296	7	371	10	54,71	0,19	55,05	0,15	0,71	0,83	28	34	28	35
10. Largeur du dos	22,06	0,40	23,71	0,41	196	15	222	15	42,57	0,30	44,40	0,12	0,42	0,37	16	22	17	24
11. Largeur du gigot	27,91	0,40	30,02	0,41	158	19	162	15	63,59	0,11	55,43	0,10	0,62	0,22	14	18	13	18
12. Largeur de l'épaule	24,38	0,37	26,20	0,37	173	15	173	12	53,03	0,18	49,50	0,12	0,32	0,41	14	19	14	19
13. Longueur de la tête	12,19	0,29	14,21	0,24	162	18	181	11	54,63	0,23	55,37	0,11	0,31	0,53	12	18	14	19
14. Largeur de la tête	9,57	0,29	13,65	0,25	268	16	230	9	30,92	0,12	37,29	0,12	0,48	0,38	19	25	18	25
15. Périmètre du canon	9,83	0,25	9,89	0,24	144	27	147	29	70,79	0,11	71,79	0,15	0,28	0,58	11	16	10	16

femelles : les femelles atteignent la maturité pour tous les caractères en une période plus courte que les mâles. Cela confirme la précocité des femelles.

En général, un animal sera précoce pour un caractère s'il atteint un degré spécifié de maturité dans un laps de temps inférieur à la moyenne. Par exemple, si le temps moyen pour l'ensemble des caractères est de 18 et 15 mois, respectivement pour les mâles et les femelles, les

caractères qui font partie des groupes 1, 2 et 3, en particulier la longueur du corps, la largeur du gigot et la taille au garrot, sont considérés comme précoces et ceux qui font partie des groupes 4 et 5, notamment les périmètres abdominal et thoracique, sont considérés comme tardifs.

Les déviations des moyennes obtenues par la méthode des moindres carrés pour les 5 groupes et le groupe total ont été utilisées (en pourcentage du format de maturité)

TABLEAU IV
 Âge de maturité (en mois) des différents groupes de caractères pour les deux sexes dans la race Mehraban

Groupes de caractères	Âge de maturité (mois)			
	Degré de maturité Mâles		Degré de maturité Femelles	
	95 p.100	98 p. 100	95 p. 100	98 p. 100
Groupe 1 (Longueur du corps, Longueur du cou, Périmètre du canon)	10	16	9	15
Groupe 2 (Longueur de la tête, Largeur du gigot, Largeur de l'épaule)	14	19	13	18
Groupe 3 (Taille au garrot, Longueur de la poitrine, Largeur du dos)	17	24	15	22
Groupe 4 (Pourtour du cou, Pourtour du corps, Largeur de la tête)	19	26	19	24
Groupe 5 (Périmètre thoracique, Périmètre abdominal, Largeur de la poitrine)	28	35	27	33
Moyenne des 15 caractères mesurés	18	25	15	22

pour étudier les changements de ces déviations avec l'âge (fig. 4, 5). Chez les mâles, les déviations diminuent rapidement avec l'âge dans les 5 groupes jusqu'à l'âge de 20 mois, passant de 1-2 p. 100 de la maturité à 1-0,5 p. 100 selon le groupe. Après cet âge une légère hausse apparaît mais elle est moins importante, de l'ordre de 1 p. 100 de la maturité (figure 4). Ce phénomène peut être dû à différents facteurs d'environnement ou à des caractéristiques individuelles, puisque la plupart des caractères ont déjà atteint la maturité. En ce qui concerne les femelles, la déviation diminue jusqu'à l'âge de 13 mois environ, de 1,5-2,5 p. 100 à 0,5-1,5 p. 100 selon le groupe, puis augmente entre 13 et 19 mois. Le fait que cette période coïncide avec la gestation, la mise bas et la lactation pourrait expliquer cette augmentation (fig. 5). Dans les 5 groupes, la variation des caractères diminue avec l'âge, et elle est moins élevée dans les groupes à maturité précoce que dans les groupes à maturité tardive. Ce phénomène peut être dû au fait que, la maturité y étant plus rapidement atteinte, les facteurs de l'environnement ont nettement moins d'influence que dans les groupes à maturité tardive.

Relation d'allométrie

Afin de comparer le rythme de développement d'un caractère à celui du corps, on a calculé le coefficient d'allométrie entre les pourcentages moyens de maturité de chacun des 5 groupes et le pourcentage de maturité total (moyenne des pourcentages de maturité des 15 caractères) de la naissance à 30 mois. Deux courbes allométriques basées sur les données de maturité qui ont été illustrées dans le tableau V, sont présentées dans les figures 6 et 7.

TABLEAU V
 Relation des cinq groupes de caractères avec le groupe total par sexe

Groupe	Mâle			Femelle		
	a	b	P	a	b	P
Groupe 1	-1,1381	1,24	0,001	-0,4541	1,12	0,001
Groupe 2	-0,6123	1,13	0,001	-0,5681	1,09	0,001
Groupe 3	-0,1095	1,03	0,001	-0,2809	1,06	0,001
Groupe 4	0,3111	0,94	0,001	0,1208	0,98	0,001
Groupe 5	1,2433	0,72	0,001	1,1693	0,75	0,001

a = indice d'origine
 b = coefficient d'allométrie
 P = test de signification

Le logarithme du degré de maturité, Y (équation [3]), pour chacun des cinq groupes de trois caractères qui présentaient un taux de maturité presque similaire, est comparé au logarithme du total des 15 caractères mesurés. Les points tracés sont dérivés des moyennes de moindres carrés linéaires. Les intercepts des droites en pointillé sur les axes à maturité dans les figures 6 et 7 montrent que les erreurs attendues dans l'estimation par allométrie du format à maturité sont assez faibles dans les 5 groupes et qu'elles sont toutes proches de la maturité. Les courbes qui relient les points s'incurvent progressivement sans se rejoindre et sont extrapolées jusqu'à l'axe horizontal ou vertical qui représente la complète maturité. Sachant qu'un intervalle de 0,1 sur cette échelle logarithmique correspond à 10 p. 100 de la maturité, il est possible d'observer les erreurs de l'estimation de maturité par allo-

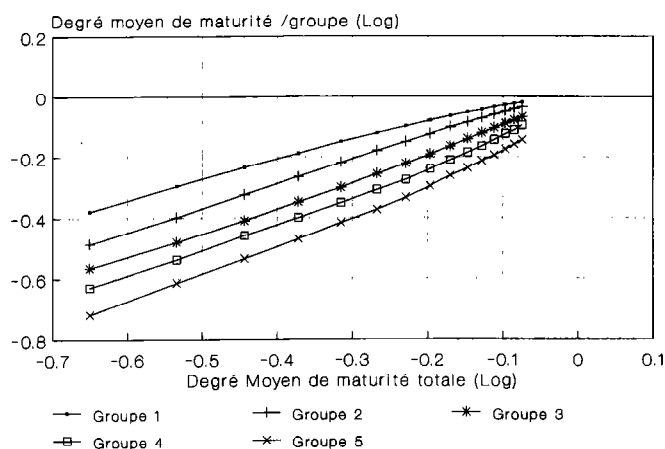


Figure 6 : Courbe allométrique du degré moyen de maturité des différents groupes chez les mâles dans la race Mehraban.

métrie d'une part, et d'autre part d'estimer ou prédire une moyenne de taux de maturité à partir d'un des groupes successifs. En effet, la différence de maturité entre deux groupes successifs varie entre 2 et 5 p. 100 (figures 6 et 7) et elle peut atteindre environ 20 p. 100 entre les deux groupes extrêmes (précoce ou tardif). La différence prévisible entre les caractères à l'intérieur d'un groupe est comparativement faible, de 2 à 3 p. 100 maximum, de même que les erreurs observées. Dans ce cas, l'allométrie peut être considérée comme suffisamment précise.

A partir d'une équation d'allométrie du type :

$$Y = aX^b \text{ ou } \log Y = \log A + b \log X$$

les coefficients (b) de croissance varient de 0,73 (groupe 5, maturité tardive) à 1,24 (groupe 1, maturité précoce) pour le sexe mâle et de 0,75 (groupe 5) à 1,09 (groupe 1) pour le sexe femelle (tabl. V). Le coefficient b (ou coefficient d'allométrie) est d'autant plus élevé que le caractère correspond à une croissance relative plus importante. Ce coefficient varie selon le caractère concerné et pour un même caractère, selon le sexe de l'animal. D'après Russell (26), les taux de croissance relatifs des différentes mesures corporelles ne peuvent pas être constants au cours de la croissance et une simple équation allométrique ne donnera pas une description non biaisée de croissance relative, à moins que les données soient réduites à une courte période ou que les caractères parviennent à maturité en même temps. C'est pourquoi on a mesuré, d'une part les caractères dans un intervalle régulier de 3 mois et, d'autre part, dans l'étape suivante, regroupé les caractères qui arrivent à maturité presque en même temps.

Principales sources de variation du poids

Si l'on compare le temps nécessaire pour arriver au poids adulte, en utilisant l'équation de Brody (4), au temps nécessaire pour atteindre la maturité corporelle (moyenne des pourcentages de maturité des 15 caractères), un certain écart apparaît : alors que cette durée s'élève respectivement à 21 et 28 mois pour 95 p. 100 et à 27 et 34

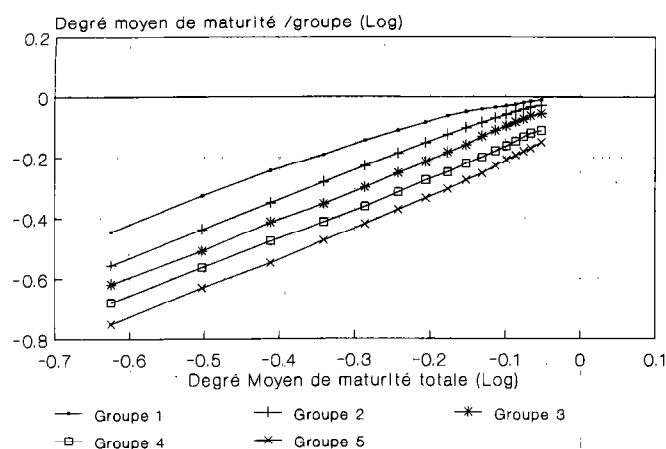
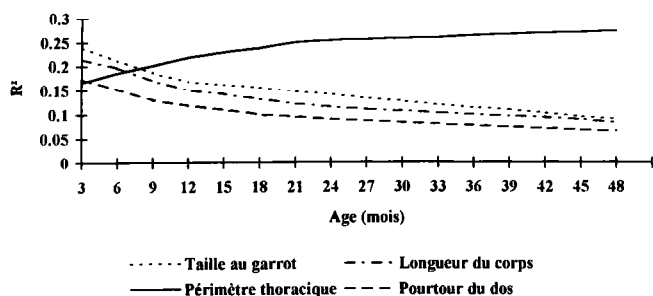


Figure 7 : Courbe allométrique du degré moyen de maturité des différents groupes chez les femelles dans la race Mehraban.

mois pour 98 p. 100 de maturité pondérale chez les femelles et les mâles, elle se réduit à 15 et 18 mois pour 95 p. 100 et à 22 et 25 pour 98 p. 100 de maturité corporelle. Le poids peut-il continuer à augmenter alors que la maturité corporelle est atteinte ? Premièrement, il s'agit de déterminer si les caractères retenus ont tous une incidence sur le poids, lesquels exercent un effet significatif, et quel temps est requis pour qu'ils arrivent à maturité. Les principales sources de variation du poids ont été calculées à cet effet. Deuxièmement, quand un animal arrive à maturité corporelle, un dépôt de graisse commence à se former. Le poids continue donc à augmenter bien que le développement maximal soit atteint. A partir du 15e mois dans la race Mehraban, la courbe de croissance de la graisse indique une accélération rapide (1).

Parmi les 15 caractères mesurés, les principales sources de variations du poids à tout âge sont la taille au garrot, la longueur du corps, le périmètre abdominal et le périmètre thoracique. L'importance relative de chaque caractère a été calculée en utilisant la régression multiple ajustée par la méthode des moindres carrés pour la part de la variation (variation phénotypique) par le coefficient de détermination (R^2). Les valeurs du coefficient de détermination (R^2) aux âges différents pour chacun des caractères ont été calculées séparément en utilisant la méthode décrite dans la partie Matériel et Méthodes. Les résultats selon les différents âges sont illustrés dans les figures 8 et 9.

Les résultats montrent que 0,24, soit 29,15 p. 100 et 0,25, soit 27,95 p. 100 des variations du poids à l'âge de 3 mois chez les mâles et les femelles respectivement s'expliquent par la taille. Elles diminuent avec l'âge pour atteindre 0,10, soit 12,78 p. 100 pour les mâles et 0,09, soit 9,75 p. 100 pour les femelles à 48 mois. En ce qui concerne la longueur du corps, cette variation s'élève à 0,21, soit 26,21 p. 100 et 0,23, soit 26,24 p. 100 pour les mâles et les femelles respectivement à l'âge de 3 mois, en diminuant graduellement pour atteindre 0,10, soit



R^2 total à 3 mois = 0,82

R^2 total à 48 mois = 0,70

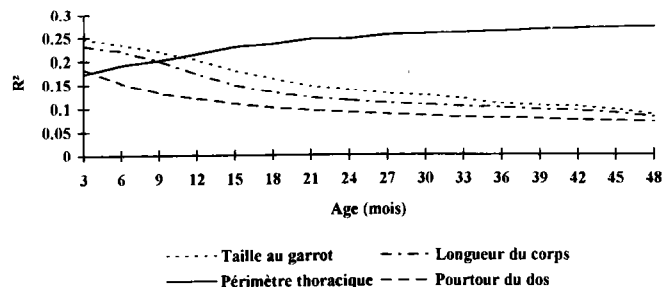
Figure 8 : Principales sources de variation du poids pour le sexe mâle dans la race Mehraban.

11,71 p. 100 et 0,08, soit 9,18 p. 100 pour les mâles et les femelles à l'âge de 48 mois. De même, la part de la variation du périmètre abdominal diminue de 0,17, soit 21,17 p. 100 et 0,18, soit 20,75 p. 100 à l'âge de 3 mois à 0,08, soit 9,36 p. 100 et 0,07, soit 8,03 p. 100 à 48 mois chez les mâles et les femelles respectivement. Par contre, la part de variation due au périmètre thoracique augmente avec l'âge. A l'âge de 3 mois, elle atteint 0,17, soit 20,35 p. 100 pour les mâles et 0,17, soit 19,61 p. 100 pour les femelles, tandis qu'elle est de 0,32, soit 38,66 p. 100 et 0,27, soit 31,18 p. 100 à l'âge de 48 mois (fig. 8, 9). Etant donné l'évolution des variations pondérales en fonction des différents caractères, il apparaît que le meilleur indicateur pour estimer le poids aux différents âges est le périmètre thoracique qui explique le mieux la variation de poids. Or, celui-ci se situe dans le groupe 5, à maturité tardive. Les caractères repris dans ce groupe arrivent à 95 p. 100 de leur maturité à 28-27 mois chez les mâles et les femelles, et à 98 p. 100 de celle-ci à 35 mois chez les mâles, 33 chez les femelles.

La relation entre le poids et les caractères qui l'influencent significativement (régression multiple du poids sur la taille au garrot, la longueur du corps, le périmètre abdominal et le périmètre thoracique), a été étudiée aux différents âges pour les sexes mâle et femelle. Les résultats de cette analyse sont donnés aux figures 10, 11, 12 et 13.

Corrélations phénotypiques entre le poids et les caractères mesurés

Les corrélations entre le poids d'une part, la taille au garrot, la longueur du corps et le périmètre abdominal d'autre part diminuent avec l'âge. En revanche, elles augmentent pour le périmètre thoracique (figure 14). La corrélation entre le poids et la taille est de 0,67 pour les mâles et les femelles à l'âge de 3 mois. Elle diminue continuellement jusqu'à l'âge de 48 mois pour atteindre 0,35. En ce qui concerne la longueur du corps, cette corrélation s'élève à 0,62 à l'âge de 3 mois, en diminuant graduellement pour atteindre 0,30 à l'âge de 48 mois. De même, la corrélation entre le poids et le périmètre abdominal qui est de 0,48 à 3 mois diminue à 0,20 à 48 mois,



R^2 total à 3 mois = 0,88

R^2 total à 48 mois = 0,87

Figure 9 : Principales sources de variation du poids pour le sexe femelle dans la race Mehraban.

mais la corrélation entre le poids et le périmètre thoracique augmente avec l'âge. A 3 mois, cette dernière atteint 0,45 pour les femelles, tandis qu'elle est de 0,71 à 48 mois. Cette corrélation élevée, signalée également par Fernandez-Abella (9), permet d'évaluer avec une relative précision le poids de l'animal aux différents âges sans avoir à le peser. Il faut noter qu'en matière de corrélation, aucune différence significative n'a été observée entre les deux sexes.

Mesure de la queue grasse

En Iran, les races ovines présentent un dépôt adipeux caudal (la queue grasse) avec une accumulation importante de graisse qui s'accroît avec le temps. La mesure de la longueur, de la largeur et de la circonférence de cette queue constitue un indicateur important de l'évolution relative de la graisse dont il existe d'autres dépôts, non mesurés dans cette étude. Les trois caractères susmentionnés ont été mesurés aux différents âges (tabl. VI). En ce qui concerne la circonférence de la queue, elle présente une accélération de croissance à partir de 12 mois, chez les deux sexes, mais de façon plus marquée chez les mâles que chez les femelles. Quant à la longueur, la courbe révèle la même évolution, mais à partir de 15 mois. En revanche, sa largeur augmente de 12 à 24 mois puis le gain diminue significativement. Ces résultats ont été comparés avec les courbes établies à partir de l'équation de Brody (fig. 15, 16, 17). Celles-ci indiquent une décroissance constante pour les trois caractères, ce qui est infirmé par les observations empiriques. L'équation de Brody semble donc inadéquate dans ce cas. Une analyse plus approfondie est certes nécessaire, mais elle sortirait du cadre de cette étude.

DISCUSSION

La courbe de croissance relative permet une surveillance efficace de l'animal mais n'apporte aucun renseignement sur son développement corporel ni sur les modifications morphologiques. Par ailleurs, dans beaucoup de situations, des estimations suffisamment précises du format à

S.S. Bathaei

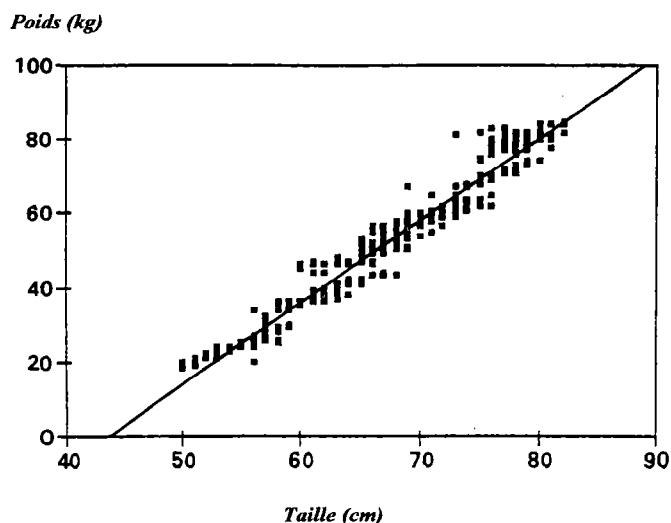


Figure 10 : Relation entre le poids et la taille pour le matériel animal global (mâle et femelle) dans la race Mehraban.

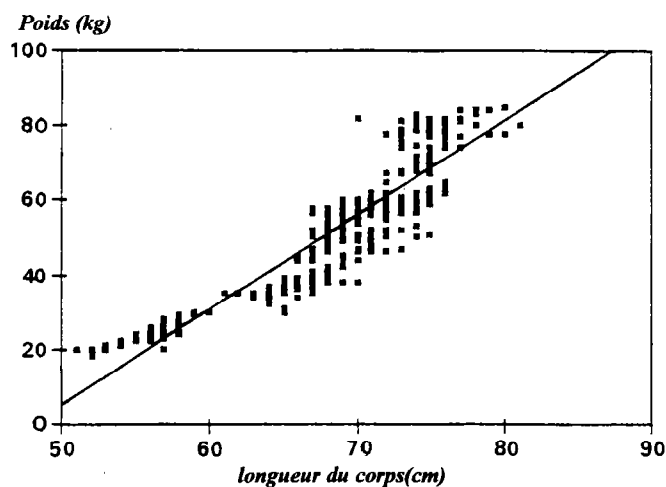


Figure 11 : Relation entre le poids et la longueur du corps pour le matériel animal global (mâle et femelle) dans la race Mehraban.

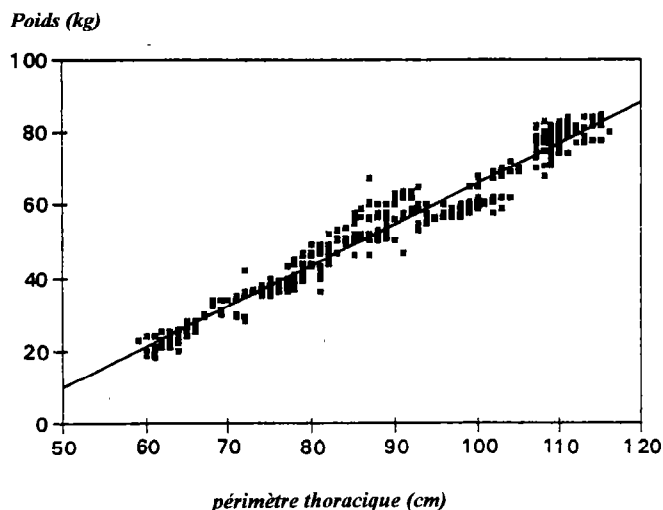


Figure 12 : Relation entre le poids et le périmètre thoracique pour le matériel animal global (mâle et femelle) dans la race Mehraban.

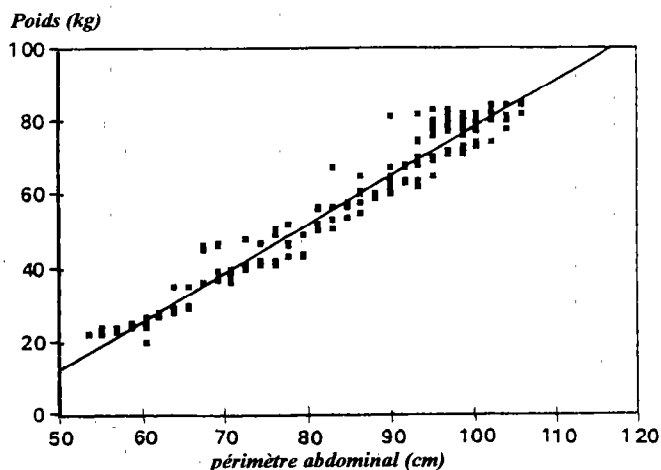


Figure 13 : Relation entre le poids et le périmètre abdominal pour le matériel animal global (mâle et femelle) dans la race Mehraban.

maturité peuvent être obtenues à partir du poids des animaux dont l'alimentation est abondante et qui ont un régime alimentaire constant, ce qui n'est pas toujours facile à réaliser. Si cette condition n'est pas remplie, il faut étudier alors un nombre important de paramètres du développement corporel (10, 26). Dans la pratique, le poids est fortement influencé par les facteurs de l'environnement. Il était donc intéressant d'étudier le développement corporel et ses relations avec le poids aux différents âges. Cet outil supplémentaire est beaucoup plus précis pour estimer la maturité d'un animal et élaborer un programme de sélection efficace.

Cette étude menée sur 7 années, a montré l'importance des effets du sexe sur tous les caractères mesurés, à tous les âges, tandis que le mode de naissance n'influence que

la taille au garrot, la longueur du corps, le pourtour du cou et le périmètre thoracique. L'âge de la mère à l'agnelage est un facteur déterminant sur le poids, la taille et la longueur du corps mais seulement avant sevrage (tabl. I). Ceci peut s'expliquer par le fait que le taux de croissance des agneaux dépend fortement de la production laitière maternelle. Or, l'âge de la brebis influence significativement cette production. Il est admis que les agnelles produisent moins de lait que les brebis adultes. Les agneaux issus des agnelles sont donc plus légers (3, 12, 14, 17, 18, 20, 34). Par ailleurs, les agnelles produisent des agneaux plus petits (1, 6) que les brebis adultes, mais ils compensent souvent ce retard à l'étape ultérieure de la croissance et la différence devient non significative.

