

SOMMAIRE

537 Actualité

VIROLOGIE

539 NSALAMBI (D.). Différence cliniques et anatomopathologiques de deux souches du virus de la peste porcine africaine (PPA) en Angola

Communications

545 AL AFALAEQ (A.I.), ABU ELZEIN (E.M.E.), GAMEEL (A.A.), AWAAD (M.), HASSANEIN (M.M.). Description d'une pathologie neurologique grave provoquée par paramyxovirus-1 chez le pigeon d'agrément en Arabie Saoudite (en anglais)

548 KHALAFALLA (A.I.), GAFFAR ELAMIN (M.A.), ABBAS (Z.). Récentes épidémies de dermatose nodulaire contagieuse bovine observées au Soudan (en anglais)

PARASITOLOGIE

551 GUEYE (A.), MBENGUE (Mb.), DIOUF (A.), SONKO (M.L.). Tiques et hémoparasitoses du bétail au Sénégal. V. La zone nord-guinéenne

PROTOZOOLOGIE

563 BENGALY (Z.), CLAUSEN (P.H.), BOLY (H.), KANWE (A.), DUVALLET (G.). Comparaison de la trypanosomose expérimentale chez certaines races de petits ruminants au Burkina Faso

Communications

571 DANIEL (A.D.), DADAH (A.J.), KALEJAIYE (J.O.), DALHATU (A.D.). Prévalence de la trypanosomose bovine dans l'Etat de Gongola (Nord Nigeria) (en anglais)

574 JACQUIET (P.), CHEIKH (D.), THIAM (A.), DIA (M.L.). La trypanosomose à *Trypanosoma evansi* (Steel 1885), Balbiani 1888 chez les petits ruminants de Mauritanie : Résultats d'inoculation expérimentale et d'enquêtes sur le terrain

578 HUSSEIN (Kamal S.M.), GASMIR (Gundi S.). Présence de cétones dans le sérum de dromadaires (*Camelus dromedarius*) infectés par *Trypanosoma evansi* au Soudan (en anglais)

ENTOMOLOGIE

581 DEHOUX (J.P.). Lutte contre *Glossina tachinoides* au Bénin. Utilisation particulière de piège-pneus imprégnés de deltaméthrine

PHARMACOLOGIE et TOXICOLOGIE

591 ABIOLA (F.A.), ALOGNINOUBA (Th.), EL BAHRI (L.), ALI (M.), KABORET, FAYOMI (B.). Etude expérimentale de l'intoxication des caprins par *Pergularia tomentosa* L.

NUTRITION et ALIMENTATION

597 CHENOST (M.), ROYER (V.), CENTRES (J.M.), GAILLARD (F.), DAVIS (J.). Traitement des tiges de maïs à l'urée et utilisation pour la production laitière en région productrice de café et de banane en Tanzanie

609 DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), NGOU NGOUPAYOU (J.D.), BLESBOIS (E.), De REVIERS (M.). Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles. I. Etude zootechnique chez les reproducteurs de l'espèce *Gallus domesticus*

621 DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), PICARD (M.), MBI (C.), De REVIERS (M.). Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles. II. Effets du gossypol sur les paramètres de la reproduction

ZOOTECHE, GENETIQUE et REPRODUCTION

631 BOLY (H.), KOUBAYE (A.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Gestation et reprise de l'activité sexuelle après le part chez la brebis Djallonké, variété "Mossi"

637 REY (B.), JACOB (U.). Modalités d'exploitation des caprins dans la province de Ngozi, Burundi

645 LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), MINVIELLE (F.), BOURZAT (D.), ZEUH (V.). Un gène de réduction de la longueur des cornes de la chèvre au Nord Cameroun et au Tchad

651 LAUVERGNE (J.J.), BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), ZEUH (V.), NGO-TAMA (A.-C.). Indices de primarité de chèvres au Nord Cameroun et au Tchad

667 BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), LAUVERGNE (J.J.), ZEUH (V.). Comparaison morpho-biométrique de chèvres au Nord Cameroun et au Tchad

AGROPASTORALISME

675. AKPO (L.E.), GROUZIS (M.), GASTON (A.). Pluviosité et productivité des herbages de l'aire pastorale de Wiidu Thiengoli au Ferlo (Nord Sénégal). Estimation des charges fréquentielles

683. DIGARD (J.-P.), LANDAIS (E.), LHOSTE (Ph.). La crise des sociétés pastorales. Un regard pluridisciplinaire

693 Note de lecture

694 Analyses de thèses

695 Analyses bibliographiques

697 Informations

701 Index des auteurs, des mots clés et géographique

CONTENTS

537 Current topics

VIROLOGY

539 NSALAMBI (D.). Clinical and anatomic-pathological differences of two viral strains of African swine fever in Angola

Short communications

545 AL AFALAEQ (A.I.), ABU ELZEIN (E.M.E.), GAMEEL (A.A.), AWAAD (M.), HASSANEIN (M.M.). A severe nervous disease in fancy pigeons caused by paramyxovirus-1 in Saudi Arabia

548 KHALAFALLA (A.I.), GAFFAR ELAMIN (M.A.), ABBAS (Z.). Lumpy skin disease : Observations on the recent outbreaks of the disease in the Sudan

PARASITOLOGY

551 GUEYE (A.), MBENGUE (Mb.), DIOUF (A.), SONKO (M.L.). Ticks and hemoparasitoses among livestock in Senegal. V. The North-Guinean zone

PROTOZOOLOGY

563 BENGALY (Z.), CLAUSEN (P.H.), BOLY (H.), KANWE (A.), DUVALLET (G.). Experimental infection of small ruminants with trypanosomes : comparison of Djallonké and Sahelian breeds in Burkina Faso

Short communications

571 DANIEL (A.D.), DADAH (A.J.), KALEJAIYE (J.O.), DALHATU (A.D.). Prevalence of bovine trypanosomosis in Gongola State of Northern Nigeria

574 JACQUIET (P.), CHEIKH (D.), THIAM (A.), DIA (M.L.). Trypanosomosis due to *Trypanosoma evansi* (Steel 1885), Balbiani 1888 in small ruminants in Mauritania : experimental inoculation in the laboratory and field survey results

578 HUSSEIN (Kamal S.M.), GASMIR (Gundi S.). Presence of ketones in the serum of *Trypanosoma evansi* infected camels (*Camelus dromedarius*) in the Sudan

ENTOMOLOGY

581 DEHOUX (J.P.). Control of *Glossina tachinoides* in Benin using deltamethrine impregnated tyre-traps

PHARMACOLOGY and TOXICOLOGY

591 ABIOLA (F.A.), ALOGNINOUBA (Th.), EL BAHRI (L.), ALI (M.), KABORET, FAYOMI (B.). An experimental study concerning the intoxication of goats by *Pergularia tomentosa* L.

FEEDING

597 CHENOST (M.), ROYER (V.), CENTRES (J.M.), GAILLARD (F.), DAVIS (J.). Utilisation of urea-treated maize stalks by dairy cows in coffee and banana producing regions of Tanzania

609 DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), NGOU NGOUPAYOU (J.D.), BLESBOIS (E.), De REVIERS (M.). Use of cottonseed oil-meal in poultry feeding. I. Study performed in *Gallus domesticus* breeding animals

621 DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), PICARD (M.), MBI (C.), De REVIERS (M.). Use of cottonseed oil-meal in poultry feeding. II. Effects of gossypol on the reproductive parameters

ZOOTECNY, GENETICS and REPRODUCTION

631 BOLY (H.), KOUBAYE (A.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Pregnancy and resumption of sexual activity after parturition in "Mossi" Djallonké ewes

637 REY (B.), JACOB (U.). Goat offtake strategies in Ngozi province, Burundi

645 LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), MINVIELLE (F.), BOURZAT (D.), ZEUH (V.). A gene for reducing horn length of goats in North Cameroon and Chad

651 LAUVERGNE (J.J.), BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), ZEUH (V.), NGO-TAMA (A.-C.). Indexes of primarity in goats from Northern Cameroon and Chad

667. BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), LAUVERGNE (J.J.), ZEUH (V.). A Morpho-biometric comparison between goats from Northern Cameroon and Chad

RANGE MANAGEMENT

675. AKPO (L.E.), GROUZIS (M.), GASTON (A.). Rainfall and grazing production of pastoral area of Wiidu Thiengoli (Ferlo, North Senegal). Evaluation of frequency rate of stocking

683. DIGARD (J.-P.), LANDAIS (E.), LHOSTE (Ph.). The crisis of pastoral societies. A multidisciplinary analysis

693 Notes

694 Thesis reviews

695 Book reviews

697 News

701 Author, subject, geographical index

SUMARIO

537 Actualidad

VIROLOGIA

539 NSALAMBI (D.). Diferencias clínicas y anatómo-patológicas de dos cepas del virus de la peste porcina africana (PPA) en Angola

Breves notas

545 AL AFALAEQ (A.I.), ABU ELZEIN (E.M.E.), GAMEEL (A.A.), AWAAD (M.), HASSANEIN (M.M.). Descripción de una patología neurológica grave causada por paramixovirus-1 en la paloma de recreo en Arabia saudí