Kazzal (16) a étudié l'effet du sexe, de l'année de nais-

TABLEAU VI
Développement de la queue grasse (cm) observé et estimé par l'équation de Brody
aux différents âges chez les mâles et femelles dans la race Mehraban

Caractère	Âge(en mois)										
	Naissance	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Mâle											
Circonférence											
observée	26,05	29,59	32,58	35,09	37,79	41,19	45,99	51,49	57,79	64,29	70,99
estimée (Brody)	26,05	31,06	36,01	39,48	42,46	45,02	47,18	49,04	50,64	52,01	53,05
Longueur											
observée	20,65	23,05	25,15	26,95	28,39	29,85	32,35	35,35	39,15	43,45	47,95
estimée (Brody)	20,65	24,05	26,50	28,35	29,88	31,23	32,33	33,18	33,88	34,43	34,85
Largeur											
observée	19,21	20,66	21,56	22,36	23,16	24,56	26,86	29,66	32,46	33,96	34,92
estimée (Brody)	19,21	23,01	27,01	27,91	28,79	30,19	32,49	35,29	38,09	29,32	30,28
Femelle											
Circonférence											
observée	25,29	28,19	30,66	32,76	34,75	37,46	40,66	44,46	49,26	54,55	60,05
estimée (Brody)	25,29	30,49	34,74	38,03	40,85	43,25	45,25	46,92	48,30	49,42	50,35
Longueur											
observée	19,77	21,67	23,37	24,87	26,07	27,07	28,57	30,47	33,17	36,37	40,17
estimée (Brody)	19,77	22,47	24,47	25,82	26,83	27,70	28,40	28,90	29,25	29,45	29,63
Largeur											
observée	16,94	18,15	19,25	20,15	21,05	22,25	24,25	26,55	29,15	31,16	33,05
estimée (Brody)	16,94	20,24	22,64	24,29	25,51	26,28	26,78	27,13	27,35	27,50	27,55

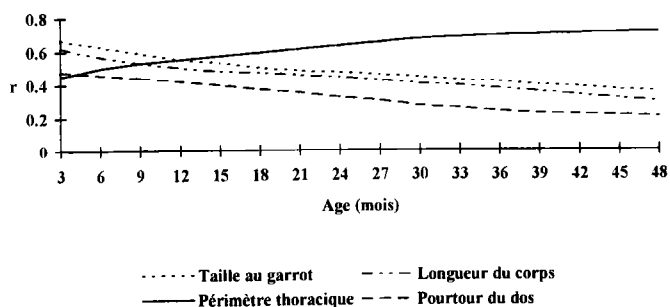


Figure 14 : Corrélations entre le périmètre thoracique, la taille, la longueur du corps, le périmètre abdominal et le poids entre 3 et 48 mois dans la race Mehraban.

sance, de l'âge de la mère et du mois de naissance sur le développement corporel de la race Awassi aux différents âges. Selon lui, les agneaux nés simples sont plus grands pour tous les caractères mesurés que les agneaux de naissance double et l'âge de la mère n'a qu'un effet significatif que sur la taille et la longueur du corps. Wiener et Hayter (33) ont trouvé des effets significatifs du sexe, du mode du naissance et de l'âge de la mère sur les 6 caractères mesurés dans les races Blackface et Cheviot. Juma *et al.* (15) ont signalé l'effet significatif du mode de naissance sur la taille et la longueur du

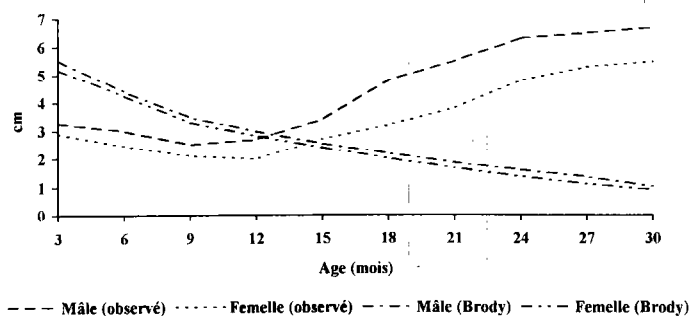


Figure 15 : Croissance relative de la circonférence de la queue grasse de la naissance à 30 mois chez les mâles et femelles dans la race Mehraban.

corps dans la race Awassi. De même, Farid et Makarechian (8) ont signalé l'influence significative des mêmes effets sur la taille, la longueur du corps et le périmètre thoracique dans 5 races iraniennes. Mais, contrairement aux résultats obtenus par Kazzal (16) et Epstein (7), l'année de naissance n'influence pas les caractères étudiés, à l'exception du périmètre thoracique.

Le choix du format optimal pour une étape de croissance ultérieure dans un programme de sélection pour la production de viande, nécessite la connaissance des facteurs économiques et environnementaux ainsi que des

S.S. Bathaei

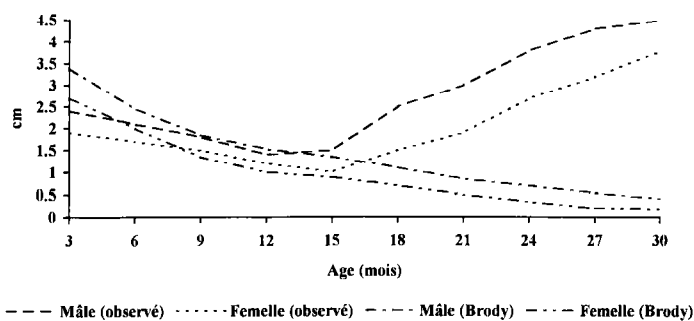


Figure 16 : Croissance relative de la longueur de la queue grasse de la naissance à 30 mois chez les mâles et femelles dans la race Mehraban.

modos d'élevage. Par ailleurs, le temps nécessaire pour atteindre la maturité de certains caractères importants dans la production de viande est un élément économique déterminant dans le choix du format corporel. Les mesures du développement corporel établies pour déterminer le format de maturité finale ont permis d'identifier les caractères précoces et tardifs. La plupart des caractères qui tendent à être plus matures à la naissance ont tendance à se maintenir ainsi jusqu'à la maturité finale. Cette tendance a aussi été signalée par Stobart *et al.* (28). Les résultats obtenus ne correspondent que partiellement à ceux de Wiener et Hayter (33), étant donné que la race joue un rôle important dans la maturité finale et le temps nécessaire pour l'atteindre. Par exemple, Weiner et Hayter (33) ont étudié la maturité chez les races Cheviot, Blackface, Welsh Mouton, Lincoln et Southdown et ils ont signalé une différence de 4 à 6 mois de la maturité finale dans ces races. La différence en degré de maturité entre les races et entre les sexes a été signalée également par McClelland *et al.* (19) dans les races Souy, Finish Landrace, Southdown ainsi que par Gailli (11) dans les races à queue grasse Awassi, Najdi et Hejazi. Selon Taylor *et al.* (29), les races à petit format sont génétiquement plus adéquates sous les climats chauds et secs présentant de grandes variations saisonnières dans les pâturages. Dans ces conditions, elles atteignent plus rapidement la maturité que les grands formats. Ainsi, pour atteindre la productivité optimale à partir du critère du format corporel, il faut : premièrement, choisir le meilleur format à maturité en fonction de l'environnement, du système d'élevage et des facteurs commerciaux, pour un type de production donné ; deuxièmement, dans une population sélectionnée, déterminer les caractères prioritaires en fonction du type de production.

Un autre aspect intéressant est le changement de répartition organique du corps. A l'approche de la maturité, celle-ci se modifie du fait que la proportion de graisse augmente continuellement. Cet effet a été clairement observé ici en ce qui concerne la queue grasse. Une étude précédente concernant le rendement de l'abattage dans la race Mehraban (1), indique également que le poids de la queue grasse augmente avec l'âge, ainsi que son pourcentage par rapport au poids de la carcasse.

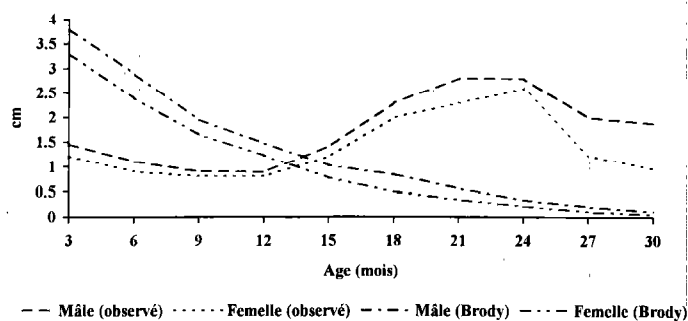


Figure 17 : Croissance relative de la largeur de la queue grasse de la naissance à 30 mois chez les mâles et femelles dans la race Mehraban.

Une proportion importante de la graisse corporelle totale est alors accumulée à cet endroit allant de 40 à 45 p 100. Elle ne contribue pas à valoriser la carcasse. Par ailleurs, est supérieure à celle signalée par Gailli (11) dans les races à queue grasse Awassi (33 p. 100), Najdi et Hejazi (25 p. 100). Le rendement le plus élevé se situe entre 12 et 18 mois et l'accumulation de graisse s'accélère dans cette période. De toute façon, il est préférable d'abattre les animaux vers 12 mois pour éviter un taux de graisse trop élevé.

Un autre élément important dans l'étude du format corporel est l'incidence de l'ingestion alimentaire. Selon Robertson (25), celle-ci augmente jusqu'à sa valeur de maturité bien qu'elle puisse atteindre son maximum avant d'amorcer une légère baisse. En mesurant le rendement (ou efficacité) comme le rapport du gain total de poids sur l'ingestion alimentaire totale, on constate que ce rapport baisse de façon continue avec le temps. Par ailleurs, quand un animal est proche de la maturité, il utilise une proportion progressivement plus élevée des aliments ingérés pour maintenir son poids (32). De plus, le niveau d'ingestion alimentaire, l'efficacité de la nutrition et par conséquent la croissance de l'animal, sont largement fonction de son format à maturité. Dans les études qui incluent des races de formats différents, le même poids peut refléter des différences significatives dans les degrés de maturité (31). En ce qui concerne l'efficacité dans l'ingestion alimentaire selon les sexes, Thompson *et al.* (32) ont constaté que les brebis maintiennent leur poids à maturité à moindre coût que les béliers. Cet aspect n'a pas été étudié plus précisément pour la race Mehraban.

CONCLUSION

Pour déterminer le format adulte et l'âge auquel il est atteint, il convient de mesurer des caractères tels que la taille au garrot, qui sont peu influencés par le milieu et dont le rapport avec le poids diminue avec l'âge. Les résultats montrent que la plupart des caractères mesurés évoluent indépendamment des modifications pondérales, ce qui permet de définir de bons indicateurs de croissance.

ce corporelle. En ce qui concerne le poids à maturité, étant donné que le poids est influencé par de nombreux facteurs, il faut choisir les caractères qui évoluent simultanément à tous les âges. Parmi ceux-ci, le plus fiable est le périmètre thoracique. Or, dans certains modes extensifs d'exploitation, notamment chez les tribus nomades, il est impératif d'obtenir les données indispensables de la façon la plus simple possible. Certaines mesures linéaires comme celle du périmètre thoracique sont à cet égard nettement plus faciles à acquérir que la pesée, tout en étant aussi rigoureuses du point de vue zootechnique.

Enfin, différentes méthodes peuvent être employées pour mesurer la maturité. Celles de Brody (4) ou de Russell (26) semblent bien convenir. Dans le cas où l'allométrie est utilisée pour diminuer les erreurs prévisibles, il faut que l'intervalle entre les mesures soit le plus réduit possible. L'aspect génétique, en ce qui concerne l'héritabilité et les corrélations génétiques entre les caractères mesurés dans le cadre du développement corporel, sera présenté ultérieurement.

Bibliographie

1. BATHAEI S.S., 1993. Amélioration génétique de la race ovine Mehraban dans le cadre du développement des productions animales en Iran. Thèse doct., Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique.
2. BATHAEI S.S., LEROY P.L., 1994. Lamb growth performance and factors affecting body weight of Iranian fat tailed Mehraban breed of sheep. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 47 (1): 113-116.
3. BHAT P.N., KOUL G.L., KOUL S.K., KUMAR R., GARG R.C., 1981. Factors affecting body weight and growth rate of Awassi lambs. *J. Agric. Sci. Camb.*, 97: 449-452.
4. BRODY S., 1945. Bioenergetic and growth. New-York, USA, Reynold Publishing Corporation.
5. CODY R.P., SMITH J.K., 1991. Applied statistics and SAS programming language, 3rd edn. New Jersey, USA, Prentice-Hall Inc.
6. DYRMUNDSSON O.R., 1973. Puberty and early reproductive performance in sheep. I. Ewe lambs. *Anim. Breed. Abstr.*, 41: 273-289.
7. EPSTEIN H., 1985. Awassi sheep. Rome, Italy, FAO. (FAO Animal Production and Health and Paper. No. 57).
8. FARID A., MAKARECHIAN M., 1977. A study on body weight and measurements of some fat-tailed Iranian sheep breeds. I. Some source of variation affecting body weight and measurement of Karakul, Mehraban, Naeini, Ghezal and Bakhtiari ewes. *Iran. J. agric. Res.*, 5 (1): 55-77.
9. FERNANDEZ-ABELLA D.H., 1986. Genetic and phenotypic correlations and heritabilities of conformations and fleece weight in Polwarth (Ideal) sheep. *Archos Zootechnia*, 35: 31-40.
10. FITZHUNG H.A., 1977. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J. Anim. Sci.*, 42: 1036-1051.
11. GAILI E.S.E., 1992. Breed and sex differences in body composition of sheep in relation to maturity and growth rate. *J. agric. Sci. Camb.*, 118: 121-126.
12. GUNN R.G., 1986. A note on the comparative reproductive performance of Friesland x North Country Cheviot and North Country Cheviot ewes on two levels of pasture prior to mating. *Anim. Prod.*, 42: 287-289.
13. HARVEY W.R., 1985. Mixed model least-squares and maximum likelihood computer program. User's guide for LSMLMW. USA, Ohio State University, Department of Dairy Science.
14. JONMUNDSSON J.V., 1977. A study of data from the sheep recording associations in Iceland. *J. agric. Res. Iceland*, 9: 31-42.
15. JUMA K.H., FARAJ M., ELIYA J., AL-AUBAIDY K., 1969. Studies on growth in Awassi sheep. *Indian J. Anim. Sci.*, 39 (6): 503-512.
16. KAZZAL N.T., 1973. Evaluation of some genetic and environment factors affecting growth and development in Awassi sheep in Iraq. Ph.D. thesis, University of Tennessee, U.S.A.
17. LAND R.B., RUSSELL W.S., DONALD H.P., 1974. The litter size and fertility of Finnish Landrace and Tasmania Merino sheep and their reciprocal crosses. *Anim. Prod.*, 18: 265-271.
18. MAKARECHIAN M., FARID A., SEFIDBAKHT N., 1982. Cross-breeding of Iranian fat-tailed sheep. VI. Reproductive performance and lamb production in Karakul, Mehraban and Naeini breeds. *Iran. agric. Res.*, 1 (1): 1-15.
19. McCLELLAND T.H., BONAITI B., TAYLOR C.S., 1976. Breed differences in body composition of equally mature sheep. *Anim. Prod.*, 23: 281-293.
20. NÄSHOLM A., DANELL Ö., 1990. Growth and mature weight of Swedish Finewool Landrace ewes. *Acta Agric. scand.*, 40: 71-81.
21. PRUD'HON M., 1976. Croissance, engraissement et qualité des carcasses d'agneaux et de chevreaux. La croissance globale de l'agneau : ses caractéristiques et ses lois. In : 2e journées de la recherche ovine et caprine, INRA, ITOVIC, 1er-2 décembre 1976. Paris, France, ITOVIC-SPEOC, p. 6-26.
22. PRUD'HON M., 1985. Phénomènes de croissance. *Revue Elev. ovin*, 329:17-20.
23. REISS M.J., 1989. The allometry of growth and reproduction. Cambridge University Press.
24. RICORDEAU G., BOCCARD R., 1961. Relations entre la quantité de lait consommé par les agneaux et leur croissance. *Annls Zootech.*, 10 (2) : 113-125.
25. ROBERTSON A., 1980. Genetic aspects of growth. In: World Cong. on sheep and beef cattle breeding in New Zeland, Massey University, New Zealand, Nov. 3-5 1980, p. 427-437.
26. RUSSELL W.S., 1975. The growth of Ayrshire cattle: an analysis of linear body measurements. *Anim. Prod.*, 21: 217-226.
27. SAS Institute Inc., 1985. SAS User's guide; Statistics. Cary, USA, SAS Institute Inc.
28. STOBART R.H., BASSETT J.W., CARTWRIGHT T.C., BLACKWELL R.L., 1986. An analysis of body weights and maturing patterns in western range ewes. *J. Anim. Sci.*, 63 (3): 729-740.
29. TAYLOR C.R., CALDWELL S.L., ROWNTREE V.J., 1972. Running up and down hills: some consequences of size. *Science N.Y.*, 178: 1096-1097.
30. TAYLOR C.S., 1980. Genetically standardized growth equations. *Anim. Prod.*, 30:167-175.
31. THOMPSON J.M., PARKS J.R., 1983. Food intake, growth and body composition in Australian Merino and Dorset Horn sheep. *Anim. Prod.*, 36: 471-479.
32. THOMPSON J.M., PARKS J.R., PERRY D., 1985. Food intake, growth and body composition in Australian Merino sheep selected for high and low weaning weight. 1. Food intake, food efficiency and growth. *Anim. Prod.*, 40: 55-70.

33. WIENER G., HAYTER S., 1974. Body size and conformation in sheep from birth to maturity as affected by breed, crossbreeding, maternal and other factors. *Anim. Prod.*, 19: 47-65.

BATHAEI (S.S.). Growth and body development from birth to maturity in the Mehraban Iranian fat-tailed sheep. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 181-194

The growth of 15 linear body measurements in Mehraban Iranian fat-tailed sheep was analysed by least-squares method. Between 1984 and 1990, measurements concerning 1,238 Mehraban sheep were taken at 3-monthly intervals from 3 to 48 months of age. The effects of sex, type of birth, year of birth and age of dam on body weight and 15 measurements were studied. Only sex significantly influenced all the body measurements at different ages. Growth curves were established using the mean values at 16 different ages. The estimated degrees of maturity at 98 % were 25 and 22 months for males and females, respectively. The application of allometry to the measurements is examined as means of plotting the curves with greater accuracy. Among the 15 characteristics measured, wither height, body length, back circumference and chest circumference were the most significant sources of weight variation, while chest circumference was the best indicator of the weight variations at different ages. The other factors evolve almost independently of weight.

Key words: Mehraban sheep - Growth - Weight gain - Maturity - Body measurement - Iran.

34. WRIGHT L.A., THRIFT F.A., DUTT R.H., 1975. Influence of ewe age on productive characters of Southdown sheep. *J. Anim. Sci.*, 41 (2): 517-521.

BATHAEI (S.S.). Crecimiento y desarrollo corporal del nacimiento a la madurez en la raza iraní de ovinos Mehraban. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 181-194

El crecimiento de 15 medidas corporales lineares en la raza iraní de ovinos Mehraban, fue analizado mediante el método de la regresión. Se tomaron a intervalos de 3 meses las medidas correspondientes a 1 238 animales, de 3 a 48 meses de edad, entre 1984 y 1990. Se estudiaron los efectos del sexo, del tipo de parto, del año de nacimiento y de la edad de la madre sobre el peso, así como sobre las 15 características medidas. El sexo es el único factor que presenta una influencia sobre todos los caracteres, a cualquier edad. Las curvas de crecimiento se establecieron con precisión en base a los valores promedio a 16 edades diferentes. La estimación a 98 p. 100 del grado de madurez es de 25 a 22 meses para machos y hembras respectivamente. La aplicación de la alometría a las características medidas se estudió con el objeto de establecer curvas de crecimiento más exactas. La latura a la cruz y la longitud corporal, así como los perímetros abdominal y torácico, representan mejor las variaciones del peso. Entre estas características, el perímetro torácico es el mejor indicador de estas variaciones a las diferentes edades. En cuanto a los otros factores, evolucionan de manera casi independiente al peso.

Palabras clave : Ovino Mehraban - Crecimiento - Ganancia de peso - Madurez - Medición del cuerpo - Irán.

Croissance pré-sevrage des agneaux et productivité en milieu traditionnel soudano-sahélien au Mali

T. Niaré¹

NIARÉ (T.). Croissance pré-sevrage des agneaux et productivité en milieu traditionnel soudano-sahélien au Mali. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 195-202

Les performances pondérales moyennes des agneaux de cette zone soudano-sahélienne, $2,71 \pm 0,12$, $6,32 \pm 0,27$, $9,52 \pm 0,41$, $12,23 \pm 0,54$, $14,74 \pm 0,68$ et $17,18 \pm 0,98$ kg respectivement, à la naissance, à 30, 60, 90, 120 et 150 jours, sont confrontées à celles observées dans d'autres troupeaux ovins africains. Les GMQ moyens varient de $120,20 \pm 7,80$ g/j. à $62,04 \pm 8,60$ g/j. suivant l'intervalle considéré durant la période pré-sevrage. Bien qu'expression de leurs potentiels génétiques, ces performances sont aussi dépendantes des facteurs non génétiques dont le troupeau constitue le plus marquant. Il détermine en effet près de 50 p. 100 de la variabilité totale des poids et vitesses de croissance. Enfin, outre la grande variabilité phénotypique inter-individus, la faible corrélation entre les GMQ₀₋₃₀ et GMQ₃₀₋₆₀ paraît indiquer une étape probable de changement du régime alimentaire des agneaux entre 30 et 60 jours d'âge. La productivité globale du troupeau est estimée à deux étapes cruciales de l'élevage des animaux : la naissance et le sevrage. A la naissance, elle est de 4,56 kg et 4,67 kg respectivement pour les troupeaux I et II. Au sevrage, ces valeurs respectives sont accrues d'un facteur multiplicatif de 4,32 et 6. Les valeurs moyennes de la productivité individuelle sont de 30,72, 0,98 et 2,31 kg respectivement pour les indices 1, 2 et 3. Leurs variabilités tiennent surtout à l'influence des facteurs sexe, numéro de la portée et année de naissance. Une prise en compte de ces éléments constitue un gage pour l'accroissement de la productivité des animaux et, en conséquence, celle des troupeaux.

Mots clés : Ovin - Agneau - Croissance - Productivité - Zone soudano-sahélienne - Mali.

INTRODUCTION

L'élevage est un secteur vital de l'économie malienne. Parmi les espèces élevées, les petits ruminants jouent un rôle considérable. En effet, non seulement ils fournissent une bonne partie des protéines animales nécessaires aux populations rurales et urbaines mais aussi ils constituent une source non moins importante dans le processus de consolidation de l'épargne de l'éleveur malien dans la reconstitution de son cheptel bovin. Ils représentent une part non négligeable du produit intérieur brut dû au secteur bétail-viande. Les petits ruminants jouent également un rôle social très important à l'occasion des fêtes socio-culturelles (mariage, baptême, circoncision, décès) ou des cérémonies religieuses.

Malgré cette importance socio-économique qui perdure et s'intensifie, ce n'est qu'après la sécheresse, et plus exactement au début des années 1980, que les petits

ruminants ont fait l'objet de programmes de recherche au Mali, d'abord avec le Centre international pour l'élevage en Afrique (CIPEA) (14) et tout récemment au sein de l'Institut d'économie rurale (IER). Ces études sont toutefois loin de couvrir les diverses zones agro-écologiques du Mali.

Les productions animales, objectif primordial des activités des pasteurs et agro-pasteurs, méritent une attention particulière eu égard au déficit croissant en protéines animales généré par l'accroissement démographique des trois dernières décennies. Par le passé, l'introduction d'animaux exotiques en vue d'accroître la productivité des races ovines locales a souvent échoué dans les régions tropicales. Ainsi, cette étude a été entreprise dans le cadre de la recherche de voies d'amélioration de la productivité de l'élevage traditionnel d'ovins. Elle tente de fournir des informations complémentaires aux travaux réalisés par le CIPEA et en cours au sein de l'IER pour une meilleure connaissance de l'élevage ovin au Mali. Son objet est donc d'évaluer et d'analyser le potentiel de croissance des ovins en élevage traditionnel d'une part et, par combinaison des paramètres de production, d'estimer la productivité des animaux et des troupeaux.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel animal et mode de conduite

Deux troupeaux d'ovins élevés traditionnellement dans un village agro-pastoral en zone soudano-sahélienne ont fait l'objet d'un suivi régulier, périodique et continu sur deux cycles annuels. Le choix de ces troupeaux a été surtout motivé par la disponibilité et l'ouverture de leurs propriétaires au programme de recherche. Ils sont composés principalement de moutons Djallonké. Mais dans cette zone intermédiaire entre le 12 et le 14e parallèle, les types génétiques rencontrés peuvent être des croisés Djallonké du Sud avec les moutons Peul du Nord.

Elevés dans un système extensif, les animaux des troupeaux suivis recevaient souvent des compléments alimentaires constitués de fanes d'arachide et de niébé, de feuilles de *Ficus gnafalocarpa* (toro en nom vernaculaire bambara) et de *Pterocarpus erinaceus* (mguémi dans la même langue) à leur retour des pâturages. Cette distribution reste cependant irrégulière et les quantités distribuées par troupeau, bien que non évaluées, demeurent faibles. D'autres caractéristiques générales (structures,

1. IER/LHM, B.P. 47, Mopti, Mali.

Reçu le 31.5.1994, accepté le 30.8.1995.

T. Niaré

habitat, santé animale et techniques d'élevage et de production) de ces troupeaux ont été déjà décrites (8).

Méthodologie de collecte

De la naissance au sevrage, les pesées avaient lieu une fois par semaine jusqu'à trois mois d'âge et ensuite une fois par quinzaine jusqu'au sevrage, à 5 mois d'âge. La première pesée d'un agneau né durant le suivi avait lieu à un âge compris entre 1 et 6 jours. Les poids des animaux pesés pour la première fois à plus de 6 jours d'âge n'étaient pas retenus pour le calcul par extrapolation du poids à la naissance. Les limites maximales sont donc les poids à 6 et 13 jours.

Les pesées étaient faites à l'aide d'un peson à ressort, matériel très simple, commode et facilement maniable, d'une portée de 25 kg à 100 grammes près. Les poids observés étaient ensuite notés sur une fiche spéciale dite de "pesée". Outre cette information à la date de passage, on notait également le sexe de l'agneau, sa date de naissance, son mode de naissance ainsi que les informations relatives à sa mère (son numéro d'identification et le numéro de sa portée). Le troupeau d'appartenance de l'agneau était également noté.

Au total, 2 489 données élémentaires ont été collectées durant cette période au niveau de l'ensemble des troupeaux suivis. Elles ont ensuite fait l'objet d'une saisie sur un micro-ordinateur.

Variables zootechniques

A l'aide des poids observés à divers âges, des poids aux âges-types ont été calculés par interpolation linéaire et éventuellement extrapolation. Cette méthode a été préférée à celles utilisant la ligne de régression individuelle, générale ou spécifique intra-groupe d'animaux (6), à cause de sa simplicité de mise en œuvre mais surtout parce que l'intervalle (maximum 15 jours) entre poids successifs observés autorise l'hypothèse d'une linéarité de la croissance. Les variables calculées sont les poids mensuels de la naissance (P_0) jusqu'à 5 mois d'âge (P_{150}), et les gains moyens quotidiens (GMQ) sur différentes périodes mensuelles (0-30 j., 30-60 j., 60-90 j., 90-120 j., 120-150 j.).

Une analyse synthétique qui intègre des paramètres élémentaires (viabilité des jeunes, poids de la portée à la naissance et à 150 jours, intervalle entre mises bas, poids post-partum de la mère) est ensuite envisagée. L'intégration des composantes élémentaires procède du calcul des indices. Ceux-ci peuvent être évalués à deux niveaux distincts : globalement pour l'ensemble du troupeau et individuellement par femelle ayant mis bas.

Au niveau global, le calcul de l'indice a été fait sur une base annuelle à deux étapes cruciales de l'élevage des

animaux : la naissance et le sevrage. La formule utilisée est la suivante :

$$IPT = \frac{TP * TS * P * 365}{IEA}$$

avec IPT : indice de productivité du troupeau (voir (9)) ; TP : taille moyenne de la portée (1,04 et 1,15 pour les troupeaux I et II) ; TS : taux de survie (0,99 à la naissance, 0,79 et 0,83 au sevrage respectivement pour les troupeaux I et II) ; P : poids ; IEA : intervalle entre agnelages (223 et 240 jours pour les troupeaux I et II). Ces valeurs sont les résultats déjà consignés (7) du suivi de la reproduction des ovins dans les noyaux d'élevage.

Au niveau individuel, trois indices, tous exprimés en kilogrammes, ont été calculés d'après les formules qui suivent :

$$\text{Indice 1} = \frac{\text{poids total de la portée à 150j.} \times 365}{\text{intervalle entre agnelages}}$$

$$\text{Indice 2} = \frac{\text{poids post-partum de la mère}}{\text{Indice 1}}$$

$$\text{Indice 3} = \frac{\text{poids métabolique de la mère } P^{0,73}}{\text{Indice 1}}$$

Les indices 2 et 3 sont des variantes de l'indice 1. Ils l'expriment soit par kilogramme de poids post-partum de la mère, soit par kilogramme de son poids métabolique. Ces indices ont été calculés pour seulement 38 ou 37 femelles pour lesquelles les données étaient complètes. La présence d'une donnée manquante entraînait l'élimination de l'individu.

Méthodes d'analyse

Que ce soient les performances pondérales ou les indices de productivité individuelle, le traitement des données a porté essentiellement sur l'estimation des paramètres statistiques élémentaires (moyenne, écart-type, minimum, maximum et coefficient de variation) et l'analyse de variance. Cette dernière méthode a permis d'apprécier l'influence respective des facteurs de variation à l'aide d'un modèle croisé à effets fixes dont l'écriture mathématique est :

$$VAR_{ijklmn} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_l + \theta_m + E_{ijklmn}$$

où : VAR_{ijklmn} représente la variable zootechnique de l'individu n du i^e sexe, de la j^e portée, né simple ou double au cours de la l^e saison dans le m^e troupeau; α_i représen-

te l'effet fixé du i^e sexe de l'agneau (mâle, femelle) ; β_j celui du j^e numéro de la portée de sa mère ($j=1,6$) ; γ_k est l'effet fixé du k^e mode de naissance de l'agneau (simple, double) ; δ_l , l'effet fixé de la l^e saison de naissance de l'agneau (saison pluvieuse, saison sèche fraîche et saison sèche chaude) ; θ_m , effet fixé du m^e troupeau (I, II) ; E_{ijklmn} , effet aléatoire résiduel de moyenne nulle.

Les coefficients de corrélation phénotypique ont été également estimés entre variables de croissance pondérale.

RÉSULTATS

Croissance pondérale avant sevrage

Potentiel des agneaux

Les poids moyens des agneaux sont de $2,71 \pm 0,12$, $6,32 \pm 0,27$, $9,52 \pm 0,41$, $12,23 \pm 0,54$, $14,74 \pm 0,68$ et $17,18 \pm 0,98$ kg respectivement à la naissance, à 30, 60, 90, 120 et 150 jours (tabl. I). Les moyennes des vitesses de croissance diminuent avec l'âge, passant de $120,20 \pm 7,80$ g/j. durant les 30 premiers jours à $62,04 \pm 8,60$ g/j. entre 120 et 150 jours (tabl. II). Ces performances de croissance ont une variabilité inter-individus plus marquée que celle des poids. Les principaux facteurs ayant un effet statistiquement significatif sur les variables pondérales sont le sexe, le mode de naissance, le numéro de la portée et le troupeau (tabl. III). Suivant la performance pondérale, ces facteurs expliquent de 16 à 45 p. 100 de la variabilité totale.

Corrélations phénotypiques

Il existe de très fortes corrélations entre les poids espacés de 30 jours ($r \geq 0,70$) excepté entre le poids à la naissance et les autres poids aux âges fixes (tabl. IV). C'est seulement entre les GMQ_{0-30} et GMQ_{30-60} que l'on observe une corrélation modérée ($r = 0,51$) (tabl. V).

Productivité des animaux

L'indice de productivité du troupeau

A la naissance, les résultats obtenus sont de 4,56 kg pour le troupeau I et 4,67 kg pour le troupeau II. A cet âge, la taille de la portée est légèrement plus importante dans le troupeau II que dans le troupeau I avec une amplitude de 0,11. Cette différence de la taille de la portée fait que malgré l'intervalle entre agnelages élevé dans ce troupeau II, son indice de productivité égale celui du troupeau I. Au sevrage, l'indice de productivité du troupeau est de 19,71 et 27,74 kg respectivement pour les troupeaux I et II. Le taux de survie et le poids légè-

ment supérieurs dans le troupeau II, justifient sa meilleure productivité avec une différence de près de 40 p. 100.

Les indices de productivité individuelle

Les moyennes, écarts-types, minimum, maximum et coefficients de variation des indices 1, 2 et 3 sont inscrits dans le tableau VI. Les moyennes sont de 30,72, 0,98 et 2,31 kg respectivement pour les indices 1, 2 et 3. Leurs coefficients de variation, du même ordre de grandeur, varient sensiblement de 29,58 à 31,23 p. 100. Avec de tels coefficients de variation, ces indices paraissent très variables entre brebis.

Les sources de variation des différents indices sont consignées dans le tableau VII. Ce sont : le sexe sur les trois indices, le numéro de la portée sur l'indice 1, l'année de mise bas sur les indices 1, 2 et 3 mais de façon moins prononcée sur le premier indice. Le coefficient de détermination pour l'indice 1 est de 56 p. 100. En d'autres termes, les facteurs sexe, numéro de la portée et année de mise bas expliquent 56 p. 100 de la variance totale de cette variable. La moitié des variations des indices 2 et 3 est expliquée par les facteurs sexe et année de mise bas.

DISCUSSION

Croissance pondérale

Les performances pondérales observées dans ces troupeaux paraissent meilleures que celles observées dans d'autres élevages africains (tabl. I). L'interprétation de ces différences exige d'être prudent car elles peuvent être dues à des différences génétiques ou aux conditions d'élevage des animaux qui ne peuvent, en aucun cas, être strictement homogènes.

Le sexe influe uniquement sur les poids à la naissance et à 4 mois. Sur les vitesses de croissance, ce facteur n'influe que sur le GMQ_{90-120} ($p < 0,01$). Au cours de cette période, les mâles croissent plus vite de 21,22 p. 100 que les femelles. L'influence du sexe sur les performances de croissance pondérale apparaît comme un phénomène assez général signalé par beaucoup d'auteurs aussi bien chez les ovins (1, 3, 5, 11, 12) que chez les caprins (4). Elle s'exprime par un écart croissant entre mâles et femelles avec l'âge. Cependant, son influence moins marquée et plus limitée dans cette étude témoigne des conditions d'élevage particulièrement défavorables où l'expression des performances des animaux à fort potentiel, tels les mâles, semble réprimée. En d'autres termes, quand les conditions techniques sont défavorables, les animaux à faible potentiel sont moins pénalisés et s'expriment relativement mieux que ceux à fort potentiel.

Le déséquilibre d'effectifs entre nés simple et double, en raison de la faible prolificité des brebis des troupeaux suivis (7), rend difficile l'interprétation des effets mode de naissance, facteur signalé par des auteurs cités précé-

TABLEAU I
Résultats comparés des performances pondérales (en kg) à divers âges-types des ovins élevés en Afrique

Âges-types	Féya (Mali)	Côte d'Ivoire (système amélioré)	Côte d'Ivoire (système traditionnel)	Togo (station)	Rwanda (station)	Mozambique
Naissance	2,70 ± 0,12	1,92 ± 0,02		1,78 ± 0,62	2,59	2,5 ± 0,05
30 jours	6,32 ± 0,27	5,12 ± 0,34	4,65 ± 0,16	4,30 ± 1,10	6,10	
60 jours	9,52 ± 0,41	7,92 ± 0,69	6,62 ± 0,24			
90 jours	12,2 ± 0,05	10,15 ± 1,1	8,31 ± 0,30		11,60	12,5 ± 0,3
120 jours	17,74 ± 0,7	11,73 ± 1,4	9,99 ± 0,36	10,4 ± 2,5		
150 jours	17,18 ± 1,0	12,94 ± 1,6	11,41 ± 0,4		16,50	15,0 ± 0,4
Sources	La présente étude	(1)	(1)	(5)	(11)	(10)

TABLEAU II
Statistiques élémentaires des GMQ de la naissance au sevrage

	GMQ _{0-30 jours}	GMQ _{30-60 jours}	GMQ _{60-90 jours}	GMQ _{90-120 jours}	GMQ _{120-150 jours}
Moyennes et erreurs standard (g/j.)	120,20 ± 7,80	102,97 ± 7,21	88,07 ± 7,44	73,38 ± 7,13	62,04 ± 8,60
Coefficients de variation (p. 100)	35,86	37,90	44,00	45,73	48,60
Effectifs	117	112	104	85	47

TABLEAU III
Facteurs de variation et coefficients de détermination, R², des poids et vitesses de croissance des agneaux élevés en milieu traditionnel à Féya (Mali)

	Sexe	Numéro de la portée	Mode de naissance	Saison de naissance	Troupeau	R ² (p. 100)
P _{nais.}	**	*	**	**		20,00
P _{30 j}		**	**		**	37,14
P _{60 j}		**	**		**	33,49
P _{90 j}			**	*	**	28,04
P _{120 j}			**	*	**	37,29
P _{150 j}			**	**	**	45,54
GMQ _{0-30 j}			**		**	28,73
GMQ _{30-60 j}			**		**	16,37
GMQ _{60-90 j}				**	*	26,94
GMQ _{90-120 j}			*			20,00
GMQ _{120-150 j}				*		17,35

* p < 0,05 ; ** p < 0,01.

TABLEAU IV
Coefficients de corrélation phénotypique entre poids aux âges-types des ovins de Féya (Mali)

	P _{nais.}	P _{30 j}	P _{60 j}	P _{90 j}	P _{120 j}	P _{150 j}
P _{nais.}						
P _{30 j}	0,56 ± 0,19					
P _{60 j}	0,48 ± 0,20	0,90 ± 0,20				
P _{90 j}	0,39 ± 0,21	0,74 ± 0,21	0,89 ± 0,25			
P _{120 j}	0,42 ± 0,24	0,77 ± 0,24	0,87 ± 0,28	0,91 ± 0,27		
P _{150 j}	0,45 ± 0,29	0,77 ± 0,29	0,82 ± 0,3	0,85 ± 0,31	0,96 ± 0,31	

TABLEAU V
Coefficients de corrélation phénotypique entre vitesses de croissance des agneaux de Féya (Mali)

	GMQ _{0-30 j}	GMQ _{30-60 j}	GMQ _{60-90 j}	GMQ _{90-120 j}	GMQ _{120-150 j}
GMQ _{0-30 j}					
GMQ _{30-60 j}	0,51 ± 0,20**				
GMQ _{60-90 j}	0,16	0,23 ± 0,21*			
GMQ _{90-120 j}	0,04	0,17			
GMQ _{120-150 j}		-0,18	-0,20	-0,12	

* p < 0,05 ; ** p < 0,01.

TABLEAU VI
Statistiques élémentaires des indices de productivité individuelle des brebis de Féya (Mali)

	Indice 1	Indice 2	Indice 3
Moyennes et erreurs standard (kg)	30,72 ± 1,47	0,98 ± 0,05	2,31 ± 0,11
Coefficients de variation (p. 100)	29,58	31,23	29,87
Effectifs	38	37	37

TABLEAU VII
Carrés moyens des indices de productivité individuelle tirés des résultats de l'analyse de variance

Sources de variation	ddl	Indice 1	Indice 2	Indice 3
Troupeau	1	34,89	0,03	0,03
Sexe	1	249,69*	0,35*	1,84*
Mode de naissance	1	115,22	0,06	0,41
Numéro de la portée	5	142,93*	0,10	0,61
Année de mise bas	1	192,12**	0,31*	1,57*
Saison de mise bas	2	46,89	0,03	0,20
Variance résiduelle	36	52,08	0,06	0,33

* p < 0,05 ; ** p < 0,01.

demment comme influant sur les performances pondérales. Toutefois, la tendance générale (fig. 1) est conforme à celle observée par ailleurs avant le sevrage. Quoi qu'il en soit, l'influence de ce facteur tient surtout à la quantité limitée de lait disponible par tête d'agneau né multiple. A contrario, les nés simples, bénéficiant de conditions meilleures, expriment des performances supérieures à celles des nés multiples.

Le numéro de la portée de la brebis n'influe que sur les poids à la naissance et à 1 mois d'âge, contrairement aux résultats de Wilson et Murayi (15). Ces poids atteignent un maximum entre la troisième et la quatrième portée. L'influence de ce facteur, liée aux capacités physiologiques de la brebis, ne peut s'exprimer qu'aux moments où les agneaux sont sous la mère. L'absence de son effet au delà de 30 jours est un indice de rupture avec les conditions d'élevage sous la mère qui prévalent avant cet âge.

L'influence du troupeau est permanente sur les poids et vitesses de croissance. Ce facteur est la principale cause de variation des performances pondérales car sa contribution dans les variances expliquées est très importante (près de la moitié et souvent plus). L'écart de poids entre les deux troupeaux ne fait que s'accroître avec l'âge des agneaux, passant de 3 p. 100 à la naissance à 23 p. 100 au sevrage en faveur du second élevage (fig. 2). Cet écart croissant entre troupeaux n'est pas indépendant de leurs modalités d'entretien des animaux et traduit vraisemblablement un effet bénéfique de la complémentarité alimentaire qui serait plus marqué dans les troupeaux d'effectifs réduits.

Si il est possible de prédire les poids au delà de 90 jours à l'aide des poids à 30 ou 60 jours, en revanche, les vitesses

de croissance paraissent indépendantes. La faible part de variabilité du GMQ₃₀₋₆₀ explicable par le GMQ₀₋₃₀ exprime probablement un changement de régime alimentaire de l'agneau dès le second mois, hypothèse qui peut être mise en relation avec l'absence d'effet du facteur numéro de la portée de la brebis au delà de 30 jours d'âge.

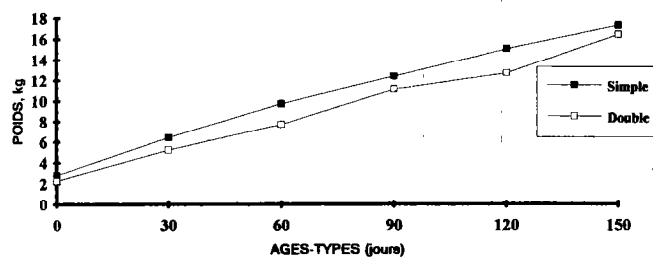


Figure 1 : Courbes moyennes de croissance des agneaux suivant leurs modes de naissance.

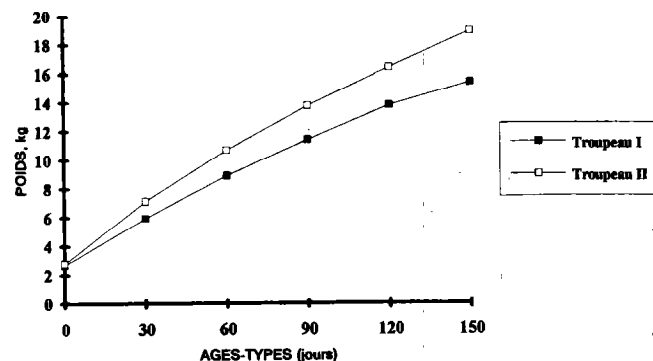


Figure 2 : Courbes moyennes de croissance des agneaux par troupeau d'appartenance.

T. Niaré

Productivité

L'indice de productivité du troupeau I à la naissance est accru d'un facteur multiplicatif de 4,32 au sevrage. Ce coefficient multiplicateur est de 6 pour le troupeau II.

Dans le cas où la taille de la portée, le taux de survie et le poids demeurent inchangés, l'indice de productivité du troupeau est une fonction inverse de l'intervalle entre agnelages. Ainsi donc, plus cette variable est élevée moins l'indice est élevé. Cependant dans cette étude, le troupeau ayant l'indice de productivité le plus élevé au sevrage est aussi celui dans lequel l'intervalle entre agnelages est le plus élevé. Cette productivité élevée du troupeau II est due aux différences entre les tailles de la portée, les taux de survie et surtout celles des poids à 150 jours. Cette bonne productivité du troupeau II semble liée à son effectif restreint où le moindre apport de compléments alimentaires est davantage bénéfique que pour un troupeau de taille élevée.

La valeur moyenne de l'indice 1 estimée dans cette étude est plus élevée que celles estimées par Wilson et Murayi (15) pour le mouton à queue grasse du Rwanda. Elle est meilleure aussi que celle des ovins élevés dans les systèmes d'élevage améliorés en Côte d'Ivoire (2). Des races ovines Mozambicaines (11) et Soudanaises (13) offrent également une moindre productivité que les ovins élevés à Féya. Cette supériorité pour les ovins maliens n'exclut cependant pas une variabilité entre zones agro-écologiques du Mali en relation avec la diversité biologique des types génétiques. Cette meilleure productivité des ovins de Féya ne serait pas indépendante de la bonne performance pondérale des agneaux avant le sevrage.

Si dans cette étude l'effet sexe a été appréhendé dans le modèle, les études réalisées, au Rwanda (15), sur des ovins élevés dans les systèmes de production améliorés en Côte d'Ivoire (2) et au Mozambique (11) n'ont pas pris en compte l'influence de ce facteur. L'influence significative du sexe sur les indices 1, 2 et 3 traduit dans cette étude une supériorité plus marquée des mâles (tabl. VIII) due au fait qu'ils sont plus lourds et croissent plus vite que les femelles surtout entre 90 et 120 jours.

Dans leur analyse des caractéristiques de production des moutons à queue grasse du Rwanda, Wilson et Murayi (15) ont trouvé un effet significatif du type de parturition de la brebis plutôt que l'effet mode de naissance. Pour les ovins de Côte d'Ivoire, Armbruster *et al.* (2) ont surtout analysé l'effet d'une combinaison sexe x mode de naissance. Dans ces deux cas, les facteurs analysés ont un effet significatif sur les indices de productivité 1, 2 et 3.

Dans les troupeaux de Féya, l'indice de productivité 1 est plus élevé de 25 p. 100 pour les nés simples que pour les nés multiples sans pour autant que cette différence soit statistiquement significative (tabl. VIII). La faiblesse des effectifs n'autorise vraisemblablement pas la signification statistique d'un tel écart.

TABLEAU VIII
Moyennes des moindres carrés des indices de productivité individuelle (en kg) pour les niveaux des principaux facteurs de variation (sexe, numéro de la portée, mode de naissance et année de mise bas)

Sources de variation	Indice 1	Indice 2	Indice 3
Sexe			
mâles	31,87	1,04	2,44
femelles	25,30	0,79	1,88
Numéro de la portée			
1	21,92	0,76	1,77
2	27,56	0,91	2,14
3	36,23	1,14	2,70
4	29,71	0,91	2,18
5	27,07	0,84	1,99
6	29,04	0,91	2,18
Mode de naissance			
simple	31,75	0,99	2,35
multiple	25,42	0,84	1,98
Année de mise bas			
1989	31,68	1,04	2,44
1990	25,50	0,79	1,88

L'influence du numéro de la portée sur l'indice de productivité 1 se traduit par une augmentation progressive jusqu'à la 3^e portée (tabl. VIII). La valeur de l'indice diminue ensuite. Bien qu'ils observent une influence significative de ce facteur sur l'indice 2 et moins prononcée sur l'indice 3, Wilson et Murayi (15) notent une baisse progressive de ces indices de productivité dès le 1^{er} agnelage. Ce phénomène serait dû, selon ces auteurs, au fort taux de mortalité des agneaux nés des brebis âgées et à un intervalle entre agnelages plus allongé chez celles-ci. L'augmentation progressive de l'indice de productivité 1 observée dans cette étude traduit l'efficacité croissante de la lactation et donc une bonne croissance pondérale des agneaux. D'autres auteurs n'ont observé aucun effet significatif du facteur âge de la brebis à l'agnelage sur aucun des indices (2, 13).

En conformité avec cette étude, tous les auteurs s'accordent sur l'influence de l'année de mise bas sur les indices de productivité (2, 11, 13, 15). Les meilleurs indices au niveau des troupeaux de Féya sont observés avec les mises bas de 1989 vraisemblablement à cause des meilleures conditions alimentaires offertes aux animaux cette année-là.

CONCLUSION

Etudes réalisées en milieu villageois dans des élevages purement traditionnels, ces résultats traduisent le niveau de production et de productivité des animaux dans un tel système.

Les performances zootechniques exprimées sont sous la dépendance de facteurs génétiques et non génétiques environnementaux. L'influence de ces derniers détermine l'expression du potentiel génétique et leur analyse autorise l'identification des contraintes.

Le potentiel de croissance des ovins élevés à Féya présente une très grande variabilité phénotypique qui pourrait avoir une composante génétique vraisemblablement non négligeable. Des possibilités d'amélioration de ces performances pourraient alors être envisagées par voie de sélection - une sélection qui prendrait en compte la très grande hétérogénéité des conditions d'élevage intertroupeaux. Quoi qu'il en soit, les possibilités d'amélioration rapide de ces performances demeurent aujourd'hui dans une bonne gestion du troupeau qui conciliera les besoins nutritionnels des animaux avec les disponibilités fourragères. Bien que la gestion des ressources fourragères constitue la pierre d'achoppement dans les élevages tropicaux, une amélioration des conditions alimentaires se traduit le plus souvent par de meilleures performances zootechniques.

En dépit des conditions d'élevage relativement précaires, les ovins élevés à Féya présentent des performances pondérales satisfaisantes par rapport à celles observées ailleurs en Afrique. Cette relativement bonne croissance de ces animaux expliquerait aussi leur meilleure productivité sans toutefois préjuger de l'importance relative des facteurs génétiques et environnementaux dans leurs déterminismes. L'évaluation et l'analyse des performances demeurent une étape nécessaire pour l'identification des contraintes liées au développement des productions animales dans les conditions traditionnelles. En cela, l'auteur rejoint l'esprit de l'étude sur la variabilité de la croissance des veaux et jeunes bovins de la Côte d'Ivoire (10).

Remerciements

Les remerciements de l'auteur vont à la Fondation internationale pour la science qui a financé cette recherche, et à J.-P. Poivey de l'INRA Toulouse (France), pour ses observations critiques qui ont permis d'améliorer la qualité du texte.