548 KHALAFALLA (A.I.), GAFFAR ELAMIN (M.A.), ABBAS (Z.). Epidemias recientes de dermatosis nodular contagiosa bovina observadas en Sudán

PARASITOLOGIA

551 GUEYE (A.), MBENGUE (Mb.), DIOUF (A.), SONKO (M.L.). Garrapatas y hemoparasitosis del ganado en Senegal. V. La zona nor-guineense

PROTOZOOLOGIA

563 BENGALY (Z.), CLAUSEN (P.H.), BOLY (H.), KANWE (A.), DUVALLET (G.). Comparación de la tripanosomosis experimental en distintas razas de pequeños rumiantes de Burkina Faso

Breves notas

571 DANIEL (A.D.), DADAH (A.J.), KALEJAIYE (J.O.), DALHATU (A.D.). Prevalencia de la tripanosomosis bovina en el Estado de Gongola (Norte Nigeria)

574 JACQUIET (P.), CHEIKH (D.), THIAM (A.), DIA (M.L.). La tripanosomosis a *Trypanosoma evansi* (Steel 1885), Balbiani 1888 en los pequeños rumiantes de Mauritania : Resultados de inoculación experimental y de encuestas sobre terreno

578 HUSSEIN (Kamal S.M.), GASMIR (Gundi S.). Presencia de cetonas en el suero de dromedarios (*Camelus dromedarius*) infectados por *Trypanosoma evansi* en Sudán

ENTOMOLOGIA

581 DEHOUX (J.P.). Control de la *Glossina tachinoides* en Benin. Uso particular de neumáticos-trampa impregnados de deltametrina

FARMACOLOGIA y TOXICOLOGIA

591 ABIOLA (F.A.), ALOGNINOIWA (Th.), EL BAHRI (L.), ALI (M.), KABORET, FAYOMI (B.). Estudio experimental de la intoxicación de caprinos con *Pergularia tomentosa* L.

NUTRICION y ALIMENTACION

597 CHENOST (M.), ROYER (V.), CENTRES (J.M.), GAILLARD (F.), DAVIS (J.). Tratamiento de los tallos de maíz con úrea y su utilización en la producción lechera en una región productora de café y de plátano en Tanzania

609 DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), NGOU NGOUPAYOU (J.D.), BLESBOIS (E.), De REVIERS (M.). Uso de la torta de algodón en la alimentación aviar. I. Estudio zootécnico en reproductores de la especie *Gallus domesticus*

621 DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), PICARD (M.), MBI (C.), De REVIERS (M.). Uso de la torta de algodón en la alimentación aviar. II. Efectos del gopisol sobre los parámetros reproductivos

ZOOTECNIA, GENETICA y REPRODUCCION

631 BOLY (H.), KOUBAYE (A.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Gestación e inicio de la actividad sexual post parto, en la oveja Djallonké, variedad "Mossi"

637. REY (B.), JACOB (U.).Prácticas de explotación de caprinos en la provincia de Ngozi (Burundi)

645 LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), MINVIELLE (F.), BOURZAT (D.), ZEUH (V.). Un gen de reducción de la longitud de los cuernos de la cabra en el norte de Camerún y Chad

651 LAUVERGNE (J.J.), BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), ZEUH (V.), NGO-TAMA (A.-C). Indices de carácter primario de cabras en el Norte Camerún y en Chad

667 BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), LAUVERGNE (J.J.), ZEUH (V.). Comparación morfo-biométrica de cabras en el Norte Camerún y Chad

AGROPECUARIA

675 AKPO (L.E.), GROUZIS (M.), GASTON (A.). Pluviosidad y productividad de los pastos del área de Wiidu Thiengoli en Ferlo (Norte de Senegal). Estimación de las cargas frecuenciales

683 DIGARD (J.-P.), LANDAIS (E.), LHOSTE (Ph.). La crisis de las sociedades pastorales desde un punto de vista pluridisciplinario

693 Nota de lectura

694 Análisis de tesis

695 Comentarios bibliográficos

697 Infomación

701 Indeces de autores, temas, geográfico

ACTUALITÉ

A la fin des années 50, Pierre PERREAU avait réalisé une étude importante sur la septicémie hémorragique des bovidés en Afrique centrale et découvert un nouveau sérotype de Pasteurella multocida, le sérotype E, responsable de la maladie dans la zone. Il posa alors les bases de la prophylaxie avec la mise au point d'un vaccin, toujours utilisé.

Depuis lors, on observait des cas de septicémie hémorragique dus au sérotype B dans les pays asiatiques et au sérotype E dans les pays d'Afrique centrale et occidentale. La limite entre les deux aires d'extension passait par des pays d'Afrique de l'Est (Égypte, Éthiopie, Soudan) qui enregistraient les deux sérotypes sur leurs territoires. La mise en évidence récente du sérotype B dans le Nord Cameroun modifie cette situation. Il sera difficile de déterminer avec certitude les circonstances exactes qui ont conduit à ce changement ; les mouvements d'animaux incontrôlés entre le Soudan et le Tchad, la République centrafricaine et le Cameroun sont probablement les vecteurs du nouveau sérotype signalé dans l'Ouest africain.

La conséquence immédiate de cette situation est que les pays d'Afrique centrale devront modifier leur schéma prophylactique habituel dans la lutte contre cette maladie, en incluant les sérotypes E et B dans le vaccin qu'ils utilisent. L'importante circulation d'animaux des pays d'Afrique centrale vers les pays d'Afrique de l'Ouest, impose à ces derniers d'adopter la même conduite. Le laboratoire national vétérinaire de Boklé au Cameroun a d'ores et déjà changé en ce sens la formulation de son vaccin contre la septicémie hémorragique.

Au-delà de cette considération, on voit resurgir le problème de l'absence de contrôle sur les mouvements d'animaux aux frontières, et de son impact sur la diffusion des maladies contagieuses.

La multitude des chemins de transhumance et de commerce rend cependant difficile et, au surplus, aléatoire la mise en place d'un système de contrôle efficace aux frontières, à court ou moyen terme. Son coût serait également prohibitif. La seule solution qui reste donc pour tenter de diminuer les pertes économiques qui résulteraient de l'introduction de nouvelles maladies infectieuses dans des cheptels jusque-là indemnes, consiste à maintenir un nombre minimum de laboratoires de diagnostic fonctionnels. Jouant un rôle de sentinelle, ces laboratoires pourront alors alerter suffisamment tôt

les services des différents États concernés afin que des mesures de prophylaxie médicale ou sanitaire soient prises dans les meilleures conditions d'efficacité.

La mise en place de ce dispositif ne peut se concevoir que par un effort conjoint des États concernés et des bailleurs de fonds. La concertation entre les différents intervenants doit donc être sérieusement renforcée afin d'assurer la cohérence des actions de soutien au niveau régional.

A. MARTRENCAR

A. PROVOST

D. Nsalambi^{1*}

Différences cliniques et anatomopathologiques de deux souches du virus de la peste porcine africaine (PPA) en Angola

NSALAMBI (D.). Différences cliniques et anatomopathologiques de deux souches du virus de la peste porcine africaine (PPA) en Angola. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 539-543

La peste porcine africaine (PPA) existe à l'état enzootique en Angola. Elle est provoquée par plusieurs souches de virus dont celles de Silva-Porto et de Huambo 85. Une étude clinique et anatomopathologique, caractérisée tant pour la maladie naturelle que pour l'affection expérimentale, a montré des caractéristiques différentes et significatives dans le comportement de ces deux souches. Silva-Porto engendre un tableau clinique caractérisé par une diathèse hémorragique généralisée plus accusée sur la peau, dans les organes et les viscères. De plus, les lésions anatomopathologiques sont plus intenses et plus évidentes que celles entraînées par Huambo 85. Cette différence d'intensité dans l'évolution clinique et l'hétérogénéité des lésions anatomopathologiques dépend non seulement de l'état physiologique antérieur des animaux, des susceptibilités de type ou de race, mais aussi des souches elles-mêmes et des particularités biologiques propres à chacun des virus en cause.

Mots clés : Porcin - Peste porcine africaine - Virus - Anatomopathologie - Symptôme - Lésion - Angola.

INTRODUCTION

La peste porcine africaine (PPA) revêt un caractère enzootique en Angola, surtout dans les provinces où coexistent d'importantes populations de suidés sauvages et de porcs domestiques améliorés par des croisements avec des races européennes. Cette relation, basée sur la plus grande fréquence des enzooties dans ces provinces, n'est toutefois étayée par aucune étude systématique du genre de celles effectuées par WILKINSON (24) en particulier en Afrique du Sud.

Sur les porcs domestiques angolais, d'une enzootie à l'autre, il a été observé dans le temps une grande variabilité, soit dans la richesse des signes cliniques, soit dans la sévérité des manifestations lésionnelles, soit enfin dans la durée même de la maladie, certes presque toujours fatale dans l'ensemble. Selon SALIKI *et al.* (21), cela est le fait de l'existence indubitable de souches différentes du virus suipestique qui ont été isolées localement. Il était donc intéressant de comparer les tableaux cliniques et anatomopathologiques de deux d'entre elles.

1. Département de Formation et Divulgation vétérinaire de la Direction nationale de l'Élevage, ministère de l'Agriculture et du Développement rural ; Faculté des Sciences agraires de Huambo, Angola.

* Adresse de correspondance : CP 127, Luanda, Angola.

Reçu le 28.12.1990, accepté le 8.6.1993.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Souches de virus

Ce sont Silva-Porto et Huambo 85. La première a été identifiée en Angola il y a plus de vingt ans et est conservée à l'Institut de Recherche vétérinaire de Huambo. La souche Huambo 85 a été isolée plus récemment à Huambo en 1985. Les deux souches sont entretenues par passages périodiques sur porcelets. Elles présentent toutes les deux la propriété hémadsorbante.

Animaux

Il s'agit d'une part, de 12 porcelets type Ganda II pesant 25-30 kg à 4 mois, répartis en deux lots de 6 chacun, infectés pour le premier avec la souche Silva-Porto et le second avec Huambo 85. L'inoculum est constitué par un broyat d'organes et de sang défibriné mélangé à 20 p. 100 avec du sérum physiologique et filtré ; il est injecté sous un volume de 2 ml par la voie intramusculaire à la face interne des cuisses de chaque animal. Après l'inoculation, l'évolution clinique des animaux est conduite jusqu'à leur mort, suivie par des nécropsies et une identification des lésions anatomopathologiques.

Les prélèvements

Ces 12 animaux ont fourni des échantillons de ganglions hépatiques, épigastriques, mésentériques, bronchiques, médiastinaux et d'organes : foie, rate, reins, poumons et estomac (atteints spécifiquement par la maladie). Les prélèvements sont fixés dans du formol neutre à 10 p. 100 durant 24 heures. Après inclusion en paraffine, on a procédé à des coupes de 5 μ au microtome et à la coloration à l'hématoxyline-éosine selon la technique de GANTER *et al.* (8) et de PATOTSKY (19). La propriété hémadsorbante des souches est vérifiée par la technique de TUBIASH (22) sur culture de leucocytes inoculée avec 0,2 ml du filtrat précédent.

RÉSULTATS

L'inoculation de la souche Silva-Porto aux premiers animaux est suivie d'une période d'incubation de 1 à 2 jours chez quatre d'entre eux et de 3 jours chez les deux autres, tandis qu'avec Huambo 85 elle atteint 4 jours

D. Nsalambi

TABLEAU I Tableau clinique de deux souches virales de la PPA.

Systèmes Organes	Symptômes	Souches virales	
		Silva-Porto	Huambo 85
Tête : — paupières — yeux	1 — Œdème, affaissement 2 — Conjonctivite avec exsudat desséché à l'angle de l'œil	+	+
Peau	1 — Pétéchies abdominales 2 — Pétéchies face interne des membres 3 — Pétéchies sur les pavillons auriculaires 4 — Cyanose 5 — Suffusions hémorragiques abdominales 6 — Suffusions hémorragiques sur les membres 7 — Hématomes aux oreilles 8 — Hématome au museau	+	+
Locomotion	1 — Parésie début de la maladie 2 — Parésie fin maladie 3 — Démarche titubante 4 — Décubitus (Chien assis) 5 — Faiblesse générale 6 — Colonne vertébrale arquée	—	+
Orifices naturels	1 — Diarrhées profuses hémorragiques 2 — Diarrhées profuses catharales 3 — Hémorragie anale 4 — Hémorragie nasale 5 — Hémorragie buccale	+	—
Période incubation	1 — 1-2 Jours 2 — 3-4 Jours	+	—
Thermo- régulation	1 — 40,5°-41,5° 2 — 40,5°-42°	±	+
Durée évolution (mort)	1 — 2-3 Jours 2 — 4-5 Jours	+	—
Appétit	1 — Perte d'appétit au début 2 — Perte d'appétit à la fin	—	+

chez les six animaux. Avec les deux souches de virus, la température rectale s'élève à 41,6°C chez dix animaux et à 42°C chez deux autres.

L'inappétence avec Huambo 85 se manifeste au début de l'hyperthermie, tandis qu'avec Silva-Porto, elle apparaît juste quelques heures avant la mort. Avec les deux souches, l'hyperthermie est suivie par d'autres manifestations cliniques telles que conjonctivite (surtout chez ceux infectés par Silva Porto), faiblesse, dyspnée, toux et enfin cyanose dans la région des pavillons auriculaires, du cou, de l'abdomen et sur la peau de la face interne des membres (tableau I).

Chez beaucoup de porcs, on relève la présence de suffusions hémorragiques isolées ou diffuses, de formes variées et de différentes dimensions sur la peau de la

face interne des membres, situation dépendant du degré et du temps d'évolution de la maladie, plus marquée avec Silva-Porto. L'hémorragie nasale et anale se vérifie chez les malades atteints par la souche Silva-Porto mais reste absente chez ceux inoculés avec Huambo 85 (tableau I).

Celle-ci perturbe très tôt chez les porcelets le fonctionnement du système nerveux ; cela se traduit par une parésie des membres postérieurs et une nette agressivité. Dans le premier cas, la majorité des animaux présente des membres flasques et une colonne vertébrale arquée, entraînant une station en chien assis. Quant à l'agressivité, elle s'observe dans la phase létale, surtout chez l'animal infecté par Silva-Porto et ressemble à celle rencontrée dans la maladie d'Aujeszky. La mort survient avec Silva-Porto après 2 ou 3 jours de manifestation hyperthermique et 4 à 5 jours avec Huambo 85 (tableau I).

Des lésions anatomopathologiques évidentes, provoquées tant naturellement qu'expérimentalement, se rencontrent dans la rate, les ganglions lymphatiques viscéraux (porte, épigastrique, mésentérique et bronchique), le foie et la vésicule biliaire, les poumons, et surtout expérimentalement dans les reins, avec Silva-Porto (tableau II).

La rate avec la souche Silva-Porto présente une imbibition importante, semblable à un hématome ; les bords sont arrondis, de consistance friable et d'une configuration irrégulière. La coupe laisse sourdre une pulpe rouge. Histologiquement, on observe des hémorragies massives enveloppant les follicules et les cellules lymphoïdes avec caryorrhexie, caryopycnose et, en certains points, caryolyse ; ce qui provoque une atrophie des follicules lymphoïdes, une nécrose élargie de la pulpe rouge, un afflux d'érythrocytes et de l'œdème.

En contrepartie, la rate des animaux infectés avec Huambo 85 est différente ; elle est moins hypertrophiée, avec des bords légèrement arrondis, de couleur rouge clair, de consistance rugueuse et sans écoulement de la pulpe à la coupe (tableau II).

Les ganglions lymphatiques viscéraux sont plus hypertrophiés et plus hémorragiques, semblables à un coagulum sanguin chez les animaux morts avec Silva-Porto. L'histologie a révélé de larges hémorragies, une nécrose du tissu lymphoïde, principalement dans la zone corticale près de la capsule, une nécrose aussi du mésenchyme de l'organe et du centre des follicules. Chez tous les animaux infectés avec l'une ou l'autre souche, le foie est hypertrophié, imbibé de sang avec des taches violet foncé, entraînant une coloration irrégulière, une hyperémie passive ; ces lésions demeurant plus marquées avec Silva-Porto.

Il a été observé avec Huambo 85 une dilatation de la vésicule biliaire remplie de bile avec un œdème de la paroi et des vaisseaux dilatés et obstrués. Avec Silva-Porto, ce sont plutôt de fortes hémorragies pétéchiales ou diffuses confirmées histologiquement par un œdème du tissu conjonctif périportal, une infiltration lymphoïde, des hépatocytes dégénérés et nécrosés (tableau II).

Les reins des porcs morts avec Silva-Porto sont aussi sanguinolents, avec un hématome dans la zone médullaire et des pétéchies dans la zone corticale et sur la capsule. La microscopie montre de l'hyperémie, des hémorragies focales, des infiltrations lymphocytaires et de larges surfaces nécrosées dans les tubulures. Le cœur montre les mêmes dommages avec les deux souches : consistance friable, couleur pâle avec des vaisseaux engorgés ; les auricules sont intensément hémorragiques ressemblant à des hématomes ; lésions plus marquées avec Silva-Porto. Microscopiquement, on observe le même tableau : hyperémie, hémorragies massives pétéchiales et focales ; des foyers de nécrose dans le myocarde, de l'œdème musculaire et de l'infiltration lymphocytaire. Le cerveau présente aussi une forte hyperémie et des hémorragies pétéchiales chez quelques animaux. A l'histologie, on note de l'infiltration lymphocytaire, de l'hémorragie focale, de l'œdème et une démyélinisation plus marquée avec Silva-Porto (tableau II).