Bibliographie

1. ARMBRUSTER T., PETERS K.J., HADJI THOMAS A., 1991. Production ovine en zone humide de l'Afrique : Développement pondéral et poids vifs des ovins dans des troupeaux améliorés et traditionnels en Côte d'Ivoire. *J. Anim. Breed. Genet.*, 108: 210-219.
2. ARMBRUSTER T., PETERS K.J., HADJI THOMAS A., 1991. Production ovine en zone humide de l'Afrique : mortalité et productivité du mouton dans le système de production contrôlée en Côte d'Ivoire. *J. Anim. Breed. Genet.*, 108: 220-226.
3. BLACKBURN H.D., FIELD C.R., 1990. Performance of Somali Blackhead sheep and Galla goats in northern Kenya. *Small Rum. Res.*, 3: 539-549.
4. DJIBRILLOU OUMARA A., 1989. Facteurs influant les poids à âges-types des chèvres rousses de Maradi en station au Niger. *In: Wilson R.T. and Azeb M. eds, African small ruminant research and development. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA*, p. 524-535.
5. HADZI Y.N., 1989. Facteurs de variation de mortalité et de croissance des agneaux Djallonké au centre d'appui technique de Kolokoïpe au Togo. *In: Wilson R.T. and Azeb M. eds, African small ruminant research and development. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA*, p. 496-509.
6. NIARÉ T., 1986. Simplification du protocole de pesées des agneaux en ferme. Thèse doct. ingénieur, ENSAT-INP, Toulouse, France, 108 p.
7. NIARÉ T., 1993. Performances de reproduction des ovins dans deux noyaux d'élevage traditionnel et cycle fourrager en zone soudano-sahélienne au Mali. Mopti, Mali, International Foundation for Science, 13 p.
8. NIARÉ T., SANGARÉ A., 1993. Contrôle des performances en milieu villageois : structures, modes de conduite et évolution des troupeaux suivis. Mopti, Mali, International Foundation for Science, 16 p.
9. PEACOCK C.P., 1985. Measures for assessing the productivity of sheep and goats in Africa. *In: Conference on Small ruminants in African agriculture, Addis Ababa, Ethiopia, 30 Sept.-4 Oct. 1985. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA*, p. 128-141.
10. POIVEY J.P., MENISSIER F., VISSAC B., MOUSSA K., 1987. Variabilité de la croissance des veaux et jeunes bovins dans les troupeaux sédentaires du Nord de la Côte d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 40 (2) : 157-166.
11. ROCHA A., MCKINNON D., WILSON R.T., 1990. Comparative performance of Landim and Blackhead Persian sheep in Mozambique. *Small Rum. Res.*, 3: 527-538.
12. SIBOMONA G., MURAYI T.H., SAYERS A.R., WILSON R.T., 1989. Performances pondérales du mouton africain de l'Est à longue queue grasse en station au Rwanda. *In: Wilson R.T. and Azeb M. eds, African small ruminant research and development. Addis Ababa, Ethiopia, ILCA*, p. 487-495.
13. SULIEMAN A.H., WILSON R.T., 1990. A note on production characteristics of three subtypes of sudan desert sheep under station management. *Anim. Prod.*, 51: 209-212.
14. WILSON R.T., LEEUW P.N. de, HAAN C. de, 1983. Recherches sur les systèmes des zones arides du Mali : résultats préliminaires. Addis Abeba, Ethiopia. CIPEA, 189 p. (Rapport de recherche n° 5)
15. WILSON R.T., MURAYI T.H., 1988. Paramètres de production des moutons Africains à longue queue grasse au Rwanda. *Small Rum. Res.*, 1: 3-17.

T. Niaré

NIARÉ (T.). Pre-weaning growth of lambs and productivity in Sudano-Sahelian traditional area in Mali. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 195-202

Average lambs growth performance rates in this Sudano-Sahelian region (2.71 ± 0.12 , 6.32 ± 0.27 , 9.52 ± 0.41 , 12.23 ± 0.54 , 14.74 ± 0.68 and 17.18 ± 0.98 kg respectively at birth, 30, 60, 90, 120 and 150 days) are compared to those observed in other African sheep flocks. The mean daily weight gains ("GMQ") fluctuate between 120.20 ± 7.80 g/d. and 62.04 ± 8.60 g/d. from birth to weaning. As an expression of their genetic potential, these performances were also dependant on non-genetic factors, of which the flock is the most important because it determines about 50 % of the total variability of growth performances. Finally, as well as the great phenotypic variability between individuals, the low correlation between GMQ_{0-30} and GMQ_{30-60} may indicate a probable changeover of diet for lambs of 30 to 60 days old. Overall flock productivity was estimated at two crucial breeding stages: birth and weaning. At birth, it was 4.56 and 4.67 kg respectively for flocks I and II. At weaning, these values were increased respectively by coefficients of 4.32 and 6. Estimated mean individual productivity values were respectively 30.72, 0.98 and 2.31 kg for indices 1, 2 and 3. They were affected by sex, litter number and year of birth. To increase individual animal productivity and consequently that of the flocks, all these elements must be considered.

Key words : Sheep - Lamb - Growth - Productivity - Sudano-Sahelian region - Mali.

NIARÉ (T.). Crecimiento durante el pre destete de los corderos y productividad en medio tradicional sudano-saheliano en Malí. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 195-202

Se compararon los rendimientos ponderales medios de los corderos de esta región sudano-saheliana, es decir 2.71 ± 0.12 , 6.32 ± 0.27 , 9.52 ± 0.41 , 12.23 ± 0.54 , 14.74 ± 0.68 y 17.18 ± 0.98 kg al nacimiento, a 30, 60, 90, 120 y 150 días respectivamente, con los observados en otros hatos ovinos africanos. Los ganancias medias por día ("GMQ") variaron de 120.20 ± 7.80 g/d. a 62.04 ± 8.60 g/d., según el intervalo considerado durante el período de pre destete. Aunque los rendimientos son parte de la expresión de los potenciales genéticos, también dependen de factores no genéticos, de los cuales el hato representa el más importante. En efecto, este determina cerca de 50 p. 100 de la variabilidad total de los pesos y de las velocidades de crecimiento. Finalmente, además de la gran variabilidad fenotípica entre los individuos, la baja correlación GMQ_{0-30} y GMQ_{30-60} parece indicar una probable etapa de cambio en el régimen alimenticio de los corderos entre 30 y 60 días de edad. La productividad global del hato se estima en dos etapas cruciales del crecimiento de los animales : el nacimiento y el destete. Al nacimiento, esta es de 4,56 kg y de 4,67 kg para los hatos I y II respectivamente. Al destete, estos valores aumentan con un factor respectivo de 4,32 y de 6. Los valores promedio de la productividad individual son de 30,72, 0,98 y 2,31 kg para los índices 1, 2 y 3 respectivamente. Las variabilidades son principalmente influenciadas por factores como el sexo, cantidad de crías y año de nacimiento. La incorporación de estos elementos garantiza el crecimiento de la productividad de los animales y, por ende, del hato.

Palabras clave : Ovino - Cordero - Crecimiento - Productividad - Región sudano-saheliana - Malí.

Pratiques pastorales Mbororo et trypanosomoses bovines dans une zone de savanes humides de Centrafrique

F. D'Amico^{1,2}, J. M. Poussinga², C. Le Masson³, A. Le Masson⁴, D. Cuisance¹

D'AMICO (F.), POUSSINGA (J.M.), LE MASSON (C.), LE MASSON (A.), CUISANCE (D.). Pratiques pastorales Mbororo et trypanosomoses bovines dans une zone de savanes humides de Centrafrique. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 203-212

L'étude a porté sur l'agencement de l'espace pastoral chez les éleveurs Mbororo de Centrafrique et les mouvements de leurs zébus à robe acajou. Outre le campement des éleveurs, cet espace est divisé en trois compartiments principaux : l'aire de repos, l'abreuvoir et le pâturage sillonné de sentiers. Son utilisation repose sur une ségrégation spatiale et temporelle des déplacements des animaux. Dans le contexte particulier des savanes humides du centre de la République centrafricaine, où l'espèce riveraine *Glossina fuscipes fuscipes* Newst. 1910 est le vecteur principal des trypanosomoses bovines, les auteurs montrent qu'une connaissance approfondie des pratiques pastorales apporte de nouveaux éléments à la compréhension de l'épidémiologie du *nagana*. Ainsi, la conduite différentielle des veaux par rapport aux adultes est-elle vraisemblablement un facteur épidémiologique capital.

Mots clés : Bovin - Zébu - Trypanosomose - *Glossina fuscipes fuscipes* - Epidémiologie - Pastoralisme - Société pastorale - Parcours - Transhumance - République Centrafricaine.

INTRODUCTION

L'installation des Peul Mbororo dans les savanes humides de Centrafrique date des années 1920-1930 (5, 19, J. Desrotour, com. pers.). En langue fulfuldé, *wadahoundé* désigne les trypanosomoses animales, dues à *T. brucei*, *T. congolense* et *T. vivax*. L'ampleur des pertes dues à ces maladies en République centrafricaine (RCA) grève considérablement le développement de l'élevage (9, 13, 22, 41). Afin d'amener l'incidence de cette affection à un niveau compatible avec l'élevage, des solutions en rapport direct avec l'épidémiologie de ces protozooses doivent être proposées (8, 15, 16). Ceci implique une connaissance approfondie des différents acteurs épidémiologiques : les trypanosomes parasites, les vecteurs possibles et l'hôte final, le zébu Mbororo à robe acajou (7).

Les relations existant entre ces organismes sont encore méconnues. Les résultats obtenus au cours des principaux travaux réalisés en RCA témoignent incontestable-

ment du fait que *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 est le vecteur majeur des trypanosomoses bovines dans l'ensemble du pays (8, 9, 13). Selon ces auteurs, la contamination des animaux s'effectue essentiellement au niveau des points d'abreuvement et ce toute l'année. Les travaux récents (10) utilisant le concept de risque trypanosomien (21, 35, 38) comme marqueur épidémiologique, confirment que *G. f. fuscipes* est bien le vecteur majeur mais que le comportement vectoriel de cette espèce n'explique pas de manière satisfaisante et correcte les valeurs élevées des prévalences trypanosomiennes bovines, tout au long de l'année.

Ces incertitudes découlent du manque de connaissance des mécanismes épidémiologiques intimes qui régissent la transmission des parasites aux bovins. Parmi tous les facteurs intervenants, le plus méconnu est sans doute l'éthologie des zébus. Celle-ci étant fortement tributaire des contraintes imposées par les éleveurs, on l'incluera sous le terme de "pratiques pastorales" dans la suite de cet article. Bien que les pratiques pastorales soient souvent incriminées dans la transmission de la maladie (29, 33, 34, 36), elles n'ont encore été que très peu étudiées. Quelques observations ont été réalisées chez les taurins d'Afrique occidentale en particulier (39, 40) mais une seule, à la connaissance des auteurs, concerne les zébus (27). L'objectif du présent article est de pallier ces lacunes et de montrer qu'en Centrafrique au moins, la connaissance des mouvements des zébus et des pratiques pastorales est indispensable à la compréhension de l'épidémiologie des trypanosomoses bovines.

MATÉRIEL et MÉTHODES

L'étude a eu lieu en 1991 et 1992 chez cinq éleveurs Peul Mbororo Djafoun de la commune d'Ouro-Djafoun (Bambari, préfecture de la Ouaka, RCA). Le secteur appartient au domaine soudano-oubanguien (37) et reçoit annuellement 1 350 à 1 590 mm de pluie (14). Deux types d'élevages ont été retenus, l'un sédentaire à titre pratiquement expérimental (1 élevage) et l'autre semi-transhumant traditionnel (4 élevages).

Au cours de l'année, des visites mensuelles chez les différents éleveurs choisis ont permis de constituer une documentation de première main concernant l'organisation spatiale de l'activité pastorale et les mouvements des troupeaux. Les infections trypanosomiennes chez le bétail ont été suivies au cours de visites trimestrielles. A

1. CIRAD-EMVT, c/o Centre ORSTOM de Montpellier, Département Santé, 911 avenue Agropolis, BP 5045, 34032 Montpellier Cedex 1, France.

2. Centre ORSTOM de Bangui, B.P. 893, Bangui, République Centrafricaine.

3. C/o A. Le Masson

4. CIRAD-EMVT, BP 5035, 34032 Montpellier, Cedex 1, France.

Reçu le 2.6.1994, accepté le 19.7.1995.

partir d'échantillons sanguins prélevés à la veine auriculaire ou à la veine caudale, la présence de trypanosomes a été appréciée par deux méthodes différentes : i) examen microscopique sur frottis, sur goutte épaisse et après centrifugation en tube hématocrite (18, 28) et ii) détection sérologique au moyen d'anticorps monoclonaux (technique ELISA) d'antigènes circulants trypanosomiens (30, 31).

L'élevage sédentarisé, à caractère expérimental, offrant une meilleure disponibilité du bétail, a permis d'accumuler des informations précises sur les parcours et sur la distribution horaire des activités du bétail en saison des pluies. La majorité des résultats présentés est tirée de cette observation. Dans la mesure du possible, les termes précis se rapportant à l'élevage peul sont transcrits en langue fulfuldé et indiqués en italique.

RÉSULTATS et DISCUSSION

Les types de mobilités pastorales

Selon une conception habituelle, les pasteurs Peul, essentiellement mobiles, ne s'inscrivent pas durablement dans leurs espaces pastoraux successifs et ne les délimitent pas matériellement. En fait, la position des campements et du bétail n'est jamais aléatoire dans les savanes. Elle est régie par des habitudes ou même des règles qui relèvent souvent de compromis entre des contraintes contradictoires.

L'organisation fondamentale de l'espace pastoral

L'espace pastoral désigne l'ensemble des sites occupés par l'éleveur et sa famille ainsi que ceux fréquentés quotidiennement par son bétail (figure 1). La famille de l'éleveur est regroupée au niveau du campement fait de huttes de bois et de paille, dont le nombre dépend de l'importance de la famille. Selon le moment de la journée, le bétail se trouve à l'aire de repos (*DuuDaal nagge* ou *pellel na'i*), aux points d'abreuvement (*regorde*) ou au pâturage (*huDo*). L'aire de repos est une aire dégagée où est rassemblé le troupeau pour la traite, les opérations de détiage et le contrôle sanitaire des animaux. L'intégration et la disposition géographique de tous ces éléments varient beaucoup et s'adaptent généralement à la morphologie du terrain. Le campement est situé le plus souvent sur un interfluve (figure 1), à distance raisonnable de la rivière, pour éviter les désagréments liés à l'entomofaune, mais assez proche de façon à éviter de trop longs déplacements liés à l'approvisionnement en eau pour les besoins domestiques. En général, l'aire de repos du bétail est à l'écart du campement mais reste visible de celui-ci. Elle peut être divisée en plusieurs unités, chacune accueillant le troupeau d'un des membres de la famille. Le nombre et l'éloignement des points d'abreuvement ainsi que l'étendue du pâturage dépendent de nombreux

facteurs. Tous ces lieux sont reliés les uns aux autres par plusieurs sentiers, certains empruntés le plus souvent par les gens, d'autres par le bétail.

Les déplacements chez les Peul Mbororo

Nomades par tradition, les Mbororo et leurs zébus se déplacent plus ou moins toute leur vie. Trois types de déplacements peuvent être distingués :

Migrations "historiques"

Ce sont les déplacements d'une amplitude comprise entre 10 et 500 km, qui concernent l'ensemble de la famille peul, accompagnée de tout son cheptel (24, 25). Ils s'effectuent sur des distances parfois considérables et correspondent généralement à des changements de région ou de pays, consécutifs à des échecs ou à des difficultés rencontrées tant sur le plan sanitaire que politique (5). Comme exemple, on peut citer l'entrée des Peul en Centrafrique, leurs installations successives à Bouar et Bossembélé à l'ouest et à Bambari au centre-est, les tentatives jusqu'à Mobaye et même Djema à l'extrême est du pays. Loin d'être des conquêtes progressant de manière sûre, ces déplacements sont oscillants, avec une succession d'avancées et de reculs qui s'enchaînent (J. Desrotour, com. pers.).

Mouvements saisonniers

Il s'agit des transhumances, déplacements de plus faible envergure puisque compris entre 10 et 150 km, amenant les troupeaux dans de nouveaux pâturages à chaque saison sèche (20). Ces déplacements peuvent impliquer toute la population du campement, ou seulement une partie de la famille ; les autres personnes restent alors sur place en compagnie de vaches laitières et de leurs veaux. Les distances parcourues sont plus longues dans l'Ouest centrafricain que dans la région de Bambari où elles n'atteignent que quelques kilomètres à quelques dizaines de kilomètres. Ces mouvements commencent en général en octobre et s'étalent jusqu'en mai ou juin. Ils ont été bien étudiés dans le contexte centrafricain (5, 6, 25).

Déplacements quotidiens

Encore peu connus (27), ils concernent les différents circuits de pâturage effectués chaque jour par le bétail entre l'aire de repos, le point d'abreuvement et le pâturage. La distance quotidienne moyenne parcourue est de 5 à 8 km en saison des pluies, et souvent plus en saison sèche. C'est ce type de mobilité du bétail que l'enquête a étudié dans son ampleur et ses modalités, pendant la saison des pluies.

Les circuits quotidiens des animaux

Chaque jour, le bétail quitte l'aire de repos pour aller s'abreuver et paître. Le parcours suivi n'est ni aléatoire ni immuable. Il dépend de l'âge et du statut des animaux.

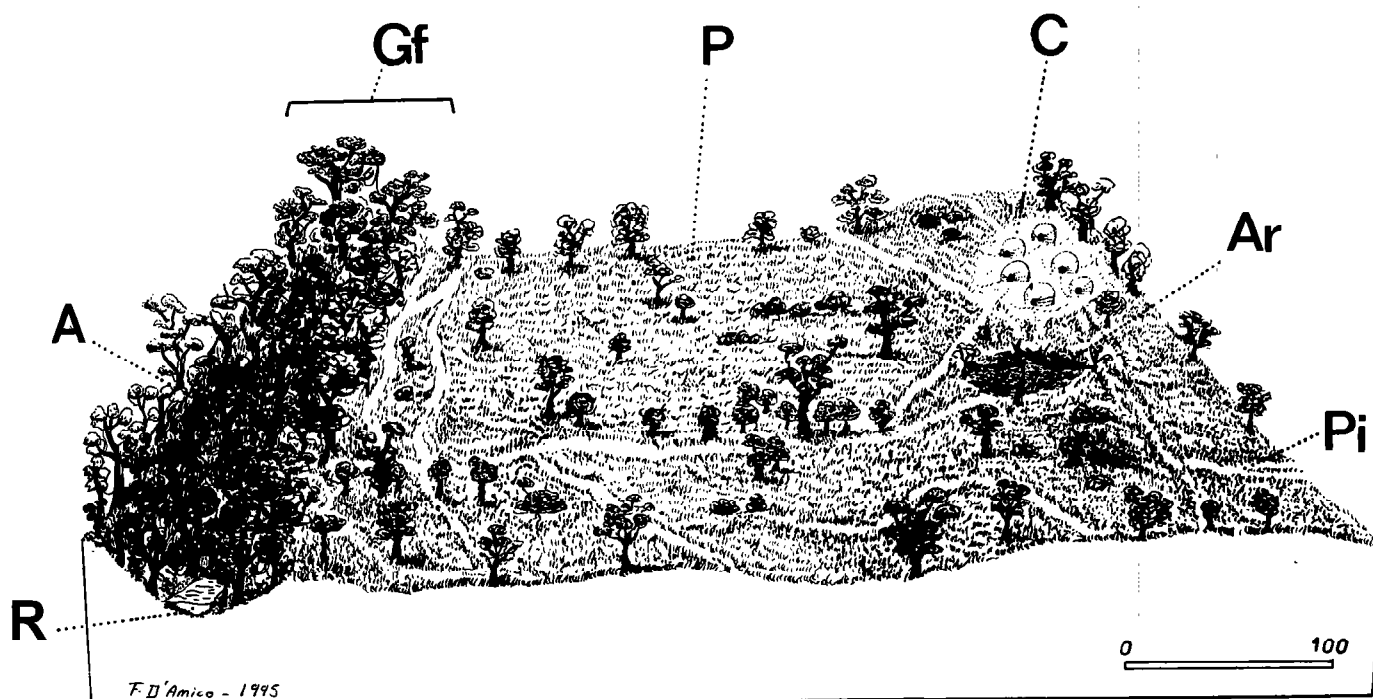


Figure 1 : Les principaux éléments de l'espace pastoral Mbororo. Le campement (C), constitué de plusieurs huttes rondes de bois et de paille, est installé en général sur une hauteur, à une distance variable de la galerie forestière (Gf). Celle-ci est une bande forestière dans laquelle circule la rivière (R). Le bétail s'abreuve en un point à peine aménagé de celle-ci et nommé abreuvoir (A). Le pâturage (P) est la vaste surface de savane arborée utilisée pour l'alimentation des zébus et sillonnée de pistes (Pi) suivies par le bétail. A proximité du campement, se situe l'aire de repos (Ar) qui est une simple surface non clôturée et dénuée de végétation en raison du piétinement répété des zébus. L'aire de repos est le lieu de rassemblement du troupeau et elle est utilisée par l'éleveur pour les opérations de traite et de contrôle sanitaire des animaux, en particulier le détiquage.

La composition d'un troupeau de zébus Mbororo évolue au cours de l'année. Suivant les zones d'élevage, les gestations se déroulent à des périodes différentes dans l'année puisque les dates de fécondation sont souvent tributaires des transhumances (A. Le Masson, données non publiées). Dans la zone étudiée, les naissances ont lieu au cœur de la saison sèche, entre décembre et mars généralement. A partir de cette période, les soins donnés au troupeau et sa conduite vont changer légèrement, en rapport avec la croissance des veaux jusqu'au sevrage, qui intervient dans la fin de leur première année. Pendant la saison sèche, correspondant aux premiers mois de leur vie, les veaux de moins de 6 mois sont tenus attachés par une corde particulière (*dango*) dans l'aire de repos. Délivrés seulement au moment où les mères rentrent du pâturage, les veaux sont autorisés à téter quelques instants pour stimuler la descente du lait et sont chassés aussitôt après ; la traite effectuée, ils sont laissés sous la mère pour la fin de leur alimentation. A partir de 5 à 6 mois, les veaux sont libérés pendant la journée et leur calendrier quotidien se calque alors sur celui observé chez les animaux adultes pendant la journée.

Chaque catégorie de bétail (les veaux d'un côté, le reste du troupeau de l'autre) évolue quotidiennement selon un cycle bien défini, qui commence le matin lorsque les bêtes sont poussées par l'éleveur ou l'un de ses fils jusqu'au point d'abreuvement. Le temps consacré à

l'abreuvement est généralement très bref, quelques minutes suffisant à cette opération. Les Mbororo disent qu'ils "poussent" (*yerba*) les animaux en direction du pâturage choisi. Par la suite, une fois repus, les vaches allaitantes toujours devant, les zébus rentrent par petits groupes à l'aire de repos pour s'y arrêter ou pour continuer à paître aux environs du campement. Parfois, sur le chemin du retour, surtout lorsque celui-ci passe par un point d'eau, les animaux peuvent s'abreuver à nouveau. Dans la soirée, le retour du bétail (*jaingo*) aux abords du campement est spontané ou accéléré par l'éleveur qui va à la recherche de ses animaux. Avant la tombée de la nuit, le troupeau est rassemblé à l'aire de repos, autour d'un petit feu de feuilles vertes destiné à éloigner les insectes piqueurs. De façon générale, les animaux adultes partent la nuit au pâturage, jusqu'à 3 ou 4 heures du matin, tandis que les veaux restent attachés. Ce pâturage de nuit, jamais observé chez les veaux de moins d'un an, est dénommé *soggal* ou *wambbrinde*. Au petit matin, avant que le soleil ne se lève, les femmes procèdent à la traite tandis que les hommes examinent les bêtes et dispensent les soins nécessaires (désinfection des plaies, détiquage...).