DISCUSSION

Pour des conditions identiques d'inoculation, l'incubation et l'hyperthermie se manifestent différemment selon la souche virale (tableau I). La conséquence est que les symptômes cliniques (les hémorragies, la parésie, l'agressivité, la perte d'appétit ou non) dépendent non seulement de la voie d'inoculation, de l'état physiologique, comme cela est confirmé par divers chercheurs (5, 6, 9, 15, 24), mais aussi de la souche virale comme l'a démontré ce travail. Les manifestations lésionnelles signalées par BARDIS, LUCAS ou MITININA (1, 11, 16) et bien d'autres sont aussi bien marquées chez les adultes que chez les porcelets avec Silva-Porto, alors qu'elles le sont moins avec Huambo 85. La PPA peut provoquer la formation de vésicules et de pustules sur la peau et d'abcès dans le tissu conjonctif sous-cutané selon BURLAKOV (3), mais ces manifestations n'ont pas été observées dans ces travaux qui confirment, en revanche, des cas d'ictère du conjonctif et d'œdème des paupières observés par ailleurs (7, 10).

Les lésions du foie, de la vésicule biliaire, des ganglions lymphatiques hypertrophiés et hémorragiques décrites par plusieurs auteurs (2, 5, 14) regroupent ces observations. Ces organes montrent des pétéchies en foyers ressemblant à un caillot. Ces lésions essentielles sont le fait exclusif de la souche Silva-Porto. Dans la maladie expérimentale, ce sont les ganglions du voisinage du point d'inoculation à la face interne des cuisses (poplitée, iliaque) qui sont les plus lésés, voire détruits ; tandis que dans la forme naturelle, presque tous les ganglions sont atteints. Dans un cas comme dans l'autre, et ne dépendant pas de la voie de pénétration du virus dans l'organisme, les lésions importantes sont constatées dans les parois des vaisseaux sanguins (micronécrose), la rate, les reins, l'estomac (tableau II), les intestins et le foie. S'il en est ainsi avec la souche Silva-Porto, il en va autrement avec Huambo 85 qui ne se manifeste pas toujours de la manière spécifique habituelle de la PPA (absence de lésions de la rate et du rein).

CONCLUSION

En Angola, la peste porcine africaine évolue de façon enzootique. Des manifestations cliniques et des lésions distinctes d'une enzootie à l'autre ont conduit à isoler deux souches différentes du virus. L'inappétence et l'altération du système nerveux avec la souche Huambo 85 se manifestent tout au début de l'hyperthermie alors qu'avec Silva-Porto, elles ne se produisent que quelques heures avant la mort. Avec la souche Huambo 85, les lésions ne sont plus aussi intenses et évidentes dans les viscères et les ganglions lymphatiques qu'avec Silva-Porto et les reins ne souffrent d'aucune altération évidente. Une étude expérimentale comparative et systématique a confirmé les différences observées dans les cas naturels. La souche Silva-Porto est considérée comme la plus agressive des deux.

D. Nsalambi

TABLEAU II Tableau des lésions anatomo-pathologiques des deux souches virales de la PPA

Organes	Lésions anatomo-pathologiques	Souches virales	
		Silva-Porto	Huambo 85
Ganglions lymphatiques : bronchiques épigastriques hépatiques iliaques lombaires maxillaires médiastinaux mésentériques	1 — Hypertrophie	1*	1
	2 — Hémorragie plus ou moins prononcée (couleur rouge clair ou carmin)	2	2
		— +	— ±
		+ +	+ +
		+ +	± +
		+ +	+ +
		— +	— +
		— +	— ±
	+ +	— ±	
	+ +	+ +	
Rate	1 — Imbibition hémorragique	+	±
	2 — Hypertrophie irrégulière (2 à 3 fois plus)	+	±
	3 — Bords hypertrophiés arrondis	+	±
	4 — Infarctus élargi	+	—
	5 — Infarctus localisé	—	+
	6 — Consistance molle rouge carmin	+	—
	7 — Consistance rugueuse rouge clair	—	+
	8 — Ecoulement de pulpe rouge	+	—
Foie	1 — Imbibition hémorragique	+	±
	2 — Hypertrophie	+	±
	3 — Aspect marbré	+	±
	4 — Hémorragie sous-capsulaire		
	5 — Hyperémie passive	+	—
	6 — Vésicule biliaire hypertrophiée	+	±
	7 — Vésicule biliaire hyperémiée	±	+
	8 — Œdème de la muqueuse de la vésicule	+	±
Reins	1 — Imbibition hémorragique	+	—
	2 — Hypertrophie	+	±
	3 — Hémorragie sous-capsulaire	+	—
	4 — Hémorragie diffuse	+	—
	5 — Hémorragie pétéchiale	±	—
	6 — Hémorragie médulaire	+	—
	7 — Œdème de la muqueuse du bassin	±	—
Estomac (grande courbure) Intestin grêle Gros intestin	1 — Hémorragie pétéchiale	1	1
	2 — Hémorragie diffuse	2	2
	3 — Hématome sous-muqueuse	3	3
	4 — Œdème de la muqueuse	4	4
	5 — Contenu hémorragique	5	5
	— + — + +	— + — — —	
	+ + — — +	+ — — — —	
	+ + + ± +	± — — ± —	
Cavités naturelles	1 — Hydrotorax	+	±
	2 — Hydropéricardite	+	—
	3 — Ascite hémorragique + 500 ml — 500 ml	+ —	± +
Trachée	1 — Hémorragie pétéchiale	+	±
	2 — Suffions hémorragiques	+	—
Poumons	1 — Œdème	+	±
	2 — Hématomes	+	—
Cœur	1 — Consistance molle	+	+
	2 — Couleur pâle	—	+
	3 — Hyperémie des vaisseaux	+	±
	4 — Hémorragies pétéchiales	±	+
	5 — Hématome auriculaire	+	—
Cerveau/membranes	1 — Hyperémie	+	+
	2 — Imbibition hémorragique	+	—

* Les signes + ou — sur la même ligne horizontale correspondent à l'ordre numérique croissant des lésions indiquées dans le groupe d'organes appartenant au même casier du tableau.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie le Dr Antoine Fritz PIERRE du Projet FAO, ANG/80/051 qui a amicalement assuré la traduction en français du texte original en portugais.

BIBLIOGRAPHIE

1. BARDIS (A.N.), HESS (W.R.). Pathogenesis of ASF in pigs. In : Proc. 74th Meet. of U.S. anim. Health Assoc., Philadelphia, 1970. 1971. p. 213-224.
 2. BURBA (L.C.). Característica morfológica diferencial das alterações nos suínos no caso de diversos métodos da infecção pelo Virus da PSA. Angola, Comunicações VACNIL No 6. p. 36-38.
 3. BURLAKOV (B.A.), BALABANOV (V.A.), GUZOV (A.F.), SAMBA (K.), MBIMBI (P.). African swine fever : its cause and pathological changes (as seen in the Congo). *Veterinariya*, 1985, **3** : 45-48.
 4. CARNERO (R.), GAYOT (G.), COSTES (C.), DELCLOS (G.), PLATEAU (F.). Peste porcine africaine. Données épidémiologiques, symptomatologiques et anatomopathologiques collectées en France en 1974 et pouvant servir de base du diagnostic clinique. *Bull. Soc. Sci. vét. Méd. comp. Lyon*, 1974, **76** (5) : 349-350 ; 353-354 ; 357-358.
 5. COGGINS (L.). African swine virus. Pathogenesis. *Prog. med. Virol.*, 1974, **18** : 48-63.
 6. COLGROVE (G.S.), HAELTERMAN (E.O.), COGGINS (L.). Pathogenesis of ASF in young pigs. *Am. J. vet. Res.*, 1969, **30** (8) : 1343-1359.
 7. Commission des Communautés Européennes. Propriétés du virus de la PPC et diagnostic différentiel des pestes porcines classique et africaine. Commission des Communautés Européennes, Direct. Afr. Dir. E., 1971. p. 93-155.
 8. GANTER (P.), JOLLES (G.). Histochimie normale et pathologique, T.1. Paris, Gauthier Villars, 1969. p. 24-92.
 9. KOVALENKO YA (R.). PSA - Perigo para suinicultura de muitos países. *Vetnik C. Agrárias Viev*, 1975, (9) : 32-38.
 10. LAGE (M.C.A.), OLIVEIRA (R.C.), SILVA (R.D.C.). PSA em S. Tomé e Príncipe. Portugal, Rep. trab. Inv., 1980, Vol. XII. p. 25-28.
 11. LUCAS (J.H.), LARENAUDIE (B.). PPA + Maladie de Montgomery. Les maladies animales à virus. Collection de monographies. Paris, L'Expression scientifique française, 1967. p. 5-11.
 12. LUCAS (J.H.), LARENAUDIE (B.). PPA - Maladies animales à virus. Paris, Laboratoire central de Recherches vétérinaires d'Alfort, 1967. p. 7-11.
 13. MacVICAR (J.W.), MEBUS (C.A.), BECKER (H.N.), BELDEN (R.C.), GIBBS (E.P.J.). Induced African swine fever in feral pigs. *J. Am. vet. Med. Ass.*, 1981, **179** (5) : 441-446.
 14. MAURER (F.), GRIESEMER (R.J.). ASF - Diseases of swine. Third ed. USA, Iowa State Press, 1970. p. 240-256.
 15. MENDES (S.U.). PSA no Brazil. Informe apresentado na reunião de Directores de Saúde animal das Américas FAO e CPAS. Minagri. R.F. Brazil, 1978. p. 1-38.
 16. MITININA (N.I.). PPA. In : ARCHIPOV (N.I.) et al. Anatomie pathologique des animaux domestiques. Moscou, Koloce, 1983. p. 130-143.
 17. NORLEY (S.G.), WARDELEY (R.C.). Cytotoxic lymphocytes induced by ASF infection. Animal virus Res. Institute Working Surey. *Res. vet. Sci. Pirbright*, 1984, **87** (2) : 255-257.
 18. NUNES PETISCA (J.L.) et al.. Evolução do quadro histopatológico em suínos infectados experimentalmente com o virus da PSA aguda: figado, pulmão e rins. Portugal, Rep. trab. Inv., 1978, Vol. X. p. 17-22.
 19. PATOTSKY (N.K.). Bases de tecnologia patohistológica. Huambo, Aperfeiçoamentos metodológicos para os estudantes do 3e ano da faculd. Vet., 1980. p. 6-34.
 20. RAMOS (J.R.) et al.. Fiebre porcina africana experimental - Consideraciones clinicas y morfologicas. *Revta cub. Ciênc. vet.*, 1982, **13** (1) : 1-8.
 21. SALIKI (J.T.), THIRI (E.), PASTORET (P.P.). La peste porcine africaine (African swine fever). Maisons-Alfort, IEMVT, 1985. p. 29-55. (Coll. Etudes et Synthèses de l'IEMVT no.11)
 22. TUBIASH (H.S.). Production en grande quantité de culture de leucocytes destinées aux épreuves d'hémadsorption avec le virus de la PPA. *Am. J. vet. Res.*, 1963, (24) : 381-384.
 23. WILKINSON (P.J.). ASF. *Pig. News Inf.*, 1980, 1 (1) : 17-21.
 24. WILKINSON (P.J.), LAWMAN (M.J.P.), JOHNSTON (R.S.). ASF in Malta in 1978. *Vet. Rec.* 1980, (2) : 94-97.
- NSALAMBI (D.)**. Diferencias clínicas y anatomo-patológicas de dos cepas del virus de la peste porcina africana (PPA) en Angola. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 539-543
- African Swine Fever (ASF) is prevalent in Angola. It is caused by several strains of viruses, among which Silva-Porto and Huambo 85. A clinical and anatomo-pathological comparative test carried out on the natural and experimental disease showed different and significant characteristics in the behaviour of these two strains. Silva-Porto generates clinical signs characterized by an haemorrhagic generalized diathesis more marked on the skin, organs and viscera. In addition, the anatomo-pathological lesions are more severe and obvious than those caused by Huambo 85. This difference of intensity in the clinical development and the heterogeneity in the anatomo-pathological lesions depend not only on the previous physiological status of the animal, but also on type or breed susceptibilities and on the strains themselves and the biological specificities of each virus involved.**
- Palabras claves :** Cerdo - Peste porcina africana - Virus - Anatomopatología - Síntoma - Lesión - Angola.

Communications

A severe nervous disease in fancy pigeons caused by paramyxovirus-1 in Saudi Arabia

A.I. Al Afaleq¹

E.M.E. Abu Elzein¹

A.A. Gameel¹

M. Awaad¹

M.M. Hassanein¹

AL AFALEQ (A.I.), ABU ELZEIN (E.M.E.), GAMEEL (A.A.), AWAAD (M.), HASSANEIN (M.M.). Description d'une pathologie neurologique grave provoquée par paramyxovirus-1 chez le pigeon d'agrément en Arabie Saoudite. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 545-547

Une pathologie neurologique grave a frappé les pigeons d'agrément pour la première fois en Arabie Saoudite en février-mars 1992. Le taux de morbidité était de 60 % et le taux de mortalité de 40 %. On a isolé un paramyxovirus-1 aviaire chez les pigeons malades. La maladie a pu être reproduite expérimentalement chez les pigeons, chez qui le virus a été réisolé et identifié.

Mots clés : Pigeon - Paramyxovirus aviaire - Trouble du système nerveux - Infection expérimentale - Épidémiologie - Arabie Saoudite.

Introduction

Pigeons (*Columba livia*) in Saudi Arabia are mainly kept as fancy birds. For this purpose, various breeds are provided from abroad, and reared under good conditions.

In spite of reports on poultry viral diseases in Saudi Arabia (1), pigeons have always been free from such infections. However, SHALABY *et al.*, 1985 (10) reported the presence of herpes virus infection in pigeons in the Eastern Province.

Between February and March 1992, a severe disease outbreak occurred in pigeons at Dirab (Locus 24°25'N ; 46°36'E), the central region of Saudi Arabia. The total number was thousand birds. The morbidity rate was 60 % while the case fatality rate was 40 %. The clinical signs resembled the neurotropic form of Newcastle disease (ND) in chickens. The birds were listless, unable to fly and had ruffled feather. They showed incoordination, anorexia and torticollis. Greenish diarrhoea was also seen. The course of the disease took five to ten days during which the birds either died or gradually recovered with torticollis as sequelae (photo 1).

1. College of Veterinary Medicine and Animal Resources, King Faisal University, POB 1757, Al-Ahsa 31982, Arabie Saoudite.

Reçu le 22.3.1993, accepté le 16.9.1993.

Materials and Methods

Gross-and-histopathology

Pigeons showing symptoms were sacrificed and postmortem examination carried out. Brains, livers, spleens, respiratory organs and whole blood in EDTA were collected for virus isolation assays.

Samples from the brain, lungs, livers, kidney, intestine, spleen and skeletal muscle, were also collected in 10 % formol-saline. Paraffin sections were prepared and stained with haematoxylin and eosin (HE) and examined for histopathological changes.

Virus isolation assays

Tissue samples for virological investigations were put into 50 % (W/V) suspension in phosphate buffered saline (PBS), pH 7.4, and centrifuged at 750 rpm for ten minutes. The supernatant was collected to which antibiotics were added and used to inoculate 9-day old specific-pathogen free (SPF) embryonating chicken eggs via the allantoic cavity (7). Inoculated eggs were incubated at 37 °C and candled daily. Eggs dying within the first 24 h were discarded. Subsequently, dying eggs were collected and kept for 3 h at 4 °C before the allantoic fluid was harvested.

Haemagglutination test (HA)

The haemagglutination test (HA) was performed on the original material and on the allantoic fluids from inoculated eggs using microtitre plates according to HANSON (8).



Photo 1 : A sick pigeon shown backward bending of the head and neck.

Communication

Haemagglutination inhibition test (HI)

The beta-method of the haemagglutination test (HI) was performed (8) employing two conventional Newcastle antisera (classical avian paramyxovirus serotype 1).

Agar gel immunodiffusion test (AGID)

Fifty percent homogenates from the brain and other visceral organs, collected from ailing pigeons, and allantoic fluid from passage one were reacted against the ND antiserum in agar gel immunodiffusion tests (AGID) employing a known ND virus as a positive control antigen (8). The brain from a healthy pigeon was used as a negative control antigen. Non-immune pigeon serum was also used as a control.

Thermostability

Thermostability test on the virus was carried out at 56°C for various times as described by HANSON (8).

Agglutination of mammalian RBCs

The ability of the virus to agglutinate mammalian erythrocytes involved examination of sheep, goat, cattle and horse and also pigeon red blood cells (RBC), as described by HANSON (8).

Experimental infection of pigeons

Fifteen indigenous seronegative pigeons were used. Five were kept as uninoculated controls in a separate room. Five were inoculated each intramuscularly with 10^8 50 % egg infectious dose (EID_{50}) of the virus isolated from the naturally-infected pigeons. The remaining 5 pigeons were inoculated intravenously with a similar dose of the virus. Each group was kept separately in a cage and provided with feed and water *ad lib*. The birds were kept under daily observations. Blood for serum was collected every two days post inoculation to test for seroconversion. To detect excreted virus, cloacal swabs were taken every two days post inoculation.

Post-mortem examination was performed on dead and sacrificed pigeons, and brains, blood and tissue samples from visceral organs were collected for virus reisolation.

Results

Virus isolation and identification

The embryonating eggs, inoculated with the original material died within 3-5 days post inoculation. Most HA

activity was detected in allantoic fluids from eggs inoculated with the brain material (1/1024), followed by the liver (1/512), blood (1/128), spleen (1/32) and respiratory organs (1/8), respectively. The same picture was seen in the original material with the brain giving the highest HA end-point titres followed by the liver, spleen and respiratory organs respectively.

The HA activity of the isolated virus was inhibited by the ND sera (avian paramyxovirus 1).

The AGID

A complete precipitation line of identity was produced between the known ND antiserum and the virus contained in the brain and liver homogenates and the allantoic fluid of passage one respectively. This line completely merged with the line produced between the known ND virus and the ND antiserum. No lines were seen between the brain from healthy pigeons and the positive serum, and no reaction was seen between the negative serum and the brain or livers from sick birds.

Thermostability

The virus HA activity was completely lost following heating for 30 min at 56°C.

Agglutination of mammalian RBCs

The virus agglutinated best pigeon and chicken RBCs. Low HA activity was seen with sheep and goat RBCs, but no HA activity was seen with horse or bovine RBCs.