Le temps passé à chaque endroit varie légèrement chaque jour. Globalement, au fur et à mesure que la saison des pluies s'avance, le cycle quotidien se modifie quelque peu (figure 2). En mai, à la sortie de la saison

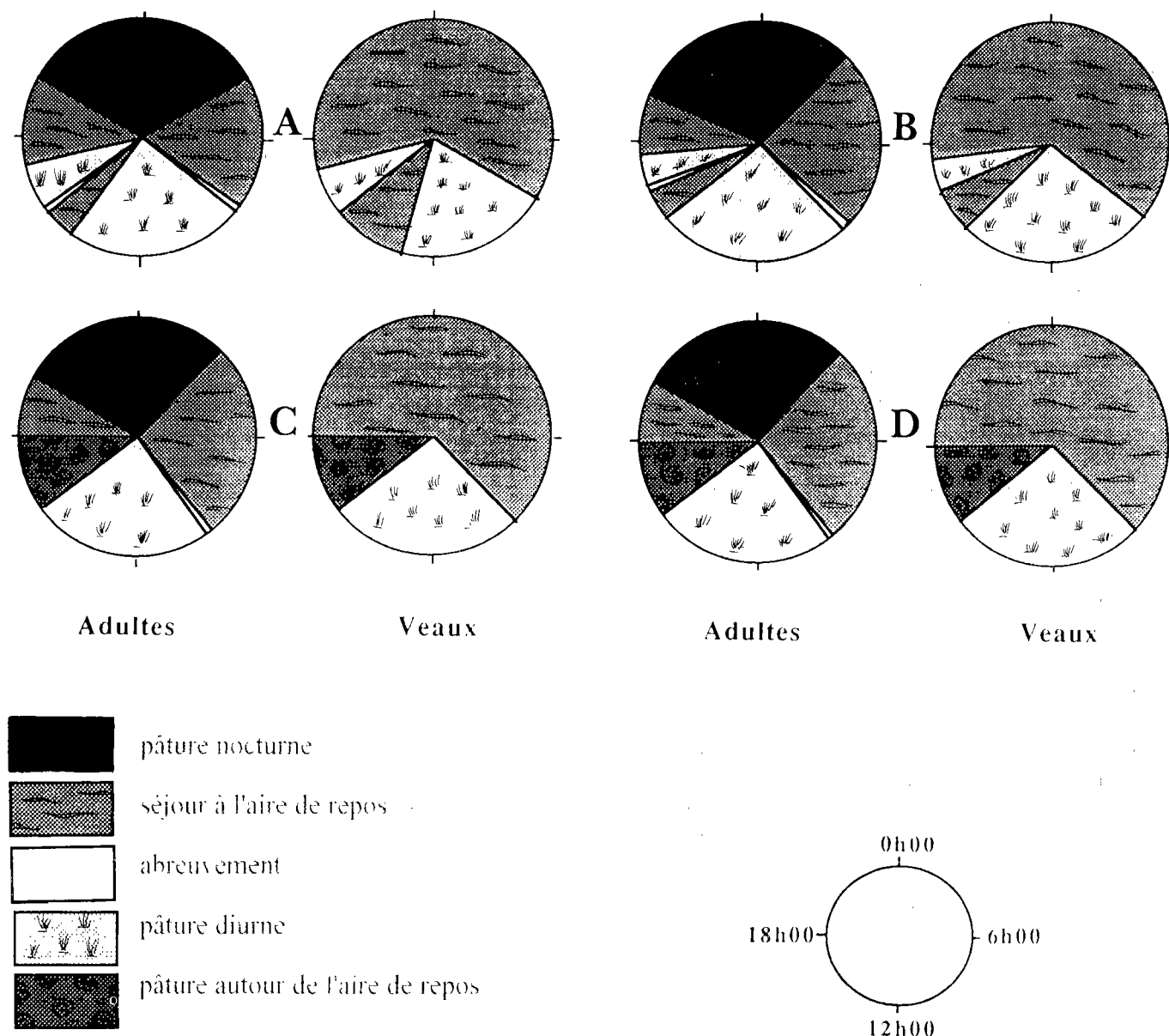
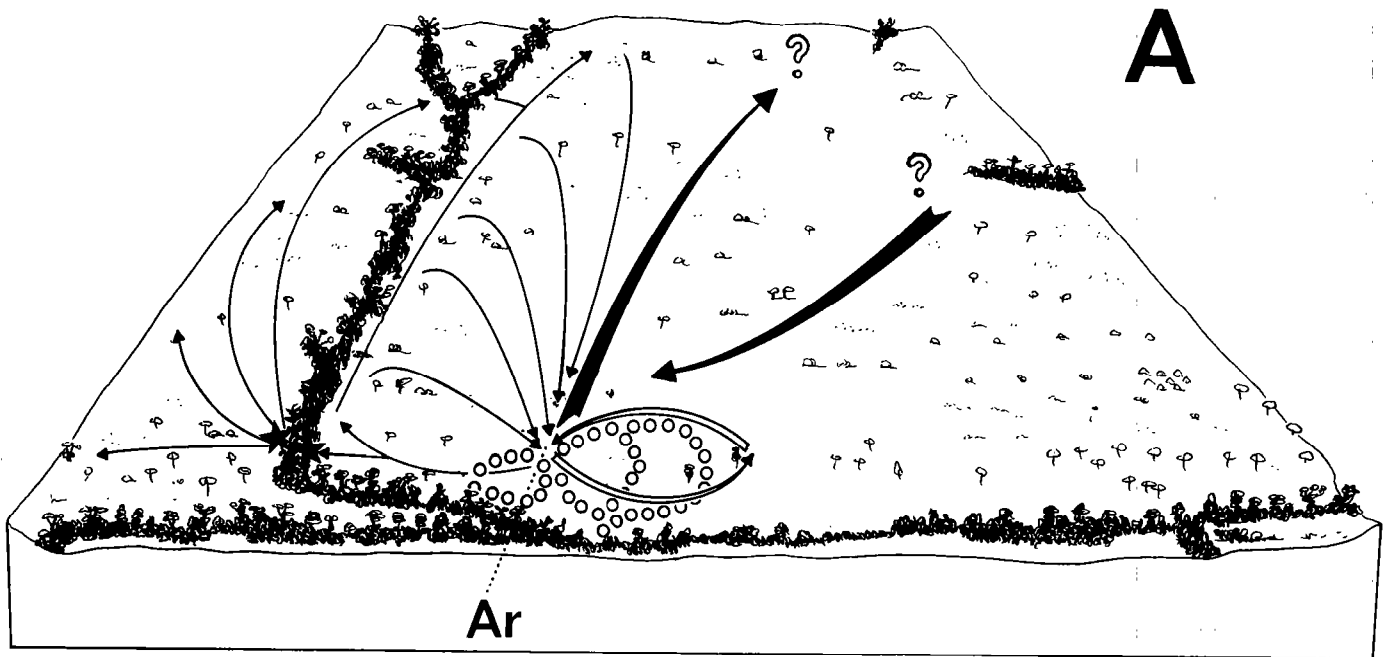


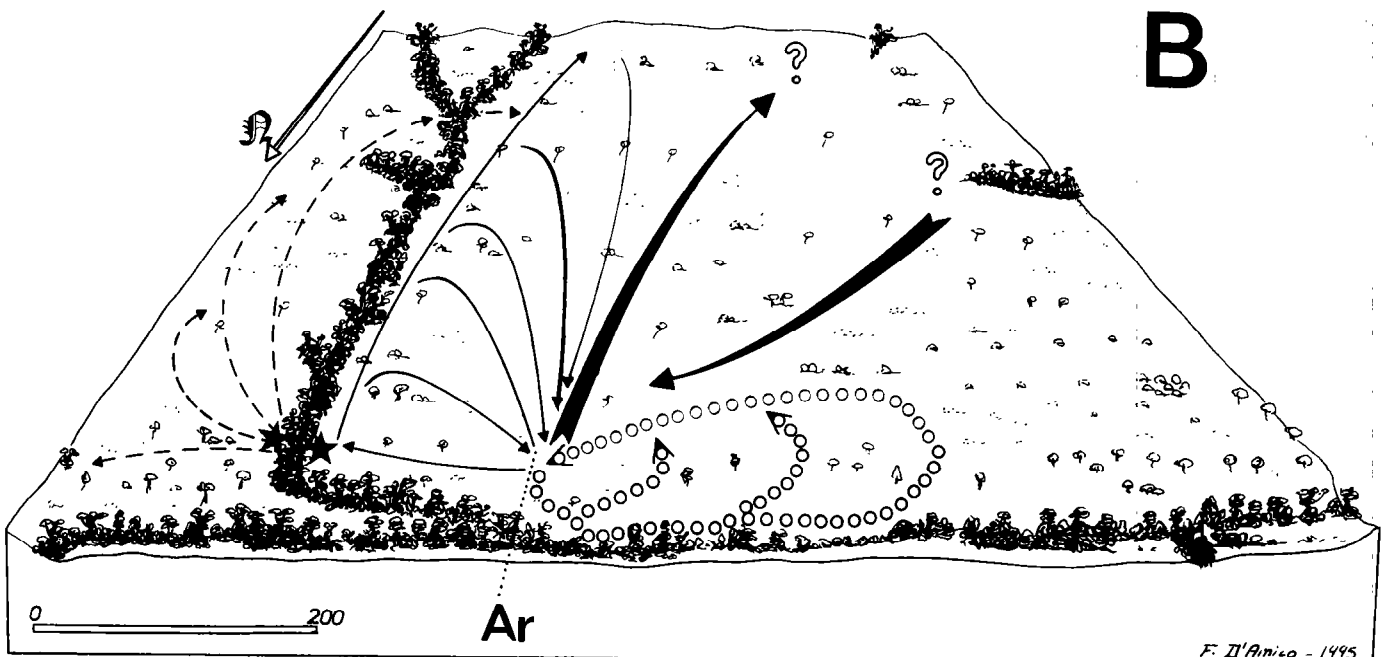
Figure 2 : "Cycle d'activité" journalier des zébus Mbororo (veaux et adultes) et variations au cours de la saison des pluies. (A : mai 1992 ; B : juin 1992 ; C : juillet 1992 ; D : août 1992). Ce cycle comporte deux séquences d'abreuvement et de pâture en mai et juin, et une seule en juillet et août. Noter l'absence de pâture nocturne chez les veaux, qui restent attachés à l'aire de repos. Les périodes d'abreuvement chez les veaux, mal connues, n'ont pas été représentées.

sèche, le troupeau étudié avait deux périodes d'alimentation dans la journée, une le matin et une le soir, avec à chaque fois un passage au point d'abreuvement (fig. 2 : A). Juin et juillet constituent une période de transition (fig. 2 : B, C) durant laquelle l'abreuvement du soir est progressivement supprimé, alors que le pâturage de fin d'après-midi, bien individualisé initialement, devient moins prépondérant et se transforme en un séjour localisé autour de l'aire de repos. Ce fait s'observe pour toutes les classes d'âge. En août, au cœur de la saison des pluies, le pâturage s'effectue en une seule fois et ne s'accompagne que d'un passage au point d'abreuvement (fig. 2 : D).

Si dans leur composante temporelle les rythmes d'activité des veaux et des adultes se ressemblent, il n'en va pas de même pour leur composante spatiale. En effet, pendant la saison des pluies, les veaux réunis en un petit troupeau (*nyalbi*) suivent un parcours différent de celui du gros du troupeau (*sefre*) et s'abreuvent en un point différent. Cette affirmation doit être nuancée car, en début de saison des pluies, en fin d'après-midi, les veaux et le reste du troupeau peuvent se regrouper (figure 3A). En ce qui concerne le troupeau adulte, bien que peu d'informations précises aient pu être recueillies, il semble que les parcours diurne et nocturne ne se recouvrent pas.



- Ar** = aire de repos.
- ★★ = point d'abreuvement.
- = circuit des veaux seuls.
- = circuit diurne des adultes.
- (thick) = circuit nocturne des adultes.
- (thin) = circuit commun veaux + adultes, en fin d'après-midi.
- - - - - = circuits irréguliers et facultatifs en saison des pluies.



F. D'Amico - 1995

Figure 3 : Schéma du circuit pastoral quotidien des zébus mbororo pendant la saison des pluies, en mai 1992 (A) et août 1992 (B). Le parcours des veaux est essentiellement concentré au nord du campement. Les adultes, pendant la journée, occupent le quart sud-est tandis que le quart sud-ouest regroupe les "activités" nocturnes. En mai, en fin d'après-midi, veaux et adultes fréquentent un même itinéraire court à l'ouest; en août, celui-ci n'est plus emprunté. Au plus fort de la saison des pluies, les crues barrent souvent l'accès au pâturage situé à l'est de la rivière (B).

Pratiques pastorales et infections trypanosomiennes

Une des priorités de notre recherche est d'identifier un lien entre les caractéristiques épidémiologiques de la maladie et la variabilité observée dans la circulation du bétail à l'échelle d'une journée, d'une saison, d'une année, d'une décennie ou même d'un siècle, entre diverses régions.

Conséquences prévisibles des déplacements chez les Peul

Parmi les trois types de mobilité rencontrés chez les Peul, les éleveurs soupçonnent avant tout les transhumances de favoriser certaines trypanosomoses. Les trajets de transhumance sont parfois longs, complexes et bien souvent indéterminés par avance. Leur effet sur l'épidémiologie des trypanosomoses n'est pas facile à cerner, puisqu'il faudrait connaître la situation glossinienne et trypanosomienne de chaque galerie forestière fréquentée au cours des périodes pastorales. Toutefois, une étude comparative de la prévalence et de l'incidence des trypanosomoses chez le bétail avant et après les transhumances de saison sèche devrait apporter rapidement quelques informations qui permettront d'infirmer ou de confirmer les propos des éleveurs.

De façon analogue, les grandes migrations historiques conduisent vraisemblablement à un brassage complexe des parasites et, de ce fait, pourraient expliquer la grande variété de formes épidémiologiques (sporadique, enzootique, épizootique, mixte) rencontrées en Centrafrique. Toutefois, les mouvements quotidiens, de plus faible amplitude, sont plus aisés à étudier et leur influence sur les infections trypanosomiennes paraît plus facile à appréhender.

Impact des pratiques pastorales au quotidien

D'ores et déjà, l'étude montre que trois grands faits peuvent définir la pratique pastorale Mbororo au quotidien :

L'organisation fonctionnelle de l'espace pastoral

Elle se traduit par un découpage de l'espace pastoral en plusieurs domaines fondamentaux (campement de l'éleveur, aire de repos du bétail, abreuvoirs, sentiers et pâturages). Chacun d'entre eux se caractérisant en outre par des peuplements floristiques et faunistiques (en particulier entomologiques) propres, ceci implique que le risque trypanosomien n'est probablement pas homogène sur l'ensemble de l'espace pastoral. Au plan vectoriel, les travaux des auteurs montrent que le campement et l'aire de repos sont quasiment dépourvus de glossines mais abondamment fréquentés par d'autres mouches piqueuses, notamment par les stomoxes. Au contraire, les populations de glossines riveraines *G. fuscipes fus-*

cipes et *G. fusca congolensis* par endroits sont prédominantes au point d'abreuvement. Enfin, les sentiers et les zones de pâture peuvent être fréquentés par tous ces insectes vecteurs ainsi que par des taons (10, 11).

La ségrégation spatiale et temporelle des activités des animaux

Le bétail ne séjourne que très peu de temps chaque jour aux points d'abreuvements mais y revient de façon régulière. De ce fait, c'est un lieu comportant un grand risque de contamination puisque les glossines infectées y abondent. Cette observation bien établie est à l'origine de la méthode de lutte actuellement entreprise contre les trypanosomoses. Reposant sur l'emploi de pièges bipyramidaux anti-glossines (15, 16) disposés de façon permanente au niveau des points d'abreuvement, elle conduit à une nette amélioration de l'état sanitaire des animaux (10, 23). L'aire de repos est au contraire un domaine fréquenté très longuement par les zébus, pratiquement une demi-journée. Ce lieu est donc un point épidémiologiquement dangereux prévisible puisque les populations de stomoxes y abondent (10, 11). Hormis l'intérêt épidémiologique, la connaissance des circuits quotidiens des troupeaux peut également déboucher sur des propositions d'aménagements dans la gestion de l'espace pastoral, afin de limiter les contacts épidémiologiquement dangereux entre l'hôte et les vecteurs.

La conduite différentielle des veaux par rapport aux adultes

Elle a, selon toute vraisemblance, un impact déterminant comme l'illustre le tableau I indiquant les taux de prévalence trypanosomienne en fonction des classes d'âge dans le cas du troupeau expérimental sédentarisé. Indépendamment de l'incertitude qui pèse encore sur la validité des résultats obtenus par la technique ELISA (puisque sa fiabilité réelle et sa standardisation sont toujours en évaluation), les résultats obtenus par les techniques microscopiques corroborent ceux issus de la technique ELISA, en traduisant de façon claire une augmentation des prévalences trypanosomiennes avec l'âge des zébus. Toutefois, l'espèce *T. vivax* fait exception, puisque les prévalences mesurées par les techniques parasitologiques sont plus élevées chez les veaux (20 p. 100) que chez les adultes de plus de trois ans (9,3 p. 100). Par ailleurs, l'association de toutes les techniques, stratégie actuellement préconisée pour pallier les lacunes propres à chacune des techniques employées séparément (26), montre que 55 p. 100 des veaux de moins d'un an sont affectés par au moins une espèce de trypanosome. Ces observations soulèvent au moins trois questions importantes : 1- Comment expliquer que les veaux sont moins affectés que les adultes ? 2- Comment interpréter les fortes prévalences trypanosomiennes chez les veaux âgés de moins d'un an ? 3- La transmission de *T. vivax* s'effectue-t-elle d'une manière différente des autres espèces ?

Le fait que les veaux sont moins affectés que les adultes peut découler de trois faits : une diminution progressive de la résistance vis-à-vis des trypanosomoses chez les animaux en fonction de l'âge, l'existence de traitements trypanocides plus nombreux chez les veaux ou une exposition différente des jeunes animaux au risque trypanosomien. Si l'existence de critères génétiques expliquant de manière satisfaisante l'évolution de la résistance trypanosomienne est admise, du moins pour certaines espèces de trypanosomes et de bovins, nos observations indiquent que la seconde possibilité ne peut être retenue car les veaux ne bénéficient pas systématiquement de traitements trypanocides plus nombreux que les adultes. Nous préférons donc retenir la troisième hypothèse, objet du présent article. Elle est basée sur le fait que des pratiques pastorales différentes selon l'âge des animaux entraînent une exposition au risque trypanosomien différente.

Cependant, cette explication se heurte à un obstacle majeur : comment interpréter les fortes prévalences trypanosomiennes chez les veaux de moins d'un an alors qu'ils sont soustraits de la pression trypanosomienne liée aux glossines riveraines ? En effet, jusqu'à l'âge de 6 mois, ils restent attachés en permanence à l'aire de repos, tandis que les mois suivants, ils ne fréquentent que rarement et irrégulièrement les abreuvoirs au cours de leur circuit quotidien peu éloigné du campement (figure 3). Ces considérations nous amènent à adopter un schéma épidémiologique plus complexe que celui admis jusqu'à présent. Ce schéma encore hypothétique confirmerait le rôle vecteur majeur de *G. f. fuscipes* dans la transmission aux bovins des trois espèces de trypanosomes tout en impliquant de façon plus concrète d'autres insectes hématophages, vecteurs accessoires (10, 11). Dans la zone étudiée, les stomoxes sont les candidats les plus sérieux dans la transmission de certains trypanosomes en particulier de *T. vivax* (10). En raison des circuits de pâture des zébus et de l'écologie des insectes évoqués, les bovins adultes sont essentiellement soumis à la pression trypanosomienne de *G. f. fuscipes* tandis

que les veaux sont surtout exposés aux piqûres des stomoxes. Ceci n'exclut pas cependant que les adultes soient fréquemment piqués par les stomoxes lors de leur séjour quotidien à l'aire de repos. Il est communément admis que les glossines, en assurant une transmission cyclique des trypanosomes entraînant une multiplication importante de ceux-ci à l'intérieur de la glossine, sont des vecteurs très efficaces de ces agents tandis que les stomoxes, en transmettant certains trypanosomes par voie mécanique uniquement ont une compétence vectorielle plus atténuée. De ce fait, il n'est pas impossible que les prévalences trypanosomiennes plus élevées chez les zébus adultes soient tout simplement le reflet de ces différences de compétence vectorielle, elles-mêmes favorisées par des pratiques pastorales différentes chez les veaux et chez les adultes.

Variabilité des pratiques pastorales et diversité épidémiologique

Cette étude souligne le rôle des pratiques pastorales en tant que facteur épidémiologique. Il est donc utile d'attirer l'attention sur l'existence de nombreux autres facteurs ayant une action directe sur les pratiques pastorales et par conséquent des retombées épidémiologiques importantes.

Parmi ces facteurs figure en premier lieu le facteur humain. Les stratégies de l'éleveur interviennent beaucoup sur les pratiques de conduite du troupeau. Tous les cas de figures existent, de l'éleveur qui, sensible à l'attrait de l'herbe nouvelle pour son troupeau ou pour des raisons personnelles, pratique une transhumance régulière à l'éleveur qui n'hésite pas à contraindre ses bêtes à une certaine immobilité durant la saison sèche. En règle générale, le comportement des Peul Mbororo en Centrafrique peut se concrétiser à tout moment par un changement rapide et imprévisible des habitudes pastorales d'un éleveur. La conséquence directe est une modification immédiate des circuits quotidiens des zébus et donc du risque trypanosomien.

TABLEAU I

Prévalences trypanosomiennes dans les diverses classes d'âge chez les zébus. Comparaison des résultats obtenus avec les méthodes microscopiques (frottis, goutte épaisse et concentration en tubes capillaire) et immunodiagnostique (ELISA). Les prévalences globales (toutes espèces confondues) sont obtenues en associant toutes les méthodes de détection des trypanosomes.

Classe d'âge	Prévalences par espèces (p. 100)						Prévalences globales (p. 100)			
	Techniques microscopiques			Technique ELISA						
	n	<i>T. b. brucei</i>	<i>T. vivax</i>	<i>T. congolense</i>	n	<i>T. b. brucei</i>			<i>T. vivax</i>	<i>T. congolense</i>
0 - 1 an	80	0	20	0	81	24,7	12,4	44,4	80	55
1 - 3 ans	152	1,97	17,8	1,3	152	30,3	18,4	50,7	150	64
> 3 ans	247	0,4	9,3	6,1	247	40,9	31,6	64,8	245	77,1
Total	479				480				475	

n = effectif par classe d'âge.

Les facteurs liés à la physiologie des zébus sont également importants. Les zébus apprécient l'alimentation complémentaire en natron ou en sel que leur fournit l'éleveur. En cas d'approvisionnement insuffisant de la part de celui-ci, la carence de ces éléments pousse les zébus à modifier leur comportement de pâture et leurs circuits quotidiens. Le troupeau peut refuser de partir au pâturage ou bien, s'il y est chassé par l'éleveur, peut ne pas rentrer au campement pendant quelques jours et errer loin dans la savane (dans de nouveaux espaces épidémiologiques) à la recherche de substituts de ces composés. A ces considérations physiologiques, il faut ajouter les perturbations comportementales apparaissant chez les taureaux et chez les vaches gestantes. Toutefois, le principal stress physiologique imposé au bétail réside dans le nombre élevé d'infections parasitaires récurrentes. En Centrafrique, Bouchet *et al.* (4) montrent que les veaux en particulier sont très exposés à ce polyparasitisme dû surtout à des parasites sanguins et gastro-intestinaux. Il est par ailleurs supposé que toutes ces causes de stress favorisent l'installation des trypanosomoses et en augmentent les conséquences pathologiques.

L'impact des facteurs liés à la qualité et à la quantité de fourrage disponibles n'est pas négligeable. L'état du pâturage préside largement aux déplacements des zébus puisqu'une herbe devenue rare ou bien trop haute est refusée par les animaux ce qui les incite à quitter les lieux. L'invasion du pâturage par l'herbe du Laos *Chromolaena odorata* (en pleine expansion aujourd'hui en RCA (17)) peut constituer également une cause majeure d'abandon par les zébus. Par ailleurs, en saison des pluies, le bétail réduit son parcours pour se concentrer sur les zones déjà broutées et riches en repousses très appréciées, et délaisse les secteurs composés de végétaux moins appétents qui commencent leur montaison.

Enfin les facteurs physiques peuvent avoir d'importantes répercussions. Ainsi, pour les élevages installés sur les bombements latéritiques imperméables (bowé), l'existence en saison des pluies de petites retenues d'eau conduit souvent le troupeau à s'y abreuver ; il ne descend plus vers la galerie forestière où séjournent les glossines et devient donc moins exposé à leur pression vectorielle. De même, les violentes précipitations survenant surtout de juillet à septembre et leurs conséquences modifient le circuit quotidien du bétail. Les rivières en crue barrant la route habituelle du pâturage, le troupeau change d'itinéraire ou attend le retour de conditions plus clémentes (figure 3). De façon opposée, les années de sécheresse conduisent à l'assèchement total de certains points d'eau pendant la saison sèche. Dans ces conditions, l'éleveur est souvent obligé de modifier son circuit de transhumance, de déplacer son campement de saison sèche. Les zébus, quant à eux, peuvent répondre à ces perturbations en allongeant leurs circuits quotidiens. Toutes ces modifications conduisent à un bouleversement sensible du risque trypanosomien, par soustraction à la pression vectorielle habituelle ou au contraire par addition à celle-ci.

CONCLUSION

Pour une approche pluridisciplinaire et de nouvelles techniques d'investigation

A l'heure actuelle, contrairement à ce qui se passait il y a une trentaine d'années (12, 32), les Peul Mbororo connaissent une aggravation de leur situation, se traduisant par un appauvrissement en bétail (3). En dépit du fait que les espaces libres en Centrafrique restent relativement importants, des contraintes d'ordre sanitaire principalement (trypanosomoses, maladies transmises par tiques et streptothrichose), mais aussi socio-économique, dissuadent les Mbororo d'adopter la solution qui leur était chère : la fuite. De nombreux éleveurs sont obligés de changer de statut, en évoluant vers une certaine forme de sédentarité. Dans la zone considérée, 54 p. 100 d'éleveurs se sont mis maintenant à cultiver et leur nombre s'accroît rapidement (25). Par ailleurs, ils sont déjà nombreux à élever des moutons (76 p. 100 des familles) et des chèvres (12 p. 100). A l'échelle du pays, ces changements se traduisent par une augmentation sensible de la durée moyenne d'établissement d'un campement d'éleveurs, celle-ci passant en une dizaine d'années de 7,8 à 8,7 ans (25). Cette évolution ne convient pas forcément aux zébus qui doivent pâturer de plus en plus loin en saison sèche, ce qui multiplie les rencontres avec d'autres troupeaux et les dégâts dans les champs cultivés. Le risque de conflits est ainsi augmenté dans un milieu pastoral déjà fortement chargé et souvent dégradé par endroits (1, 17).

Une observation fine et à grande échelle de l'espace pastoral Mbororo montre que son utilisation est relativement organisée et qu'elle évolue au cours de l'année. Une analyse synthétique de ce facteur pastoral avec d'une part les variations d'abondance et la dynamique de distribution des glossines et des autres insectes piqueurs vecteurs potentiels de trypanosomoses (10, 11) et, d'autre part leur taux d'infection trypanosomienne, permettra de définir la notion "d'espace épidémiologique trypanosomien". A long terme, en intégrant étroitement la circulation des trypanosomes et l'activité spatio-temporelle du bétail, une approche plus complète de la modélisation de l'épidémiologie des trypanosomoses (33, 34) pourra être envisagée. Cependant, la grande richesse de situations rencontrées dans les systèmes d'élevage et la complexité fonctionnelle du "couple vecteur/parasite" restent des obstacles difficiles à surmonter. Toutefois, les résultats du présent travail permettent déjà d'envisager le fonctionnement du système épidémiologique trypanosomien sous un angle nouveau (10). Au-delà de ces considérations, le propos essentiel de ce travail est de souligner l'importance des pratiques pastorales en tant que facteur épidémiologique, aspect jusqu'à présent trop souvent négligé.