Gross-and-histopathological findings

The P.M. picture showed congestion of the brain and fatty changes in the liver. The kidneys were oedematous. Splenomegaly was evident. There was massive myocardial necrosis and the lungs looked congested, and there was serous air-sacculitis. The intestinal serosa and mucosa showed some haemorrhagic spots.

The histopathological changes were seen in the brain, lungs, liver, kidneys, intestines and skeletal muscles. Changes in the brain tissue were characterized by congestion and capillary proliferation associated with focal areas of haemorrhages. Perivascular mononuclear cell cuffs were seen in the cerebral cortex with diffuse (occasionally focal) gliosis. Neuronal degeneration was also seen. Similar degenerative changes were seen in Purkinji cells in the cerebellum associated with vacuulations in the white matter. Mild to severe changes were seen in the liver characterized by hepatocyte swelling, degeneration, sinusoidal dilatation and infiltration of mononuclear cells. In the heart, blood vessels were

congested. Mild myocardial degeneration associated with slight to moderate proliferation of interstitial cells was seen. Changes in the kidneys were mainly congestion and haemorrhages accompanied by tubular degeneration and infiltration of the interstitium with mononuclear cells.

Reproduction of the disease in experimental pigeons

Two pigeons of the I/V group started showing symptoms by day three. Both pigeons died on day seven. The remaining three showed symptoms between day four and six and all died by day eight. The five pigeons inoculated I/M showed symptoms between day three and four and all died by day eight. The symptoms were nervous signs and loose droppings. Virus was isolated from all inoculated pigeons from day three. Low level HI titres were detected in 30 % of the inoculated pigeons.

Discussion

The clinical signs, gross P.M. lesions and histopathological picture of the examined pigeons together with the virus isolation and identification and reproduction of the disease in pigeons, were highly suggestive of the avian paramyxovirus-1 infection (3, 4).

Paramyxovirus-1 infections have caused great losses in pigeons in Continental Europe, Great Britain (2) and the Sudan (4) and was reported in Egypt during the last few years (9).

The present PPMV-1 infection in Saudi Arabia showed a high degree of host specificity to pigeons. No other avian species were reported to be infected during the natural outbreak of the disease in pigeons. This was also the case elsewhere (4, 5). Such a unique host specificity for a paramyxovirus-1 was rather unusual (3). However, experimental infection of chickens through the natural routes with virulent PPMV-1 failed to produce overt clinical signs (3, 6).

Conclusion

It is rather difficult to speculate on the threat of this virus for domestic poultry. However, it might get adapted to chickens through natural passage. This should be borne in mind when handling pigeon outbreaks due to this virus in Saudi Arabia. Further classification studies on the virus are underway.

References

1. AHMED (A.S.A.), REDA (I.M.), ISMAIL (O.E.). A survey of respiratory diseases of chickens in the Eastern region of Saudi Arabia. *Abstr. Proc. Saudi Biol. Soc.*, 1981, **5** : 118-119.
 2. ALEXANDER (D.J.). Avian paramyxovirus type-1 infections in pigeon spread to domestic poultry in Great Britain in 1984. *In* : McFERRAN (J.B.), McNULTY (M.S.) Ed. Acute virus infections of poultry. Dordrecht, Martinus Nijhoff, 1986. P. 87-95.
 3. ALEXANDER (D.J.), PARSONS (G.). Avian paramyxovirus type 1 infections of racing pigeons. *Vet. Rec.*, 1984, **114** : 466-469.
 4. ALEXANDER (D.J.), RUSSEL (P.H.), PARSONS (G.), ABU ELZEIN (E.M.E.), BALLOUH (A.), CERNIK (K.), ENGSTROM (B.), FEVEREIRO (M.) *et al.*. Antigenic and biological characterization of avian paramyxovirus type-1 isolates from pigeons. An international collaborative study. *Avian Path.*, 1985, **14** : 365-376.
 5. BALLOUH (A.), ABU ELZEIN (E.M.E.), ELMUBARAK (A.K.). Outbreak of the pigeon paramyxovirus serotype-1 in the Sudan. *Vet. Rec.*, 1985, **116** (14) : 375.
 6. BALLOUH (A.), ABU ELZEIN (E.M.E.). Comparative pathogenicity of the pigeon paramyxovirus-1 and five velogenic Newcastle disease viruses to chickens, chick embryos and pigeons in the Sudan. *Bull. Anim. Hlth Prod. Afr.*, 1986, **34** : 254-257.
 7. CUNNINGHAM (C.H.). Laboratory guide in virology. 6th ed. Minneapolis, Burgess Publ. Co., 1966.
 8. HANSON (L.W.). Newcastle disease. *In* : HITCHNER (S.B.), Ed. Isolation and identification of avian pathogens. New York, Arnold Printing Corporation, 1975. p. 160-173.
 9. SHAKAL (M.A.). Studies on avian paramyxovirus-1 infection in pigeons. Ph. D. Thesis. Cairo University, 1990.
 10. SHALABY (M.A.), ELSISI (M.A.), ISMAIL (O.E.), ALAFALEQUE (A.I.). Isolation of pigeon herpes encephalomyelitis virus in Saudi Arabia. *Vet. Res. Comm.*, 1985, **9** : 239-244.
- AL AFALEQ (A.I.), ABU ELZEIN (E.M.E.), GAMEEL (A.A.), AWAAD (M.), HASSANEIN (M.M.). A severe nervous disease in fancy pigeons caused by paramyxovirus-1 in Saudi Arabia. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 545-547

A severe nervous disease struck fancy pigeons for the first time in Saudi Arabia during February-March, 1992. The morbidity rate was 60 % while the case fatality rate was 40 %. An avian paramyxovirus-1 was isolated from affected pigeons. The disease was reproduced experimentally in pigeons and the virus was reisolated and identified.

Key words : Pigeon - Avian paramyxovirus - Nervous system disease - Experimental infection - Epidemiology - Saudi Arabia.

Communication

Lumpy skin disease : Observations on the recent outbreaks of the disease in the Sudan

A.I. Khalafalla¹M.A. Gaffar Elamin¹Z. Abbas¹

KHALAFALLA (A.I.), GAFFAR ELAMIN (M.A.), ABBAS (Z.). Récentes épidémies de dermatose nodulaire contagieuse bovine observées au Soudan. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 548-550

Des épidémies de dermatose nodulaire contagieuse bovine observées chez des vaches de races Frisonne et locale dans l'Etat de Karthoum durant la période 1989-1991 sont décrites ici. La maladie a été diagnostiquée grâce à l'examen clinique, à l'isolement et l'identification du virus, au microscope électronique. Les signes cliniques étaient les suivants : fièvre, écoulement nasal, apparition de multiples nodules cutanés de diverses tailles, œdème des membres inférieurs et de la poitrine, avortements. La maladie était sévère chez les bovins de pure race Frisonne, avec un taux de morbidité de 37,9 p. 100 et un taux de mortalité de 4,2 p. 100 tandis qu'elle était assez modérée chez les bovins de race locale.

Mots-clés: Bovin - Bovin Frison - Dermatose nodulaire contagieuse - Diagnostic - Épidémiologie - Soudan.

Introduction

Dairy farming is becoming very important in the Sudan. Many dairy farms have been recently established and high milk yielding cattle breeds have been introduced in a National upgrading programme of indigenous breeds. One of the major problems facing this upgrading programme is the infectious diseases which are endemic in the country.

Lumpy skin disease (LSD) in the Sudan was first reported in 1971 (2) and the causative virus (capripoxvirus) isolated from cases in various parts of the country. The objective of the present study was to investigate into the recent outbreaks of LSD in the country with special reference to clinical and epidemiological features in affected animals.

Materials and Methods

The disease was thought to originate from an area South of Khartoum ; it appeared after the rainy season in 1989. In December 1989, it was reported in a large dairy farm South East of Khartoum. This farm belongs to the Arab Company for Livestock Development (ACOLID) and keeps 1882 imported Friesian cattle of different ages raised under local conditions. The disease was later obser-

ved in the small dairy farms of the Kuku dairy project involving indigenous, imported Friesian and crossbred cattle. The project covers a wide area, East of Khartoum and the disease continued to spread to the North and East of Khartoum until October 1991 when no more new outbreaks were reported.

Affected animals were examined clinically and epidemiological data collected. Post-mortem examination was carried out immediately after death in some animals. Biopsies were collected from skin nodules of affected animals and processed for histopathological analysis, electron microscopy, virus isolation and identification, as previously described (2, 11).

Results

Laboratory investigations

The histopathological findings were similar to those reported for LSD by ALI *et al.* (1), BIDA (3) and BURDEIN (4). The LSD virus was isolated and identified in cell culture and confirmation was obtained by electron microscopy (fig. 1).

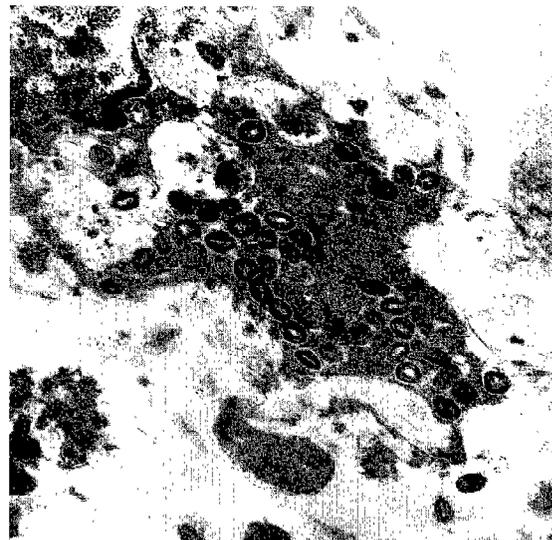


Figure 1 : Electron micrograph showing lumpy skin disease virus particles in skin biopsy (x 14,400).

Clinical findings and epidemiological data

The disease was initially characterized by inappetance and a sharp rise in body temperature (40-42°C), nasal discharge and salivation for 2-3 days, when skin rashes began to appear. Young animals usually died at this stage. The skin rashes soon developed into nodules, 0.5 to 5 cm in diameter, which appeared on the neck, brisket, back and thighs. Occasionally nodules were seen on the udder, vulva, scrotum and around the eyes and lips. A

1. Central Veterinary Research Laboratories, SOBA, POB 8067, Elamarat, Khartoum, Soudan.

Reçu le 16.3.1993, accepté le 16.9.1993.

generalized form of the disease with nodules all over the body appeared to be of common occurrence (photo 1). Oedema of legs and brisket and enlargement of lymph nodes were frequently observed and 3-6 % of pregnant cows aborted. The number of animals at risk, as well as morbidity and mortality rates in imported Friesian cattle at the ACOLID dairy farm are shown in table I. In this farm the disease caused a morbidity rate of 37.9 % and a total mortality rate of 4.2 % and 10 cases of abortion.

In the farms of the Kuku dairy project, the pattern of the disease in imported Friesian cattle was similar to that observed at the ACOLID farm. However, the morbidity in local breeds was estimated to 15 % with no recorded deaths. Post-mortem examinations showed that pneumonia was the most commonly observed lesion.



Photo 1 : A five-year old cow with generalized skin nodules.

TABLE I Pattern of lumpy skin disease outbreak in imported Friesian cattle at ACOLID dairy farm.

	Number of Animals involved	Animals with clinical disease		Deaths		Case Fatality Rate (%)
		Number	%	Number	%	
Adults	1,040	527	50.6	45	4.3	8.5
Calves	619	132	21.3	9	1.4	6.8
New born	223	56	25.1	26	11.6	46.4
Total	1,882	715	37.9	80	4.2	11.2

Discussion

The present outbreaks were caused by the Neethling-type virus of the lumpy skin disease, as suggested by the histopathological and electron microscopical findings in addition to virus neutralization.

The clinical signs observed in the present outbreaks are similar to those mentioned by ALI *et al.* (1), ALI and OBEID (2) and are in accordance with previous outbreaks (1, 5, 8). All age groups were affected, but death rates in newborn calves were relatively high (11.6 %) and probably due to pneumonia.

The economic importance of LSD in indigenous cattle was not presumed to be very large as it took a milder form and often led to complete recovery. On the other hand, in the exotic imported breeds the disease showed a severe progressive form which frequently terminated fatally. In these purebred Friesian animals, abortion usually occurred in severely affected cows and most of the aborted animals died, probably due to secondary complications.

The transmission routes were not studied in the present outbreaks. However, they were associated with a large number of flies and mosquitoes and with crowded animal enclosures. These observations suggest insect transmission. Aerosol transmission was also supported by the presence of nasal discharge and salivation in affected animals which consequently contaminated the environment and produced virus aerosol.

Since LSD is endemic in Africa including Sudan, it seemed reasonable to speculate that a high percentage of the Sudanese cattle had an earlier infective experience with the causative agent which is known to induce live-long immunity (9). Another explanation to the severity of LSD in imported Friesian cattle could be that the exotic breeds with a thinner skin opposite to the thick-skinned indigenous African ones are more predisposed to the development of severe lesions due to the disease (6).

Despite the fact that outbreaks of LSD continue to occur in the country since 1971, no National programme of control has been adopted. A local strain of LSD has been selected at this Institute to develop a candidate vaccine through serial passages in cell culture. However, this process is still underway.

A recent policy has been adopted by the veterinary authorities to improve the dairy industry by introducing high-milk yielding cattle breeds. However, such a policy has to consider the risk of LSD reported in this study and the vaccination programme of imported cattle should include this disease.

Acknowledgements

The authors are grateful to Mr. SAYED YOUSIF and Miss Wafa SALIH for their technical assistance in electron microscopy. We are indebted to Drs M. ABBAS, Y. ABDEL RAOOF and M.E. MAHGOOD for their interest and cooperation.

Communication

References

1. ALI (A.A.), ESMAT (M.), ATTIA (H.), SELIM (A.), ABDEL HAMID (Y.M.). Clinical and pathological studies of lumpy skin disease in Egypt. *Vet. Rec.*, 1970, **127** : 549-550.
2. ALI (B.H.), OBEID (H.M.). Investigation on the first outbreaks of lumpy skin disease in the Sudan. *Br. Vet. J.*, 1977, **133** : 184-189.
3. BIDA (S.A.). Confirmation by histopathological of the probable widespread of lumpy skin disease (LSD) in Nigeria. *Bull. Anim. Hlth Prod. Afr.*, 1977, **25** : 317-324.
4. BURDEN (M.L.). The use of histopathological examinations of skin material for the diagnosis of lumpy skin disease in Kenya. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1959, **7** : 27-36.
5. HAIG (D.A.). Lumpy skin disease. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 1957, **5** : 421-430.
6. PIERRE (F.). La maladie nodulaire cutanée des bovins en Côte-d'Ivoire. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1978, **31** (3) : 281-286.
7. VAN ROOYEN (P.J.), MUNZ (E.K.), WEISS (K.E.). The optimal condition for the multiplication of Neethling-type lumpy skin disease virus in embryonating eggs. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 1969, **36** : 165-174.
8. WEISS (K.E.). Lumpy skin disease. In : GARD (S.), HALLAUER (C.), MEYER (K.F.) Eds. Virology monographs. Vol. 3. New York, Springer Verlag, 1968. p. 111-131.
9. WOODS (J.A.). Lumpy skin disease. A review. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1988, **20** : 11-17.

KHALAFALLA (A.I.), GAFFAR ELAMIN (M.A.), ABBAS (Z.). Lumpy skin disease : Observations on the recent outbreaks of the disease in the Sudan. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 548-550

Outbreaks of lumpy skin disease in imported Friesian and indigenous cattle which occurred in the Khartoum State during the period of 1989-1991, are described. The disease was diagnosed from clinical findings, isolation and identification of the virus and from electron microscopy. Clinical findings included pyrexia, nasal discharge, appearance of multiple skin nodules of varying sizes, oedema of legs and brisket and abortion. The disease in purebred Friesian cattle was severe with a morbidity rate of 37.9 % and a mortality rate of 4.2 % while it was rather mild in indigenous cattle.

Key words : Cattle - Friesian cattle - Lumpy skin disease - Diagnosis - Epidemiology - The Sudan.

A. Gueye ¹Mb. Mbengue ¹A. Diouf ¹M.L. Sonko ¹

Tiques et hémoparasitoses du bétail au Sénégal. V. La zone nord-guinéenne

GUEYE (A.), MBENGUE (Mb.), DIOUF (A.), SONKO (M.L.). Tiques et hémoparasitoses du bétail au Sénégal. V. La zone nord-guinéenne. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 551-561

Les auteurs rapportent les résultats d'une étude sur les tiques et les hémoparasitoses des bovins, des ovins et des caprins de la zone nord-guinéenne. Un détiqage systématique de 40 bovins, 40 moutons et 40 chèvres est effectué pendant 15 mois dans le but de déterminer la dynamique des populations et de préciser les sites préférentiels de fixation des différentes espèces suivantes récoltées sur ces animaux : *Amblyomma variegatum*, *Boophilus geigy*, *Hyalomma truncatum*, *H. marginatum rufipes*, *Rhipicephalus sulcatus*, *Rh. senegalensis*, *Rh. lunulatus*. Des études sont menées simultanément sur les hémoparasitoses par réalisation de frottis de sang et de splénectomies. Chez les bovins, sont mis en évidence : *Anaplasma marginale*, *Ehrlichia bovis*, *Trypanosoma vivax*, *Theileria mutans*, *Theileria velifera*. Les infections décelées chez les petits ruminants sont occasionnées par *Anaplasma ovis*, *Ehrlichia ovina*, *Trypanosoma congolense*, *Theileria ovis*. Les valeurs de l'hématocrite d'animaux apparemment sains sont étudiées, de même que les variations saisonnières de ce paramètre hématologique.

Mots clés : Bovin - Ovin - Caprin - Tique - Maladie transmissible par tiques - Protozoose - Sang - Sénégal.