La nécessité de développer des enquêtes portant sur de longues périodes et visant à mieux comprendre la diversité des situations d'élevage et des modes de conduite du bétail a déjà été soulignée (7). Dans l'avenir, des études multidisciplinaires faisant appel à diverses méthodologies empruntées à la géographie, la cartographie,

l'ethnologie ou l'informatique devraient être généralisées et appliquées à la quantification de la distribution spatiale et temporelle de "l'activité" des différentes catégories de bovins au sein de cet espace pastoral. Et pour pouvoir mieux suivre les déplacements des zébus dans les hautes herbes de Centrafrique, ce bétail très mobile dont l'éthologie est très dépendante de la qualité de l'herbe, on peut se poser la question de l'extension de l'usage des techniques de télémétrie et des systèmes d'information géographique (S.I.G.).

Outre l'apport fondamental à la connaissance de ce milieu Mbororo en Centrafrique, de telles études devraient contribuer efficacement à la connaissance de l'épidémiologie des trypanosomoses bovines mais aussi d'autres parasitoses également contraignantes pour le développement de l'élevage comme les helminthoses et surtout les maladies transmises par les tiques. Ces travaux apportent d'intéressantes perspectives de collaboration avec l'éleveur qui devrait pouvoir en tirer quelques éléments utiles à l'amélioration de l'état sanitaire de son cheptel.

Remerciements

Nous tenons à remercier tout particulièrement le Dr J. Desrotour, responsable du Service de l'Élevage en RCA pendant de longues années, pour ses précieux conseils sur les Mbororo et leurs pratiques pastorales. Ce manuscrit a bénéficié des remarques et commentaires de Ph. Lhoste, de E. Landais et de J. Boutrais qui en outre s'est chargé de la transcription correcte des noms en fulfuldé. Nous sommes redevables également à Messieurs D. Demba, F. N'Dokoué, E. Pounékrouzou, J.P. Gouteux, F. Blanc, F. Le Gall, P. Cailton, J.M. Guillerme et M. Mainguet pour leur aide sur le terrain. Enfin, nous ne saurions oublier l'Agence nationale pour le développement de l'élevage en RCA (ANDE), ainsi que son Directeur Général, M. A. Kota-Guinza, qui ont grandement facilité notre recherche, notamment en nous permettant de travailler sur leur troupeau expérimental.

Bibliographie

- AUDRU J., HEDIN P., 1971. Bilan des études agrostologiques en République Centrafricaine. Maisons-Alfort, France, I.E.M.V.T., 8 p. (document multigraphié)
- BLANC F., 1991. Lutte antiglossinaire en République Centrafricaine. Montpellier, France, C.N.E.A.R.C., 118 p. (rapport stage ESAT 1)
- BLANC F., LE MASSON C., ASSANA REMAYEKO, LE MASSON A., LE GALL F., LHOSTE P., 1992. Les raisons d'un engagement agricole irréversible des éleveurs Mbororo de République Centrafricaine. *Cah. Rech. Dév.*, 32 : 6-18.
- BOUCHET A., GRABER M., FINELLE P., DESROTOUR J., MACON G., 1969. Le parasitisme du zébu dans l'ouest de la République Centrafricaine. I. Parasitisme des veaux de lait. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 22 (3) : 373-383.
- BOUTRAIS J., 1988. Des Peuls en savanes humides. Développement pastoral dans l'Ouest Centrafricain. Paris, France, ORSTOM Éditions. (coll. Etudes et Thèses)
- BOUTRAIS J., 1990. Les savanes humides, dernier refuge pastoral : l'exemple des WodaaBe de Centrafrique. *Genève-Afrique*, 28 (1) : 65-90.
- CUISANCE D., 1987. Compte rendu de situation et propositions de programme. Rapport de mission d'appui à l'Unité de Lutte contre les Glossines dans le cadre du Projet National de Développement de l'Élevage. Ministère du Développement Rural, République Centrafricaine. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 65 p.
- CUISANCE D., CAILTON P., KOTA-GUINZA A., N'DOKOUÉ F., POUNÉKROZOU E., DEMBA D., 1991. Lutte contre *Glossina fuscipes fuscipes* par piégeage chez les éleveurs Mbororo de République Centrafricaine. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (1) : 81-89.
- CUISANCE D., GOUTEUX J.P., CAILTON P., KOTA-GUINZA A., N'DOKOUÉ F., POUNÉKROZOU E., DEMBA D., 1992. Problématique d'une lutte contre les glossines pour la protection de l'élevage zébu en République Centrafricaine. *Mém. Soc. r. belge Ent.*, 35 : 103-110.
- D'AMICO F., 1993. Rôle de *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead, 1910 dans la transmission des trypanosomoses bovines en Afrique centrale. Le cas de la zone d'élevage d'Ouro-Djafoun (République Centrafricaine). Thèse doct., Université Montpellier II, France, 267 p.
- D'AMICO F., GOUTEUX J.P., CUISANCE D., MAINGUET M., POUNÉKROZOU E., N'DOKOUÉ F., LE GALL F., 1992. Epidémiologie des trypanosomoses bovines en République Centrafricaine : évaluation de l'importance de la vection mécanique. In: Premier séminaire international sur les trypanosomoses animales non transmises par les glossines, Annecy, France, 14-16 octobre 1992.
- DESROTOUR J., 1967. Les pasteurs Bororo et leurs troupeaux. Organisation. Modes de vie. Modes d'élevage. In : Lacrouts M., Sarniguet J., Tyc J. eds, Le cheptel bovin de la République Centrafricaine. Production, commercialisation, perspectives d'avenir. Paris, France, Secrétariat d'Etat aux Affaires Étrangères chargé de la Coopération (République française) ; Bangui, RCA, Ministère du Développement (République Centrafricaine), p. 287-297.
- FINELLE P., 1957. Les trypanosomoses bovines dans l'ouest de l'Oubangui-Chari. Essai de traitement par le bérénil. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 10 : 231-247.
- FRANQUIN P., DIZIAIN R., COINTEPAS J.P., BOULVERT Y., 1988. Agrocimatologie du Centrafrique. Paris, France, ORSTOM éditions. (collection Initiations, Documentations techniques n° 71)
- GOUTEUX J.P., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. II. Caractéristiques du piège bipyramidal. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (3) : 295-299.
- GOUTEUX J.P., CUISANCE D., DEMBA D., N'DOKOUÉ F., LE GALL F., 1991. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. I. Mise au point d'un piège adapté à un milieu d'éleveurs semi-nomades. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 44 (3) : 287-294.
- HUGUENIN J., BEDOGO B., 1990. Projet de préservation des pâturages des régions Est de la République centrafricaine contre l'invasion par *Chromolaena odorata*. Bangui, RCA, ANDE, Service de Malherbiologie agropastorale. 18 p. (rapport)
- ITARD J., 1981. Les trypanosomoses animales africaines. In : Précis de parasitologie vétérinaire tropicale. Tome II. Paris, France, Ministère de la Coopération et du Développement, p. 303-369. (coll. Manuels et Précis d'élevage, 10)
- KINTZ D., 1988. Les éleveurs centrafricains. Leurs caractéristiques sociologiques et linguistiques. Bangui, RCA, Projet National de Développement de l'Élevage, 89 p. (rapport)
- KOTA-GUINZA A., 1986. Mise en place des pharmacies vétérinaires villageoises et analyse de l'activité des premiers groupements d'intérêt pastoraux de la République Centrafricaine. Maisons-Alfort, France, IEMVT, 64 p. (mémoire DESS)
- LEAK S.G.A., AWOME K., COLARDELLE C., DUFFERA W., FERON A., MAHAMED B., MAWUENA K., MINENGU M., MULUNGO M., NANKODABA G., ORDNER G., PELO M., SHERIA M., TIKUBET G., TOURE M., YANGARI G., 1988. Determination of tsetse challenge and its relationship with trypanosome prevalence in trypanotolerant livestock at sites of the African Trypanotolerance Livestock Network. In: Livestock Production in Tsetse Affected Areas of Africa, Proc. Meet., Nai-

robi, Kenya, 23rd-27th November 1987. Nairobi, Kenya, ILCA/ILRAD, p. 43-54.

22. LE GALL F., N'DOKOUÉ F., MAINGUET M., 1992. Résultats d'une enquête large réalisée sur 27 secteurs d'élevage en RCA (1991) : maladies transmises par les tiques et trypanosomes. Espèces vectrices, coûts des mortalités et traitements. Bangui, RCA, DSARA/ANDE. (rapport)

23. LE GALL F., BLANC F., GOUTEUX J.P., MAINGUET M., CUISANCE D., LEMESRE J.L., NITCHEMAN S., CAVALEYRA M., D'AMICO F., POUNÉKROZOU E., N'DOKOUÉ F., 1995. La lutte par piégeage contre *Glossina fuscipes fuscipes* pour la protection de l'élevage en République centrafricaine. IV. Impact entomologique, parasitologique et zootechnique. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 48 (2) :161-169.

24. LE MASSON C., 1985. Les éleveurs Mbororo de l'Ombella-M'Poko. Approvisionnement vivrier - Budget familial - Commerce des produits laitiers. Bangui, RCA, Ministère du Développement Rural, Projet de Développement de la Région Ouest, 75 p.

25. LE MASSON C., REMAYEKO A., 1990. Les éleveurs Mbororo : étude socio-économique. Bangui, RCA, Agence Nationale de Développement de l'Élevage, 227 p. (rapport)

26. LUCKINS A.G., 1992. Methods for diagnosis of trypanosomiasis in livestock. *Wld Anim. Rev.*, 70/71: 15-20.

27. MATHIEU R., 1988. Mode d'utilisation des pâturages de saison des pluies par les éleveurs Mbororo dans la région de Bossembélé (République centrafricaine). Toulouse, France, ESAP, 57 p. + annexes. (rapport de stage)

28. MURRAY M., MURRAY P.K., McINTYRE W.I.M., 1977. An improved parasitological technique for the diagnosis of african trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 71: 325-326.

29. NANKODABA G., COULIBALY L., HECKER P., LEAK S.G.A., SCHUETTERLE A., 1988. Trypanosome prevalence in cattle herds exposed to a range of tsetse challenge levels in northern Côte d'Ivoire. In: Livestock Production in Tsetse Affected Areas of Africa, Proc. Meet., Nairobi, Kenya, 23rd-27th November 1987. Nairobi, Kenya, ILCA/ILRAD, p. 55-69.

30. NANTULYA V.M., MUSOKE A., RURANGIRWA F.R., SAIGAR N., MINJA S.H., 1987. Monoclonal antibodies that distinguish *Trypanosoma congolense*, *T. vivax* and *T. brucei*. *Parasit. Immun.*, 9: 421-431.

31. NANTULYA V.M., LINDQVIST K.J., STEVENSON P., MWANGI E.K., 1992. Application of a monoclonal antibody-based antigen detection

enzyme-linked immunosorbent assay antigen (ELISA) for field diagnosis of bovine trypanosomiasis at Nguruman, Kenya. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 86 (3): 225-230.

32. PRIOUL C., 1971. Eleveurs nomades et paysans sédentaires dans le nord-ouest centrafricain. *Trav. Docum. Géogr. trop.*, 3 : 1-42.

33. RAWLINGS P., DWINGER R.H., SNOW W.F., 1991. An analysis of survey measurements of tsetse challenge to trypanotolerant cattle in relation to aspects of analytical models of trypanosomiasis. *Parasitology* 102: 371-377.

34. RAWLINGS P., WACHER T.J., SNOW W.F., 1994. Cattle-tsetse contact in relation to the daily activity patterns of *Glossina morsitans submorsitans* in The Gambia. *Med. vet. Ent.*, 8 (1): 57-62.

35. ROGERS D.J., 1985. Trypanosomiasis "risk" or "challenge": a review. *Acta trop.*, 42: 5-23.

36. ROWLANDS G.J., WUDYALEW MULATU, AUTHIÉ É., D'IETTEREN G.D.M., LEAK S.G.A., NAGDA S.M., PEREGRINE A.S., 1993. Epidemiology of bovine trypanosomiasis in the Ghibe valley, southwest Ethiopia. 2. Factors associated with variations in trypanosome prevalence, incidence of new infections and prevalence of recurrent infections. *Acta trop.*, 53: 135-150.

37. SILLANS R., 1958. Les savanes de l'Afrique Centrale. Paris, France, Lechevalier.

38. SNOW W.F., RAWLINGS P., CLAXTON J.R., MILLIGAN P.J., 1989. Facets of challenge. In: 25th British Society of Parasitology Trypanosomiasis Seminar, Glasgow, United Kingdom, 13-15 September 1989.

39. WACHER T.J., 1989. Host movement and population dynamics of tsetse flies. In: 25th British Society of Parasitology Trypanosomiasis Seminar, Glasgow, United Kingdom, 13-15 September 1989.

40. WACHER T., RAWLINGS P., JEANIN P., 1988. Glossine et trypanosomes chez les bovins : leurs rapports avec les régimes de pâturage et leur importance. In: Livestock Production in Tsetse Affected Areas of Africa., Proc. Meet., Nairobi, Kenya, 23rd-27th November 1987. Nairobi, Kenya, ILCA/ILRAD, p. 78-81.

41. YVORÉ P., DESROTOUR J., LAURENT J., FINELLE P., 1962. Essai d'assainissement d'une zone infestée par *Glossina fuscipes fuscipes* Newstead en République centrafricaine. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 15 (4) : 403-410.

D'AMICO (F.), POUSSINGA (J.M.), LE MASSON (C.), LE MASSON (A.), CUISANCE (D.). Mbororo pastoral practices and bovine trypanosomiasis in an area of wet savannah of the Central African Republic. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 203-212

A study was undertaken to understand i) the organization of the pastoral space of the Mbororo cattle breeders in the Central African Republic and ii) the spatial movements of their zebu cattle inside this space. Besides the breeder's encampment, the pastoral space is divided into three main areas: the cattle rest area, the cattle's watering place and the pasture which is criss-crossed by numerous paths. This investigation reveals that the use of the pastoral space is based on a spatial and temporal segregation of the movements of the zebu cattle. In the wet savannahs of the Central African Republic where *Glossina fuscipes fuscipes* Newst. 1910 is the main vector of bovine trypanosomiasis the authors emphasize that a thorough examination of the pastoral strategies provides further elements for a comprehensive understanding of the epidemiology of *nagana*. For example, the differential management of calves and adult cattle is probably an important epidemiological factor.

Key words : Cattle - Zebu cattle - Trypanosomiasis - *Glossina fuscipes fuscipes* - Epidemiology - Pastoralism - Pastoral society - Rangelands - Transhumance - Central African Republic.

D'AMICO (F.), POUSSINGA (J.M.), LE MASSON (C.), LE MASSON (A.), CUISANCE (D.). Prácticas de pastoreo Mbororo y tripanosomiasis bovinas en una zona de savanas húmedas de República centroafricana. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 203-212

El estudio se llevó a cabo sobre la distribución del espacio pastoril por parte de los criadores Mbororo de República centroafricana, así como los movimientos de los cebúes rojos. Además del campamento de los criadores, este espacio está dividido en tres partes principales : área de reposa, abrevadero y pastizal atravesado de senderos. La utilización reposa sobre una segregación espacial y temporal de los desplazamientos de los animales. En el contexto particular de las savanas húmedas del centro de la República centroafricana, en donde la especie *Glossina fuscipes fuscipes* Newst. 1910 es el vector principal de la tripanosomiasis bovinas, los autores demuestran que el conocimiento profundo de las prácticas pastoriles, aporta nuevos elementos a la comprensión de la epidemiología del *nagana*. De esta manera, el comportamiento diferencial de los terneros con respecto a los adultos es aparentemente un factor epidemiológico capital.

Palabras clave : Bovino - Cebú - Tripanosomiasis - *Glossina fuscipes fuscipes* - Epidemiología - Pastoralismo - Sociedad pastoral - Tierras de pastos - Trashumancia - República centroafricana.

Les ligneux fourragers du Nord-Cameroun.

I. Inventaire et phénologie

J. Onana ¹

ONANA (J.). Les ligneux fourragers du Nord-Cameroun. I. Inventaire et phénologie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, 48 (2) : 213-219

Une soixantaine d'espèces ligneuses ont été inventoriées dans les savanes du Nord-Cameroun comme entrant dans l'alimentation des ruminants domestiques. La phénologie de certaines d'entre elles a été suivie tant sur parcours naturels qu'en plantation pendant 4 ans. De cette étude, il ressort que les arbres et arbustes les plus exploités sont par ordre de préférence : *Ficus sycomorus*, *Daniellia oliveri*, *Azelia africana* pour ce qui est du feuillage, *Acacia albida*, *Dichrostachys cinerea*, *Prosopis africana* pour ce qui est des fruits. Les fleurs de *Daniellia oliveri*, *Pterocarpus erinaceus*, *Bombax costatum* sont également très appréciées. *Ficus sycomorus*, *Pericopsis laxiflora*, *Daniellia oliveri* et *Detarium microcarpum* présentent en outre une phénologie en milieu naturel compatible avec une exploitation optimale du feuillage pendant la période de soudure alimentaire.

Mots clés : Plante ligneuse - Phénologie - Alimentation - Cameroun.

INTRODUCTION

Les pâturages naturels à base de Graminées fournissent l'essentiel du fourrage consommé par les herbivores domestiques du Nord-Cameroun au cours de la saison sèche. Ces fourrages sont souvent de qualité médiocre, ou réduits à néant par les feux de brousse. Il en résulte un accroissement relatif de l'utilisation du fourrage aérien et des sous-produits agricoles et agro-industriels dans la ration alimentaire. L'extension des surfaces cultivées aux dépens des écosystèmes pastoraux (figure 1), la mauvaise gestion des ressources pastorales et la faible régénération des espèces surexploitées aggravent cette situation.

La présente étude a été entreprise pour connaître les potentialités fourragères des ligneux des savanes du Nord-Cameroun et pour comprendre leurs modes d'exploitation traditionnels. Ces connaissances sont indispensables à la conception de toute action ayant pour objectif le maintien et l'amélioration des formations pastorales et/ou l'accroissement des productions fourragères ligneuses. Cette étude sera poursuivie par l'analyse des potentialités fourragères des groupements ligneux de la région, et des stratégies de reboisement ou de régénération en milieu naturel de certaines espèces. Une étude de la croissance en plantation de quelques espèces est déjà en cours.

1. Institut de Recherches zootechniques et vétérinaires (IRZV), Station de Garoua, BP 1073, Garoua, Cameroun.

Reçu le 30.4.1993, accepté le 30.8.1995.



Figure 1 : Abattage systématique des petits arbres et arbustes lors de la création d'un champ de coton sur la piste de Tchéboa-Touroua. Les ligneux abattus servent à alimenter les feux destinés à éliminer les individus de plus grands diamètres. (Cliché Onana, mars 1993.)

MATÉRIELS et MÉTHODES

Le milieu d'étude

Les inventaires et les suivis phénologiques ont été effectués pendant la période allant de janvier 1989 à août 1993 dans la province du Nord-Cameroun entre 9° et 10° de latitude nord et 13° et 14° 05' de longitude est (figure 2). Le milieu d'étude marque la transition entre les savanes soudano-sahéliennes plus au nord et les savanes soudano-guinéennes plus au sud, ce qui explique la présence des espèces rencontrées dans les deux zones bioclimatiques.

Le diagramme ombrothermique (figure 3) indique les conditions climatiques moyennes au niveau de la station météorologique nationale de Garoua. Les plantations ont été réalisées sur sols ferrugineux (3) à la Station de recherches zootechniques et vétérinaires de Garoua située à Sanguéré-Paul à 10 km au sud - sud-est de Garoua.

L'inventaire des ligneux fourragers de saison sèche

Quatre méthodes complémentaires ont été utilisées.

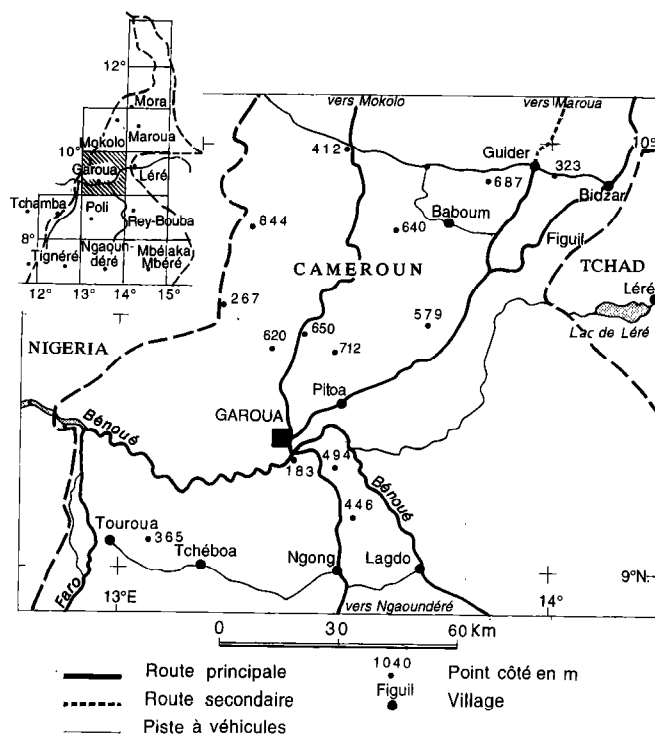


Figure 2 : Voies de pénétration et lieux cités.

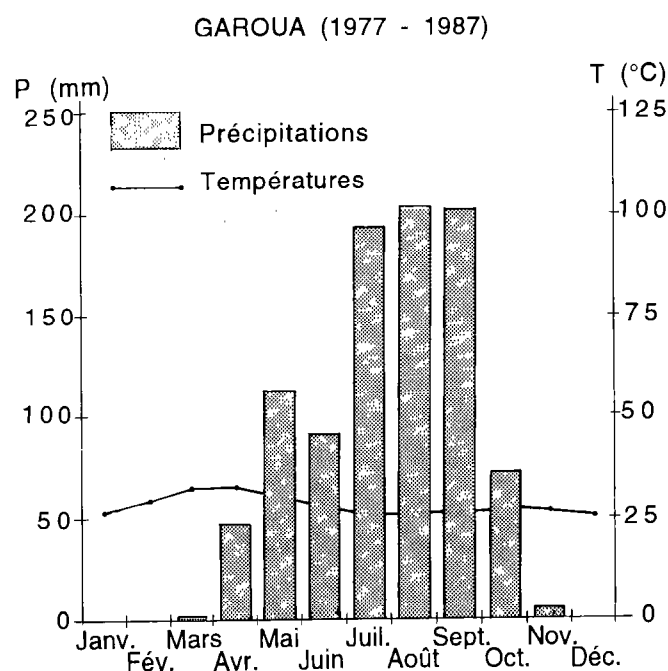


Figure 3 : Diagramme ombrothermique de Gausson pour la station de Garoua. Moyennes sur onze ans (1977-1987).

Enquête sur l'approvisionnement en fourrage de la ville de Garoua

Cette enquête était destinée à faire l'inventaire de toutes les espèces fourragères commercialisées dans la ville de Garoua en saison sèche. Elle a consisté à :

- identifier pendant deux jours successifs (de 8h 30 à 14h 30) toutes les deux semaines pendant une période de trois mois, les espèces commercialisées aux marchés à bétail et aux points de vente de fourrage de la ville;
- recenser à l'entrée du pont sur la Bénoué (seul point d'entrée dans la partie Sud de la ville) les espèces fourragères entrant dans la ville. Quelques enquêtes ont également été réalisées au niveau du marché de Guidér.

Suivi des animaux au pâturage

Des troupeaux ont été suivis pendant la saison sèche dans plusieurs localités environnantes ; on a noté à intervalles de temps réguliers de 15 min les espèces ligneuses consommées, ainsi que les organes de plantes prélevés par une vingtaine d'animaux pris au hasard dans les troupeaux le long des parcours.

Observations des dégâts sur les végétaux

Toutes les espèces ligneuses présentant des traces de prélèvements (coups de dents sur les feuilles et jeunes rameaux, ébranchages) ont été identifiées au cours de différentes prospections. Les échantillons botaniques des espèces n'ayant pas été rencontrées sur les marchés à bétail ou lors des suivis de troupeaux au pâturage étaient récoltés et soumis à l'appréciation des éleveurs¹.

Identification des graines contenues dans les fèces

La carpothèque de la station IRZV de Garoua dispose des échantillons de fruits de nombreux arbres et arbustes fourragers locaux. Cinq kilogrammes de fèces de caprins, d'ovins et de bovins ont été prélevés dans une quarantaine d'élevages et, par délitage dans l'eau, une extraction de toutes les semences qui s'y trouvaient a été réalisée. Les espèces végétales dont les fruits sont consommés ont par la suite été identifiées par comparaison avec les échantillons de la carpothèque et avec les planches en couleur disponibles dans la littérature (15).

L'étude phénologique

Parmi les multiples stades de développement exposés dans la littérature (10, 11), ceux décrits par Grouzis et

1. Les ligneux sont aussi ébranchés dans la zone d'étude pour collecter le bois de chauffage et le bois de construction.

TABLEAU I
Stades phénologiques (d'après (2))

Stades	Phase de feuillaison	Phase de floraison	Phase de fructification
1	Gonflement des bourgeons foliaires	Bourgeons floraux uniquement	Nouaison
2	Début d'épanouissement des feuilles	Début d'épanouissement des fleurs	Croissance du fruit jusqu'à sa taille maximale
3	Plus de 50 p. 100 de feuilles épanouies	Plus de 50 p. 100 de fleurs épanouies	Maturité du fruit
4	Plus de 50 p. 100 de feuilles flétries	Pourcentage fleurs épanouies > pourcentage fleurs sèches	Fruits mûrs et début de dessiccation
5	Feuilles sèches > 50 p. 100 et chute	Fleurs sèches > 50 p. 100 et chute des pièces florales	Fruits entièrement secs et dissémination

Sicot (2) (tableau I) répondent bien aux préoccupations des auteurs dont les observations ont porté sur une vingtaine d'individus appartenant à la classe médiane de l'histogramme de structure de chaque population étudiée. Les données ont été recueillies sur plusieurs sites répartis entre les latitudes 9°N et 10°N. Trois d'entre eux, Tchéboa, Sanguéré-Paul, Mokorvong (figure 2) ont été régulièrement suivis tous les mois pendant 4 ans alors que des observations sporadiques étaient effectuées dans d'autres localités.

En prenant comme repère temporaire au cours d'un cycle de douze mois le début de la saison sèche, les comportements phénologiques des espèces ont été classés en s'appuyant sur les critères ci-après : période de floraison, période de feuillaison, durée des phases de reproduction et de végétation et leur décalage éventuel dans le temps.

RÉSULTATS et DISCUSSION

Inventaires

Les tableaux II et III indiquent les ligneux fourragers recensés dans les parcours étudiés ainsi que les organes consommés. Les quatre méthodes ont permis d'estimer la fréquence d'utilisation des feuilles de chaque espèce. Celle-ci a été exprimée en indice selon une échelle allant de 1 (prélèvement accidentel) à 5 (organes recherchés). Compte tenu de la faible contribution des jeunes tiges et des fleurs (en terme de quantité) dans le régime alimen-

TABLEAU III
Liste des ligneux fourragers dont les fruits sont les principaux organes consommés. Les feuilles sont également consommées à des degrés divers

Espèces végétales	Cote d'appétibilité des fruits		
	Ovins	Caprins	Bovins
<i>Acacia albida</i> ^{3b}	5 ^{1c}	5c	5c
<i>Acacia polyacantha</i>	4b	4b	2c
<i>Acacia sieberana</i>	4b	4b	3b
<i>Annona senegalensis</i> ^{3a}	3c	3b	1c
<i>Vitex doniana</i> ^{3a}		2b	
<i>Balanites aegyptiaca</i> ^{2, 3a}	5a	5a	3b
<i>Dichrostachys cinerea</i> ^{3b}	5c	5c	5c
<i>Ficus capensis</i>	2c	2c	1c
<i>Ficus sycomorus</i>	5c	5c	5c
<i>Grewia bicolor</i>	4c	4c	4c
<i>Grewia flavescens</i>	2c	2c	2c
<i>Piliostigma reticulatum</i>	4b	4b	3b
<i>Piliostigma thonningii</i>	4b	4b	4b
<i>Proscopis africana</i> ^{3b}	5a	5a	5a
<i>Tamarindus indica</i> ^{3a}	3b	3b	1b
<i>Ziziphus abyssinica</i>	3b	3b	1c
<i>Ziziphus mauritiana</i> ^{3b}	4a	4b	1c
<i>Ziziphus spina-christi</i>	1c	1c	1c

1. La cote d'appétibilité des fruits croît de 1 = consommation accidentelle à 5 = espèce recherchée. Elle est suivie d'un caractère alphabétique représentant l'abondance relative des graines dans les fèces (a = très abondantes ; b = régulières ; c = rares). 2. Les feuilles sont également très appréciées. 3. Les fruits sont vendus en ville (3a = pour l'alimentation humaine ; 3b = pour l'alimentation des animaux).

taire des animaux, celles-ci ont simplement été signalées dans les tableaux.

Les quantités de semences contenues dans les fèces dépendent non seulement de la quantité de fruits consommée sur les parcours (très variable²) mais aussi de leur digestibilité. Il n'a donc paru ni utile, ni rigoureux de tenter d'évaluer ces quantités en termes de proportions.

Phénologie

Fournier en 1991 (1) a mis en évidence 11 classes phénologiques chez les plantes ligneuses et herbacées d'Afrique de l'Ouest dont huit se rapportent aux ligneux bas plus les herbacées, et trois aux arbres et arbustes. Ces trois dernières classes sont définies comme suit :

- les ligneux à floraison de saison sèche (l'auteur les qualifie également d'espèces à floraison précoce), produisent leurs fleurs en même temps que leurs jeunes feuilles ou très peu de temps après (fin de saison sèche) ;
- les ligneux à floraison tardive fleurissent et fructifient au contraire en saison des pluies ou même en début de saison sèche ;

2. Les effets du peuplement, de sa maturité sexuelle, des pratiques des bergers, etc., sont à considérer.

TABLEAU II
Liste des ligneux fourragers dont les feuilles sont les principaux organes consommés

Espèces végétales	Méthode ¹ d'inventaire	Cote d'appétibilité des feuilles		
		Ovins	Caprins	Bovins
<i>Acacia ataxacantha</i>	b	1b ²	1ab	1b
<i>Acacia gerrardii</i>	b	1b	1ab	1b
<i>Acacia nilotica</i>	b	2b	2ab	1b
<i>Acacia senegal</i>	b	1b	2ab	1b
<i>Andansonia digitata</i>	bc	3b	5ab	3b
<i>Afzelia africana</i> ³	ab	5ab	5ab	3b
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	b	2b	3ab	2b
<i>Bombax costatum</i> ³	b	3b	3ab	3b
<i>Boscia senegalensis</i>	b	1bc	1bc	1bc
<i>Bridelia scleroneura</i>	b	—	2ab	—
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	bc	4bc	4abc	2bc
<i>Calotropis procera</i> (fleurs seules)	b	3b	—	—
<i>Cochlospermum planchoni</i>	b	—	4b	1b
<i>Cochlospermum tinctorium</i>	b	—	3abc	1b
<i>Combretum aculeatum</i>	bc	4bc	5abc	2bc
<i>Combretum collinum</i>	b	—	2bc	—
<i>Commiphora africana</i>	b	2b	2ab	—
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	bc	2bc	2abc	1bc
<i>Dantellia oliveri</i> ³	abc	3bc	3abc	3bc
<i>Detarium microcarpum</i>	b	2b	2b	2b
<i>Diospyros mespiliformis</i>	b	1bc	1bc	1b
<i>Entada africana</i>	b	1b	2ab	1b
<i>Feretia apodanthera</i>	bc	3b	4ab	3b
<i>Gardenia aqualla</i>	bc	—	3abc	1bc
<i>Grewia tenax</i>	b	2b	2b	2b
<i>Guira senegalensis</i>	b	1bc	3bc	1bc
<i>Khaya senegalensis</i>	abc	3bc	3abc	3bc
<i>Kigelia africana</i>	bc	3bc	3bc	3bc
<i>Lonchocarpus laxiflorus</i>	abc	4b	4b	3b
<i>Maerua crassifolia longepedunculata</i>	bc	2b	2ab	2b
<i>Maytenus senegalensis</i>	b	—	3b	1b
<i>Pericopsis laxiflora</i>	abc	3bc	3bc	3bc
<i>Pterocarpus erinaceus</i> ³	abc	4b	4b	4b
<i>Sclerocarya birrea</i>	b	2b	2b	1b
<i>Securidaca longepedunculata</i>	b	1b	1b	1b
<i>Securinea virosa</i>	b	1b	3b	—
<i>Sterculia setigera</i>	b	3c	3c	1c
<i>Sterospermum kunthianum</i>	abc	4bc	4abc	4bc
<i>Strychnos innocua</i>	b	1b	1b	1b
<i>Strychnos spinosa</i>	b	2b	2b	1b
<i>Terminalia avicennioides</i>	b	2b	2b	1b
<i>Terminalia laxiflora</i>	b	—	1b	—
<i>Vitex simplicifolia</i>	abc	3bc	3abc	3bc
<i>Ximenia americana</i>	b	—	3b	1b

1. Méthodes ayant permis de mettre l'espèce fourragère en évidence : a = enquête dans les marchés en ville ; b = suivi des animaux au pâturage ; c = dégâts sur les végétaux. 2. La cote d'appétibilité croît de 1 = consommation occasionnelle à 5 = espèce recherchée ; il est suivi d'un ou plusieurs caractères alphabétiques indiquant la période de l'année d'utilisation par l'espèce animale (a = saison des pluies ; b = début de la saison sèche ; c = pleine saison sèche). 3. Les fleurs sont également très recherchées.

- les ligneux à période de reproduction étalée chez lesquels les individus en fleurs et en fruits se rencontrent pendant presque toute l'année.

Mais ces classes sont trop imprécises pour servir de base à une gestion des pâturages aériens. Une nouvelle classification est donc proposée, fondée sur la notion de

groupe et de classe, au nombre de trois et six respectivement. Les phénogrammes des espèces types de chaque classe sont regroupés dans la figure 4.

La succession dans le temps des phases végétative et de reproduction, permet de distinguer trois groupes phénologiques :

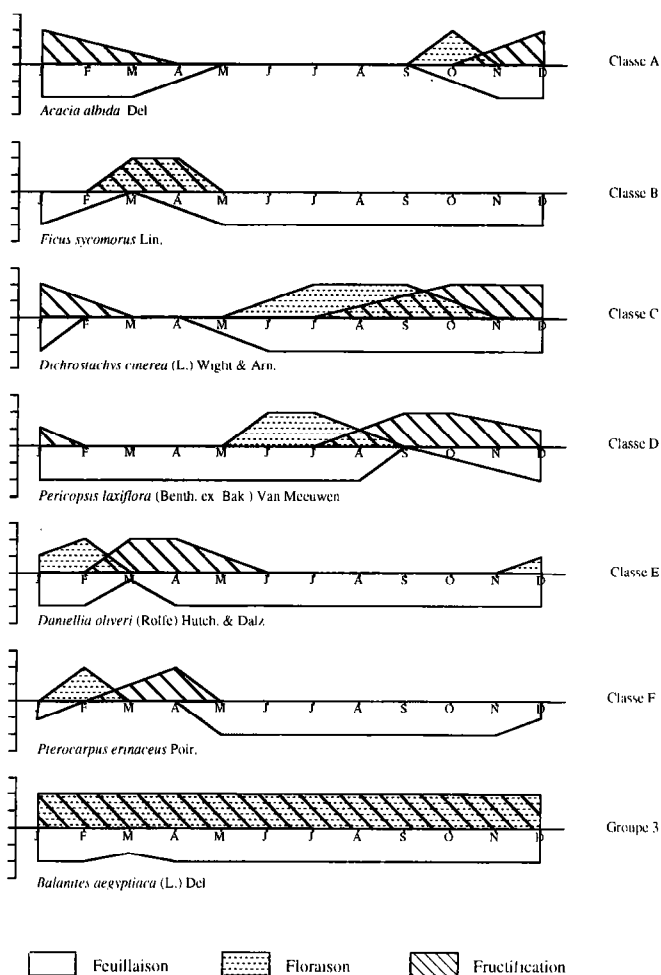


Figure 4 : Phénogrammes moyens des espèces caractéristiques des classes phénologiques.

Groupe 1 : les espèces à floraison et feuillaison concomitantes

Ce groupe englobe toutes les plantes dont la feuillaison et la floraison débutent à la même période de l'année (décalage inférieur à un mois). Il correspond à la première classe de Fournier (1). Trois classes ont été mises en évidence à l'intérieur de ce groupe en tenant compte, d'une part de la saison du début des phases de reproduction et de végétation et, d'autre part, de leur durée.

Classe A : phénologie du type *Acacia albida*

Les plantes de cette classe passent toute la saison des pluies défeuillées, sans fleurs, ni fruits. Ces derniers arrivent à maturité pendant les premiers mois de la saison sèche et sont récoltés au crochet ou en secouant les branches. La consommation par les animaux se fait sur place s'ils ne sont pas ramassés pour être commercialisés. Les animaux contribuent à la dissémination des graines sur les parcours.

On reconnaît à *Acacia albida*, espèce caractéristique de la classe, certaines vertus médicamenteuses dans la pharmacopée traditionnelle locale ; jouissant en plus d'une certaine protection, elle se retrouve en abondance dans les parcs arborés (13).

Classe B : phénologie du type *Ficus sycomorus*

Chez les plantes de cette classe, la floraison et la feuillaison ont lieu en pleine saison sèche. La phase de reproduction (de la floraison à la dissémination des graines) se déroule entièrement pendant le reste de la saison sèche alors que la phase végétative se poursuit sur 11 à 12 mois.

L'exploitation des feuilles s'effectue en milieu traditionnel, soit avant la formation des fruits (exploitation des feuilles de la saison précédente), soit après ou pendant leur maturation (exploitation des feuilles de l'année).

Classe C : phénologie du type *Dichrostachys cinerea*

En zone soudano-sahélienne, les premières pluies ne correspondent pas toujours à l'installation effective de la végétation herbacée. Elles permettent cependant le redémarrage végétatif de nombreuses espèces ligneuses dont certaines fleurissent peu de temps après. La floraison et la fructification peuvent se poursuivre pendant toute la saison des pluies. La maturité des fruits a lieu au début de la saison sèche et ceux-ci sont consommés par les animaux à l'état sec, ce qui constitue une bonne possibilité de dissémination des graines en transit dans le tube digestif. Outre *Dichrostachys cinerea*, on peut citer : *Acacia senegal*, *Pterocarpus lucens*, *Prosopis africana*, *Anogeissus leiocarpus*.

Groupe 2 : espèces à floraison et feuillaison décalées dans le temps

Les espèces de ce groupe ont la particularité de présenter les phases végétative et reproductrice se succédant dans le temps. Dans certains cas, l'une des phases a lieu entièrement pendant la saison sèche et l'autre en saison des pluies. On a distingué trois classes.

Classe D : phénologie du type *Pericopsis laxiflora*

La feuillaison des espèces de ce groupe a lieu dès le début de la saison sèche alors que la floraison a lieu dès les premières pluies même si la saison n'est pas encore bien installée. Les fruits arrivent à maturité en fin de saison des pluies. On peut également citer *Azelia africana*.

Classe E : phénologie du type *Daniellia oliveri*

Les espèces de ce groupe fleurissent en début de saison sèche alors que les individus portent encore les feuilles du cycle phénologique antérieur. La feuillaison a lieu en pleine saison sèche peu avant la maturation des fruits et peut se poursuivre pendant la saison des pluies. Les espèces de cette classe tout comme celles de la classe précédente portent des feuilles toute l'année. L'exemple type est *Daniellia oliveri*. Chez cette espèce, on note une

J. Onana

poussée foliaire au cours de la saison des pluies expliquant en grande partie les deux périodes de chute des feuilles observées en saison sèche.

Classe F : phénologie du type *Sterculia setigera*

Chez les espèces appartenant à cette classe, la chute des feuilles a lieu précocement dès les premiers mois de la saison sèche. La succession des stades est généralement très synchronisée à l'intérieur d'une population et marque souvent profondément le paysage. Les individus d'une population peuvent être dénombrés à certaines périodes de l'année au milieu de la végétation sur des bases purement physiologiques : jaunissement des feuilles avant leur chute chez *Sterculia setigera*, fleurs jaunes chez *Pterocarpus erinaceus*, fleurs rouges chez *Bombax costatum*, fleurs violacées chez *Stereospermum kunthianum*,...

L'intervalle de temps séparant les phases de floraison et de fructification est variable selon les espèces : une semaine chez *Lonchocarpus laxiflorus*, deux à trois semaines chez *Pterocarpus erinaceus* et *Stereospermum kunthianum*, plus d'un mois chez *Sterculia setigera*, *Lannea cf. fruticosa*, *Lannea acida* et *Bombax costatum*.

Les espèces de cette classe passent une bonne partie de la saison sèche défeuillées, portant uniquement des fleurs ou des fruits. Bien qu'appréciées par les animaux, elles n'ont pour la plupart qu'un rôle très limité dans l'alimentation du cheptel à cause de la faible quantité de feuilles disponibles sur les individus au cours de la période de soudure. Sont apparentées à cette classe en zone soudano-sahélienne les espèces suivantes : *Boswellia dalzielii*, *Boswellia papyrifera*, *Commiphora africana*.

Groupe 3 : les espèces à période de reproduction étalée

Pour ce groupe, des individus en fleurs et en fruits se rencontrent pendant presque toute l'année dans la zone d'étude. Les exemples les plus typiques sont : *Guiera senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*. Le renouvellement des feuilles est également étalé. Le faible nombre d'espèces correspondant à cette description n'a pas permis de distinguer plusieurs classes dans ce groupe.

CONCLUSION

La flore fourragère ligneuse inventoriée dans la zone d'étude a déjà été décrite en grande partie dans des travaux de synthèse régionaux en Afrique. Ces travaux abordent des aspects variés tels que la composition chimique (4, 8, 9), l'abondance relative des espèces, leur gestion (5, 6, 7, 8, 9, 14) et les techniques de plantation. D'autres travaux traitent de l'utilisation sélective des ligneux par les différentes espèces de ruminants domestiques (11).

Les travaux réalisés sur la phénologie des ligneux fourragers soudano-sahéliens du Nord-Cameroun constituent une base pouvant servir d'appui à des travaux plus généraux de classification des comportements biologiques des ligneux de cette zone agro-écologique. En effet, la fraction appétée de la flore ligneuse de la zone d'étude est loin d'englober toutes les familles existantes. De plus, au sein d'une même famille de plantes, les comportements phénologiques peuvent être très différents comme on vient de le voir pour deux Fabacées (*Pericopsis laxiflora* et *Pterocarpus erinaceus*).

Ces travaux montrent cependant que les ligneux peuvent être classés de plusieurs manières en fonction des attentes de l'utilisateur. Quel que soit le type d'exploitation envisagé, le souci du maintien du potentiel de production et de la pérennité des groupements végétaux exploités doit amener l'utilisateur à bien comprendre le fonctionnement de la communauté pour mieux la gérer.

Sur la base de leur appétibilité, les espèces présentant un intérêt fourrager certain pour le Nord-Cameroun sont : *Ficus sycomorus*, *Azelia africana*, *Pericopsis laxiflora*, *Piliostigma thonningii*, *Piliostigma reticulatum*, *Daniellia oliveri*, *Dichrostachys cinerea* et dans une moindre mesure *Detarium microcarpum*. La gestion de ces espèces en milieu naturel devrait se faire en tenant compte de la biologie de leur reproduction. Des essais d'exploitation doivent être réalisés sur les pépinières et plantations des services forestiers pour proposer aux vulgarisateurs des schémas de gestion compatibles avec les potentialités biologiques des espèces.

Remerciements

Nous tenons à remercier H.D. Klein (CIRAD-EMVT) pour ses suggestions utiles lors de la relecture du manuscrit et Y. Yello, technicien de recherche à la section Agrostologie de la Station de recherches zootechniques et vétérinaires de Garoua pour sa participation à la réalisation pratique de ce travail.

Bibliographie

- FOURNIER A., 1991. Phénologie, croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'Ouest. Variation selon un gradient climatique. Paris, France, ORSTOM, 312 p. (Coll. Etudes et Thèses)
- GROUZIS M., SICOT M., 1980. Une méthode d'étude phénologique des populations d'espèces ligneuses sahéliennes. Influences de quelques facteurs écologiques. In : Le Houérou (H.N.) ed, Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Papiers présentés au Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, Ethiopie, 8-10 avril 1980, et autres contributions. Addis-Abeba, Ethiopie, CIPEA, p. 231-237.
- HUMBEL F.X., BARBERY J., 1973. Carte pédologique du Cameroun : feuille de Garoua (échelle 1/200 000). Bondy, France, ORSTOM.
- LAMPREY H.F., HERLOCKER C.J., FIELD C.R., 1980. Les ligneux fourragers en Afrique de l'Est. In : Le Houérou (H.N.) ed, Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Papiers présentés au Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, Ethiopie, 8-10 avril 1980, et autres contributions. Addis-Abeba, Ethiopie, CIPEA, p. 33-55.

5. LAWTON R.M., 1980. Les fourrages ligneux de la forêt claire de Miombo. *In* : Le Houérou (H.N.) ed, Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Papiers présentés au Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, Ethiopie, 8-10 avril 1980, et autres contributions. Addis-Abeba, Ethiopie, CIPEA, p. 25-33.

6. LE HOUÉROU H.N., 1980. Les fourrages ligneux en Afrique du Nord. *In* : Le Houérou (H.N.) ed, Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Papiers présentés au Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, Ethiopie, 8-10 avril 1980, et autres contributions. Addis-Abeba, Ethiopie, CIPEA, p. 57-84.

7. LE HOUÉROU H.N., 1980. Le rôle des ligneux fourragers dans les zones sahélienne et soudanienne. *In* : Le Houérou (H.N.) ed, Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Papiers présentés au Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, Ethiopie, 8-10 avril 1980, et autres contributions. Addis-Abeba, Ethiopie, CIPEA, p. 85-101.

8. LE HOUÉROU H.N., 1980. Le rôle des ligneux fourragers dans la gestion des parcours. *In* : Le Houérou (H.N.) ed, Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Papiers présentés au Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, Ethiopie, 8-10 avril 1980, et autres contributions. Addis-Abeba, Ethiopie, CIPEA, p. 323-333.

9. LE HOUÉROU H.N., 1980. Les plantations d'arbres et arbustes fourragers : techniques d'implantation et de gestion. *In* : Le Houérou (H.N.) ed, Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Papiers présentés au Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, Ethiopie, 8-10 avril 1980, et autres contributions. Addis-Abeba, Ethiopie, CIPEA, p. 345-352.

ONANA (J.). Browse trees of North-Cameroon. I. Inventory and phenology. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (2) : 213-219

Approximately sixty species of woody plants were identified as fodder sources for domestic ruminants in the savannah region of North-Cameroon. The phenology of a number of these species was also observed both in their natural milieu and on a trial plot for 4 years. From this study it could be seen that the most used trees and shrubs by order of preference are: *Ficus sycomorus*, *Daniellia oliveri*, *Azelia africana*, for leaves; and *Acacia albida*, *Dichrostachys cinerea*, *Prosopis africana* for fruits. Flowers from *Daniellia oliveri*, *Pterocarpus erinaceus* and *Bombax costatum* are also highly appreciated. *Ficus sycomorus*, *Pericopsis laxiflora*, *Daniellia oliveri* and *Detarium microcarpum* present a phenology in nature that is fairly compatible with optimal exploitation of leafage to bridge the gap during the forage tide-over period.

Key words: Woody plant - Phenology - Feeding - Cameroon.

10. MOONEY H.A., PEARSON D.J., 1974. Plant development in Mediterranean climates. *In*: Liethi (H.) ed, Phenology and seasonality modeling. Berlin, Germany, Springer verlag.

11. PIOT J., 1970. Pâturage aérien au Cameroun. Utilisation des ligneux par les bovins. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **23** (4) : 503-517.

12. PIOT J., NEBOUT J.-P., NANOT R., TOUTAIN B., 1980. Utilisation des ligneux sahéliens par les herbivores domestiques. Etude quantitative dans la zone sud de la mare d'Oursi (Haute-Volta). Maisons-Alfort, France, IEMVT, 217 p.

13. SEIGNOBOS C., 1978. Les systèmes de défense végétaux précoloniaux. Paysages des parcs et civilisations agraires (Tchad et Nord-Cameroun). *Annls Univ. Tchad*, 93 p.

14. TOUTAIN B., 1980. Le rôle des ligneux pour l'élevage dans les régions soudanaises de l'Afrique de l'Ouest. *In* : Le Houérou (H.N.) ed, Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Papiers présentés au Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, Ethiopie, 8-10 avril 1980, et autres contributions. Addis-Abeba, Ethiopie, CIPEA, p. 105-110.

15. VON MAYDELL H.J., 1983. Arbres et arbustes du Sahel. Eschborn, Allemagne, GTZ, 531 p.

16. WALKER B.H., 1980. Les ligneux fourragers en Afrique Australe. *In* : Le Houérou (H.N.) ed, Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances. Papiers présentés au Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abeba, Ethiopie, 8-10 avril 1980, et autres contributions. Addis-Abeba, Ethiopie, CIPEA, p. 7-25.

ONANA (J.). Plantas leñosas forrajeras del Norte de Camerún. I. Inventario y fenología. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1995, **48** (2) : 213-219

Se realizó el inventario de aproximadamente sesenta especies leñosas en las savanas del Norte de Camerún, consideradas como parte de la alimentación de los rumiantes domésticos. La fenología de algunas de ellas se siguió durante 4 años, tanto en los trayectos naturales como en plantaciones. El estudio demuestra que los árboles y arbustos más explotados son, por orden de preferencia : *Ficus sycomorus*, *Daniellia oliveri*, *Azelia africana*, en lo concerniente al follaje y *Acacia albida*, *Dichrostachys cinerea*, *Prosopis africana* en lo que respecta a los frutos. Las flores de *Daniellia oliveri*, *Pterocarpus erinaceus*, *Bombax costatum* son igualmente apreciadas. *Ficus sycomorus*, *Pericopsis laxiflora*, *Daniellia oliveri* y *Detarium microcarpum* presentan además una fenología en el medio natural comparable a la de una explotación ideal del follaje durante el período de consolidación alimenticia.

Palabras clave: Planta leñosa - Fenología - Alimentación - Camerún.

Note de lecture

L'éleveur, le zootechnicien et le sociologue

DARRÉ (J.P.), HUBERT (B.), LANDAIS (E.), LASSEUR (J.). Raisons et pratiques. Dialogue avec un éleveur ovin.

Dossier publié par la revue *Etudes rurales*, juillet-décembre 1993, (131-132) : 107-181.

La revue Etudes rurales a publié un dossier qui présente une double originalité sur le fond, comme nous le verrons ci-dessous, mais aussi dans la forme. Il est en effet inhabituel que les revues scientifiques consacrent près de 80 pages à un sujet unique. Le fait que cette prestigieuse publication du Laboratoire d'Anthropologie sociale de l'Ecole des Hautes études en sciences sociales, publiée avec le concours du CNRS, ouvre ainsi ses colonnes à un dossier consacré à l'élevage, méritait à lui seul l'attention des lecteurs de cette revue. Ajoutons que l'un des co-auteurs est un ancien chercheur du CIRAD-EMVT, et qu'un autre, chef du département SAD de l'INRA**, a récemment participé à l'évaluation de l'EMVT et a rédigé l'actualité du présent numéro.*

*De quoi s'agit-il*** ? D'un double dialogue :*

- entre un chercheur (zootechnicien) et un éleveur ;*
- entre des zootechniciens et un « sociologue » au sujet de l'interprétation que l'on peut faire de l'analyse du précédent dialogue.*

Comment se justifie cet exercice assez inhabituel ?

L'« entretien » entre chercheur et éleveur est la base même du travail du chercheur, dès lors qu'il s'intéresse à des exploitations agricoles réelles et non pas à des expériences de laboratoire ou à des statistiques. Les exploitations étant son terrain d'observation, il est normal qu'il y collecte son information et ses données, notamment en interrogeant l'éleveur. On est donc bien dans la situation élémentaire de toute recherche de terrain.

Cette situation banale et qui semble aller de soi conduit à se poser un problème de fond : celui de la validité des données recueillies, autrement dit de la fiabilité de l'information que le chercheur tire des réponses de l'éleveur.

Ceci pose la question de la qualité de la relation entre le chercheur et son interlocuteur. Il faut, dira-t-on, que le chercheur « mette l'éleveur en confiance » pour que

celui-ci ne « biaise » pas dans ses réponses et dise vraiment ce qui est et ce qu'il pense. On a longtemps cru qu'il suffisait que le chercheur se place dans ces conditions pour que les réponses obtenues soient objectives et le problème résolu.

Les analyses sociologiques, socio-linguistiques et ethnologiques nous ont appris que c'est là un point de vue assez sommaire, qu'il ne rend pas compte de la réalité d'une relation de ce genre.

Du côté du chercheur, il est admis que la représentation qui guide son questionnement est la grille d'analyse qu'il a en tête, c'est-à-dire une certaine construction mentale que nous pourrions qualifier de « rationnelle », par référence à la pensée de la science agronomique. Dans le cas présent, il s'agit du concept de « système d'élevage » qu'utilisent les zootechniciens de l'INRA-SAD, comme ceux du CIRAD-EMVT. Admettre cela, c'est accepter implicitement deux propositions :

1 - dire qu'il y a construction, c'est dire que le chercheur choisit dans le réel ce qui lui paraît important et l'organise selon un schéma qui lui semble judicieux. Sa représentation implique donc que d'autres soient possibles. N'avons-nous pas tous l'expérience des différences qui séparent les conceptions des uns et des autres, y compris entre chercheurs ?

2 - la représentation du chercheur, scientifiquement fondée, est d'une autre nature que celle de l'éleveur ; elle est considérée par le chercheur comme plus juste, plus objective, tant il est vrai qu'aux yeux des scientifiques, les représentations sociales apparaissent encore largement irrationnelles.

Or ce que l'on découvre de plus en plus, c'est qu'il existe bien une pensée de la pratique, c'est-à-dire que tout acteur – l'éleveur en l'occurrence – construit lui aussi l'univers de son action, et donc procède aux mêmes opérations mentales que le chercheur, mais dans d'autres conditions et sur la base d'une toute autre démarche, celle de sa propre expérience pratique. Ce sont ces représentations issues de la pratique que l'on tente à l'INRA-SAD de décrire sous le terme de « modèle d'action » des agriculteurs et des éleveurs.

*La question est de savoir quel statut donner à la pensée de la pratique par rapport à la pensée scientifique. Deux observations peuvent être faites à ce propos. La première, c'est que la réflexion scientifique peut être considérée comme n'étant rien d'autre que la pensée de la pratique scientifique et qu'il s'agit donc simplement de confronter deux démarches de même ordre. La seconde, c'est que cette pratique scientifique n'est pas en elle-même hors de la société****. Tout au contraire, la pensée agronomique*

* Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, département d'élevage et de médecine vétérinaire.

** Institut national de la recherche agronomique, département Systèmes agraires et Développement.

*** Le travail comprend 6 parties : une introduction, par J.P. Darré et B. Hubert ; une présentation des contextes et objectifs de l'étude par J. Lasseur et E. Landais ; la transcription intégrale du dialogue entre J. Lasseur et l'éleveur ; son analyse par J.P. Darré ; son commentaire par E. Landais et J. Lasseur ; une bibliographie complète l'étude.

**** E. Landais avait déjà développé ce point de vue, à propos de la recherche vétérinaire tropicale, dans un précédent article intitulé : « Sur les doctrines des vétérinaires coloniaux en Afrique noire », *Cahiers ORSTOM, sér. Sci. hum.*, 1990, 26 (1-2) : 33-71.

française contemporaine est particulièrement imprégnée du modèle productiviste qui a dominé l'agriculture et l'élevage dans leur phase de modernisation depuis les années 50. C'est parce que ce modèle est aujourd'hui profondément remis en cause que l'on découvre que les praticiens ont une pratique que l'on peut aussi qualifier de rationnelle, si l'on veut bien y voir un ajustement des moyens qui sont à leur disposition, pour des fins que sont les leurs.

Dès lors, l'entretien entre le chercheur et l'éleveur n'a plus seulement pour objectif de permettre au premier de collecter ses données pour en nourrir son propre modèle (à la fois analytique et normatif), mais de se servir de l'entretien pour découvrir le « modèle d'action » de l'éleveur. Ses questions ne visent donc plus à adapter au cas étudié un modèle préformé et supposé apte à rendre compte des comportements de tout « homo zootechnicus » (celui qui vise à satisfaire les besoins alimentaires de ses animaux pour leur permettre d'extérioriser au mieux leur potentiel de production, etc.). Elles doivent aussi conduire à expliciter la façon dont l'éleveur, dans les conditions de sa pratique, se pose ses propres questions et y apporte ses propres réponses. L'écart entre ce que pense et ce que fait l'éleveur d'une part, et ce que pense le zootechnicien de ce que l'éleveur devrait faire d'autre part, n'est plus apprécié par le chercheur en termes d'écart par rapport à la rationalité, donc d'erreur de l'éleveur. Il est analysé comme un décalage d'appréciation, qui pose question aux deux interlocuteurs et définit le champ d'un véritable dialogue, ce qui, aux yeux du sociologue, ne garantit d'ailleurs pas encore que celui-ci soit possible si le phénomène de domination symbolique n'est pas écarté.

En première analyse, cet exercice a de quoi surprendre, voire irriter les zootechniciens autant que les sociologues. En effet, pour les premiers, la parole de l'éleveur n'a tout simplement aucun statut dans le champ de sa science. Ce qui ne soulève pas de problème tant que l'on reste dans le domaine d'une discipline expérimentale, centrée sur l'animal. Le propos des auteurs n'intéressera donc que ceux qui ont accepté de modifier tout à la fois leur pratique et leur objet de recherche pour s'intéresser aux systèmes d'élevage et à leur gestion concrète par les éleveurs. Pour eux, la question est difficile, comme l'écrivent E. Landais et J. Lasseur (p. 166) : « tenus de construire leur démarche dans le cadre des règles du discours scientifique en vigueur dans leur domaine de recherche, ces chercheurs manifestent souvent une attitude ambivalente vis-à-vis d'un matériau dont ils savent ne pas pouvoir se passer, mais dont un souci de rigueur les pousse à se méfier – à juste titre –, puisqu'ils sont parfaitement conscients (...) de ce que le contenu factuel des assertions de leurs interlocuteurs peut fort bien ne pas correspondre à la matérialité des faits ».

C'est pour dépasser cette contradiction, et fonder rigoureusement le statut scientifique d'une méthode d'analyse du dialogue entre chercheurs et éleveurs, qu'a été entre-

prise la recherche pluridisciplinaire dont rend compte ce dossier. C'est dans la collaboration avec les sciences de l'homme et de la société que ces « zootechniciens-systémiciens » sont allés chercher la solution à leur problème. Sans doute, cette démarche ne fera que renforcer les préventions des zootechniciens issus de la pensée classique : ne sont pas là du domaine du vrai et du réfutable, en un mot du domaine de la vraie science ?

Quant aux sociologues, leur première réaction face à ce type de dialogue sera de s'indigner : comment les zootechniciens ont-ils pu nier l'existence d'une pensée de la pratique, disqualifier au nom de la science et de la technique réunies les savoirs, les savoir-faire et les compétences des éleveurs ?

En second lieu, ils se demanderont si leur propre démarche, libre des a priori du zootechnicien, tout entière tournée vers le souci de donner à leurs interlocuteurs la latitude de faire valoir leur point de vue et techniquement conçue dans cet objectif, ne serait pas infiniment plus efficace que celle des zootechniciens. Pourquoi alors ne pas confier à des sociologues purs et durs le soin de mener ces enquêtes ?

En fait, les choses ne sont pas si simples. Le dossier convaincra rapidement le lecteur que le chercheur qui va se livrer à ce travail devra être parfaitement compétent dans le domaine zootechnique pour pousser l'investigation à fond et déboucher sur des conclusions utiles, y compris dans ce domaine particulier.

L'écueil d'une démarche qui met les représentations du praticien au centre de l'analyse, est de justifier toute pratique au nom des conceptions qui la sous-tendent et, finalement, d'idéaliser ces représentations, de leur donner un statut de norme face aux représentations scientifiques, soumises à leur tour à la même disqualification symbolique, au nom du culte de savoir-faire pratiques mythifiés. Cette attitude assez répandue est à l'origine de l'incompréhension fréquente entre les socio-anthropologues et les agronomes, zootechniciens, vétérinaires, forestiers, etc., qui partent de l'hypothèse qu'il est nécessaire d'améliorer les techniques utilisées, et que leur science est capable d'en fournir les moyens. Que les éleveurs soient d'Afrique ou d'ailleurs, comme celui qui dialogue avec J. Lasseur, leurs savoir-faire pratiques ont bien évidemment leurs propres limites, leurs inerties, leurs blocages, sans pour autant être figés, contrairement à l'idée qui voudrait en faire les témoins d'une antique sagesse. L'intérêt de l'intervention du zootechnicien plutôt que du sociologue, c'est sa capacité à interpréter en termes techniques les pratiques et les représentations de l'éleveur, ce que le sociologue fera inévitablement moins bien puisqu'il ne dispose pas des références requises. Mais pour que ce travail soit bien fait, il lui faut maîtriser suffisamment la technique du sociologue. Dans l'état actuel des choses, la réunion de ces deux compétences ne va pas de soi. Le texte qui nous est proposé est néanmoins un bon exercice d'école destiné à démontrer que c'est bien

ce but qu'il s'agit d'atteindre, en utilisant une situation que l'on pourrait encore qualifier d'hybride, celle où le zootechnicien-enquêteur cherche sa voie en développant une pratique de l'entretien encore peu expérimentée.

L'analyse qui est faite du contenu du dialogue s'appuie sur une méthode socio-linguistique qui permet de mettre en évidence les schémas de pensée de deux interlocuteurs. Elle apporte des éléments pour instruire ce dossier et apprendre à maîtriser la relation d'un dialogue méthodologiquement souhaitable. On pourrait bien sûr s'intéresser aux conséquences d'un dialogue ainsi construit sur les pratiques ultérieures de l'éleveur mais il y a tout lieu de penser qu'il ne peut manquer de les faire évoluer. On retrouve là une autre dimension de la recherche de l'INRA-SAD, en l'occurrence son investissement en direction de la recherche-action.

En définitive, l'expérimentation méthodologique présentée par ces textes engage la réflexion du zootechnicien autant que celle du sociologue sur des chemins encore inexplorés. Zootechniciens et pastoralistes y trouvent une voie ouverte dans la direction de l'étude des pratiques des éleveurs. En ce qui concerne plus particulièrement les tropicalistes, l'analyse du décalage entre les conceptions du chercheur et celles de l'éleveur remet à leur juste place, les difficultés souvent invoquées de la communication avec des acteurs appartenant à des sociétés très différentes : ici comme ailleurs, « la compréhension est un cas particulier du malentendu » (selon la belle formule du linguiste A. Culioli, cité par J.P. Darré, p. 114).

En référence aux terrains de recherche-développement en coopération dans les régions chaudes, ces démarches amènent le zootechnicien tropicaliste à se poser quelques questions très spécifiques :

– l'expérience rapportée séduit puisqu'elle met en avant et au centre de la méthode, l'acteur auquel il faut porter plus que jamais attention ; au sein du CIRAD-EMVT, nous avons à ce titre prôné à plusieurs reprises l'intérêt de l'association avec les sciences humaines pour résoudre les problèmes du développement de l'élevage ;

– il ne faut néanmoins pas dissimuler que la différence culturelle entre acteur et chercheur risque d'être encore plus grande au Burkina Faso, en Nouvelle-Calédonie, au Zimbabwe, au Viêt-nam ou au Tchad... qu'elle ne l'est dans le Sud de la France. Comme nous le rappelait un collègue sociologue africain, cela ne s'applique d'ailleurs pas uniquement aux chercheurs expatriés, c'est également vrai des chercheurs nationaux qui ne sont pas nécessairement les mieux préparés pour aborder ce type de dialogue avec les producteurs de leur pays ;

– de même, l'absence ou l'insuffisance de la maîtrise des langues locales ne peut être sous-estimée pour appliquer une telle démarche ;

– nos dispositifs de recherche souvent modestes et trop peu transdisciplinaires peuvent aussi constituer une forte contrainte pour développer au Sud de telles démarches ;

– enfin, nous travaillons en recherche en coopération avec des partenaires qui définissent des priorités en fonction de leurs propres objectifs scientifiques, politiques et de développement. Nos partenaires doivent être convaincus de l'intérêt et de la priorité de notre démarche car leurs contraintes techniques et économiques sont telles, que les priorités de recherche risquent d'être orientées plutôt vers des actions dont les impacts apparaissent plus immédiats sinon spectaculaires.

Pour la sociologie, cette étude soulève un ensemble de problèmes de méthode et de fond qui ouvrent de nouvelles pistes de recherche au moins dans deux directions : celle d'une sociologie de l'acteur d'une part, celle d'une sociologie de la technique d'autre part. Or ces deux voies donnent actuellement lieu à de multiples débats et à des avancées fécondes au sein de la discipline. On peut donc dire que l'INRA-SAD, en s'y engageant, accompagne les développements actuels de la sociologie et que, par l'originalité interdisciplinaire de sa démarche, peut y contribuer de façon significative.

Le dossier « Raisons et pratiques » le démontre, tant sur le fond que sur la forme, puisqu'il combine avec beaucoup de pertinence les deux niveaux de dialogue évoqués au début de cette analyse, le débat entre le zootechnicien et l'éleveur renvoyant de manière magistrale au débat nécessaire entre le sociologue et le zootechnicien.

On chercherait probablement en vain dans la bibliographie la trace d'une expérience analogue à cette étude interdisciplinaire aussi originale qu'inédite.

Marcel Jollivet, sociologue, CNRS, Université Paris X-Nanterre.

Philippe Lhoste, agronome-zootechnicien, directeur des programmes CIRAD-EMVT, Montpellier.

Erratum

Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1995, 48 (1) : 37-40.

Les auteurs nous prient d'ajouter leurs Remerciements :

Ce protocole a été réalisé en collaboration par l'Institut de recherches zootechniques et vétérinaires (IRZV) de Garoua et le Laboratoire national vétérinaire (LANAVET) de Boklé dans le cadre du suivi zootechnique et sanitaire financé par le projet Garoua 2.

Analyse de thèse

COLIN DE VERDIÈRE (P.). Etude comparée de trois systèmes agro-pastoraux dans la région de Filingué, Niger. Les conséquences de la sédentarisation de l'élevage pastoral au Sahel. 220 p.

Thèse de doctorat (label « doctorat européen ») soutenue à l'INA-PG, Paris, France, le 2 juin 1995.

Le travail de recherche effectué au nord de Niamey dans la région de Filingué au Niger, de 1992 à 1994, par Patrick Colin de Verdière, a fait l'objet d'une thèse soutenue à l'Institut national agronomique de Paris Grignon (INA-PG) le 2 juin 1995.

Cette étude, consacrée à une région bien délimitée du sahel nigérien, vise à établir un diagnostic de la situation et des évolutions récentes de l'élevage, à analyser le fonctionnement des systèmes agro-pastoraux et les stratégies des agriculteurs-éleveurs pour s'adapter aux nouvelles contraintes écologiques et socio-économiques régionales. Elle vise enfin à proposer des solutions pour le maintien d'une activité agro-pastorale dans la région.

Ce document est organisé en trois parties :

I. Cadre, problématique et méthodes. Le cadre général de l'étude introduit la problématique de la recherche à partir des spécificités du terrain : marginalisation sociale progressive des éleveurs traditionnels et évolution de l'agropastoralisme avec réduction de la mobilité... La méthodologie utilisée dans l'étude se dégage de cette présentation ;

II. Etude du système agro-pastoral. D'ordre technique, elle présente les résultats agronomiques, zootechniques et économiques des enquêtes, suivis et observations menés sur place pendant deux ans ;

III. Perspectives d'avenir pour les populations et propositions. Cette troisième partie reprend une approche plus globale en abordant les perspectives d'évolution des systèmes agro-pastoraux de la région en prenant en compte les aspects écologiques et socio-économiques. Elle débouche sur des propositions techniques et organisationnelles pour la région.

Il faut saluer, à l'occasion de l'aboutissement de ce travail, l'originalité d'une approche pluridisciplinaire d'une seule personne qui a su développer une démarche systématique adaptée à son terrain et à ses moyens de travail. L'auteur passe ainsi progressivement d'une approche zootechnique (initialement prévue) à une analyse des systèmes de production sahéliens dans leurs différentes composantes : agronomique, zootechnique, écologique, alimentaire (pour les familles et leur cheptel) et économique. L'étude repose sur des enquêtes et des suivis d'un échantillon de 27 familles, représentatif de la diversité ethnique (Haoussa, Peul, Touareg) et des modes de gestion du troupeau (sédentaire, transhumant et nomade).

Malgré les limites de l'échantillon et la durée relativement courte pour de telles observations (2 années de suivi), l'auteur a pu établir des références et des bilans fiables agronomiques, zootechniques et économiques, même si leur représentativité statistique par rapport à des ensembles plus vastes peut toujours être discutée. Cependant, cette étude de cas est très ancrée sur un terrain donné, ce qui permet de valider certaines hypothèses sur l'évolution des phénomènes qui présentent une réelle généralité pour la zone sahélienne.

En outre, l'auteur a fait preuve de grandes qualités scientifiques et humaines qualifiées de « bravoure » par le Professeur Gall qui a dirigé les travaux. L'engagement réel de l'auteur au contact direct des producteurs, se traduit par une connaissance approfondie des hommes et des réalités de ce milieu. L'étude y gagne une richesse supplémentaire par le témoignage sur « la dureté de la vie quotidienne », « la valeur de l'eau », « l'attente de la pluie » ou « le désespoir devant le mil qui sèche »...

Cette approche à la fois rigoureuse et bien ancrée sur le terrain permet à son auteur d'actualiser objectivement un certain nombre de constats et de références techniques et économiques sur ces systèmes de production sahéliens tels que :

– les causes réelles des difficultés des producteurs de cette région qui sont dues essentiellement à la taille insuffisante des cheptels familiaux et à la disparition progressive des zones pastorales au profit d'une sédentarisation de type agropastoral ;

– l'évolution du cheptel liée essentiellement à l'exploitation, excessive mais obligée, du troupeau. Plus que d'une diminution du potentiel zootechnique, il s'agit plutôt d'un appauvrissement des familles qui atteint souvent un seuil critique ;

– la réhabilitation argumentée de la mobilité des troupeaux avec une description précise d'un « agropastoralisme à mobilité limitée » ;

– des estimations économiques de la productivité comparée de travail et de la terre dans les activités d'élevage et de culture du mil : « le revenu annuel d'un hectare de mil est 6 à 7 fois supérieur » à celui d'un hectare utilisé par l'élevage, mais la productivité du travail humain consacré à l'élevage est 7 à 9 fois supérieure à ce qu'elle est dans l'agriculture de ces régions (p. 137) ;

– la productivité zootechnique supérieure du système nomade par rapport au système sédentaire.

Le débat est donc ouvert sur la place respective et les complémentarités de l'élevage et l'agriculture, le développement de la production de mil (en bonne partie exporté) sur des terres sahéliennes marginales, problème qui est posé avec clarté dans ses conséquences à la fois sur l'environnement dans ces régions semi-arides et sur la

pérennité des activités d'élevage mieux adaptées au milieu et essentielles pour la survie des sociétés sahé-liennes pastorales.

Nous avons regretté quelques lacunes dans ce travail globalement exemplaire tant au plan de la méthodologie et de la rigueur scientifique que par l'engagement de son auteur sur le terrain au côté des producteurs. Les effectifs considérés dans les enquêtes et les suivis zootechniques sont modestes, diminuant ainsi la validité statistique de certaines analyses. Le rôle des structures nationales et de l'Etat dans les évolutions observées et proposées n'a pas été suffisamment analysé dans l'optique d'une discussion sur la faisabilité de certaines propositions d'ordre politique et structurel. Enfin, nous pensons que le modèle de gestion pour l'élevage bovin d'un écosystème pâturé constitué par la station de Toukounous située dans la zone d'étude, aurait pu être mieux exploité et valorisé pour produire certaines références pastorales et zootechniques à l'appui de cette thèse. Saluons ici l'excellent travail de suivi écologique et zootechnique que les techniciens nigériens de cette station sahélienne continuent de faire sur les pâturages et sur le troupeau zébu Azawack, faisant une belle et trop rare démonstration de pérennité dans une action initiée dès 1936. Cette persévérance permet au Niger de disposer d'une remarquable base de données qui pourrait encore être mieux valorisée.

D'importantes questions sur l'avenir de ces zones demeurent néanmoins posées après une recherche porteuse de propositions constructives : quelle a été l'implication des structures nationales ? les systèmes et les acteurs peuvent-ils mettre en place et gérer les propositions de l'auteur ? quelle peut être la suite d'une telle recherche et comment passer à l'action ?

Au plan scientifique et relationnel, soulignons que ce travail a fait l'objet d'une coopération harmonieuse et exemplaire entre diverses institutions européennes et africaines. Citons l'Université de Stuttgart-Hohenheim en Allemagne, le CIRAD-EMVT et l'INA-PG en France, associés dans un projet de coopération financé par la

Commission européenne (projet STD2 de la DGXII), et les partenaires nigériens qui sont tous à féliciter : les services nationaux de recherche et de développement, mais surtout les paysans, pasteurs ou agriculteurs-éleveurs de la région de Filingué, sans omettre les agents de la station de Toukounous avec lesquels les travaux de Patrick Colin de Verdière ont pu être menés en véritable symbiose.

Enfin, il n'est pas strictement anecdotique de rappeler le montage du Jury effectué par son président, le Professeur J. Coléou de l'INA-PG, qui en fait un modèle, non seulement pluridisciplinaire, mais aussi européen. Il comprenait en effet trois rapporteurs de nationalité différente : Madame le Professeur A. Cavazzani, sociologue à l'Université de Calabre (Italie), le Professeur T. Bierschenk, sociologue à l'Université de Stuttgart-Hohenheim (Allemagne) et C. Toupet, Professeur émérite à l'Université Jean Moulin Lyon III (France). Ce jury était complété par le Professeur Gall de l'Université de Stuttgart-Hohenheim qui a dirigé la thèse et par Ph. Lhoste, Directeur des programmes du CIRAD-EMVT, qui a suivi les travaux de P. Colin de Verdière depuis sa formation de troisième cycle et pendant la durée de son séjour nigérien.

En conclusion, ce travail scientifique, rigoureux et original, tout en étant engagé sur le terrain du développement au côté des populations sahéliennes, est d'une lecture des plus enrichissantes. Sa portée est ses propositions qui dépassent le cadre de l'arrondissement de Filingué, en font un ouvrage de référence sur le problème de l'évolution des sociétés agropastorales sahéliennes confrontées aux problèmes d'une sédentarisation partielle ou totale face aux nouvelles données sociales, économiques et culturelles de ces régions.

Philippe Lhoste

**Agronome-zootechnicien
Directeur des Programmes du CIRAD-EMVT**