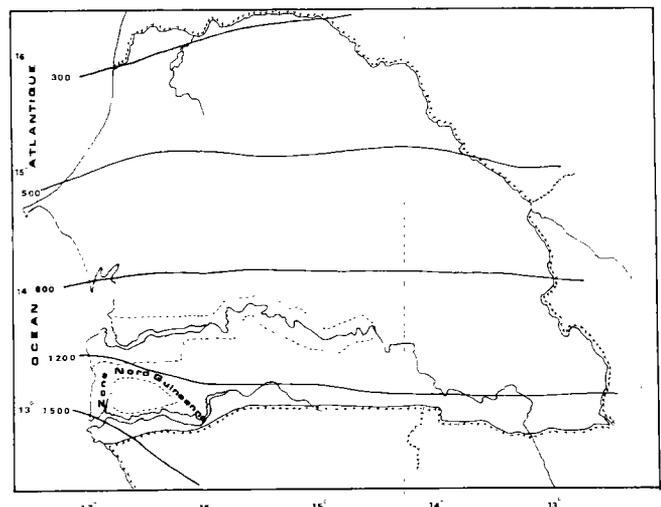
LE MILIEU (Carte 1)

La zone nord-guinéenne, communément appelée Basse Casamance, représente la région la plus humide du Sénégal, avec un indice pluviométrique compris entre 1 200 et 1 850 mm. Elle est caractérisée par un climat tropical qui peut être considéré comme un sous-climat maritime du climat sahélo-soudanais (3) avec des maxima de température de mars à mai et des minima relativement bas en janvier et février (tabl. I). Les minima concernant l'humidité sont observés en février-mars. La saison des pluies, de durée moyenne, s'étale habituellement de mai à octobre. La pluviométrie enregistrée à Ziguinchor au cours des années 1986 et 1987 est indiquée dans le tableau II ; les normes pluviométriques de la région sont de 1 393 mm, moyenne calculée entre 1951 et 1980 dans cette même localité.

La physionomie de la végétation primaire a subi peu de modifications ; c'est celle d'une forêt dense semi-décidue comportant comme essences : *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Pierre, *Pentaclethra macrophylla* Benth. *Guibourtia copallifera* Benn. *leonensis* J. Léon, *Chlorophora regia* A. Chev. *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. et Dalz., *Rauwol-*

fia vomitoria Afz. Cette forêt très importante jusqu'à une époque assez récente, est presque entièrement détruite par l'extension des terrains de culture de l'arachide ou du riz dans les zones de bas-fonds. A cette formation, ont alors succédé des savanes densément boisées ou des forêts sèches denses à *Parinari excelsa* Sabine, *Detarium senegalense* J.F. Gmel., *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss., *Azelia africana* Sm. et *Erythrophlaeum guineense* (photo 1). Les palmiers à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) forment encore aujourd'hui des peuplements denses aussi bien dans les bas-fonds et les galeries qu'en dehors de ces sites typiquement hydromorphes, traduisant ainsi la faible profondeur de la nappe phréatique par rapport à la surface du sol (photo 2).

Dans ce cadre propice aux activités agricoles, existe en outre une tradition pastorale avec l'exploitation d'espèces trypanotolérantes telles que le bovin Ndama, le mouton et la chèvre Djallonké. Pour des raisons sociales, l'exploitation des caprins est plus développée que celle des ovins. La pratique de l'élevage dans cette aire géographique est favorisée par la présence, dans la moitié septentrionale, de pâturages naturels en dépit de la densité des arbres, et dans la partie méridionale par l'existence de jachères culturales mises à profit par le bétail. Des graminées non pyrophiles forment une composante essentielle de la strate herbacée de cette région située à l'extrême sud du pays (1).



Carte 1 : Le Sénégal : la zone nord-guinéenne.

1. ISRA-LNERV, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal.

Reçu le 3.8.1992, accepté le 14.9.1993.

TABLEAU I Températures et humidités relatives enregistrées à Ziguinchor.

Données climatologiques	Mois	Jun	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Jun	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
		1986	1986	1986	1986	1986	1986	1986	1987	1987	1987	1987	1987	1987	1987	1987	1987	1987	1987	1987
Température (°C)	Maxima	34,4	31,7	30,5	31,2	32,7	32,3	32,0	33,6	35,5	37,9	36,7	35,6	34,0	33,1	31,4	31,8	32,9	34,1	33,0
	Minima	23,4	23,7	23,1	23,1	23,9	19,5	16,1	16,0	17,5	18,2	21,7	24,2	24,5	24,3	23,7	23,7	23,4	21,7	18,0
Humidité relative	Maxima	94	96	99	99	98	92	87	93	83	85	94	94	97	98	99	99	99	97	83
	Minima	50	64	70	67	57	38	28	33	27	22	35	50	58	64	71	71	64	46	31

TABLEAU II Pluviométrie (en mm) enregistrée à Ziguinchor en 1986 et 1987.

Année	Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Total annuel
1986		—	—	—	—	—	60,0	200,4	319,8	335,0	60,0	TR	975,2
1987		—	0,2	—	—	1,1	97,1	190,9	473,3	219,0	61,2	—	1 042,8



Photo 1 : Prestige de forêt dense.



Photo 2 : Peuplement de palmiers à huile.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Ils sont identiques à ceux mis en œuvre dans les zones écologiques dont l'étude a été réalisée précédemment (7, 8, 9, 10). Dans le but d'étudier l'écologie des tiques inféodées au bétail, un suivi de la dynamique des populations de ces acariens est effectué durant 15 mois, de juin 1986 à août 1987, sur 40 bovins, 40 ovins et 40 caprins. Les sites de fixation préférentiels de chacune des espèces, au niveau des 7 régions anatomiques définies chez ces ruminants (7), sont identifiés.

Des investigations sur les hémoparasites hébergés par ces ruminants, et transmis éventuellement par les tiques, sont réalisées successivement à la saison des pluies et à la saison sèche dans le but d'évaluer l'impact de la saison sur la prévalence des infections occasionnées par les protozoaires.

La valeur de l'hématocrite des animaux soumis au mode de conduite de l'élevage traditionnel est très dépendante de l'environnement qui peut subir, selon les zones écologiques, des modifications plus ou moins importantes de la végétation au cours de l'année. L'évolution quantitative et qualitative de ces ressources fourragères, affecte certains paramètres hématologiques comme l'hématocrite. Afin d'apprécier ces variations, des mesures du volume globulaire du sang des différentes espèces animales sont effectuées durant les deux saisons.

RÉSULTATS

Les récoltes mensuelles de tiques ainsi que les sites préférentiels de fixation des tiques sur les bovins, les ovins et les caprins sont rapportés dans les tableaux III à VIII.

Les bovins (tableaux III, IV)

Amblyomma variegatum (Fabricius, 1794)

C'est l'espèce dominante, avec une fréquence relative de 77,46 p. 100. Les bovins de cette zone écologique, à la différence de ceux de la région des Niayes (7), sont très infestés par les larves et les nymphes. Les sites de fixation préférentiels des pré-imagos sont les oreilles (région 1) et l'abdomen-pattes-fanon (région 4) avec respectivement, des taux de 66,04 et 19,62 p. 100. Il est important de préciser que pour les larves, le site préférentiel est la région 1 avec un taux de 96,31 p. 100, correspondant à des effectifs de 7 763 individus ; tandis que pour les nymphes, c'est la région 4 avec un taux de 58,54 p. 100 équivalent à des effectifs de 2 189 individus. Les imagos se fixent surtout au niveau de la région 4 (63,58 p. 100) et de la région anogénitale ou région 5 (30,17 p. 100).

La dynamique des populations est caractérisée par l'existence d'une seule génération annuelle, avec en plus la présence simultanée sur les animaux de toutes les stases pendant une période relativement longue, d'octobre à février (fig. 1). Les imagos sont présents sur les bovins durant toute l'année. Néanmoins, à partir de novembre, l'activité des femelles se réduit et devient nulle au mois de février. Les premières réinfestations par les femelles ne sont alors enregistrées qu'au mois de mai. Les pics des populations imaginaires se situent en juin, avec une légère réduction en août due probablement à la forte pluviosité enregistrée à cette époque.

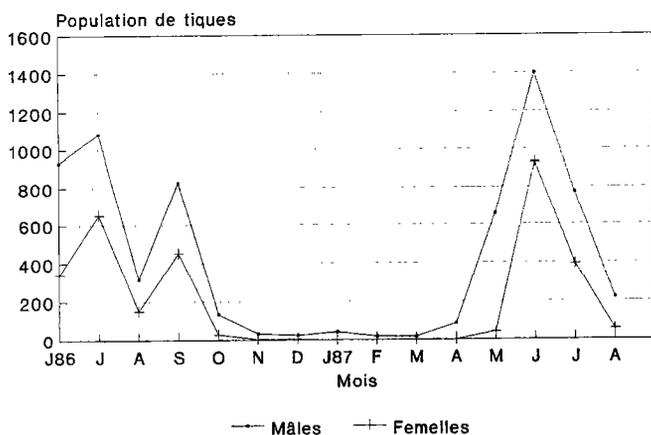


Figure 1 : Infestation par *Amblyomma variegatum*. Bovins (zone nord-guinéenne).

Boophilus geigy Aeschlimann et Morel, 1965

Par ordre d'importance, cette espèce vient en seconde position avec une fréquence relative de 8,7 p. 100. Les sites préférentiels de fixation sont les oreilles (40,1 p.

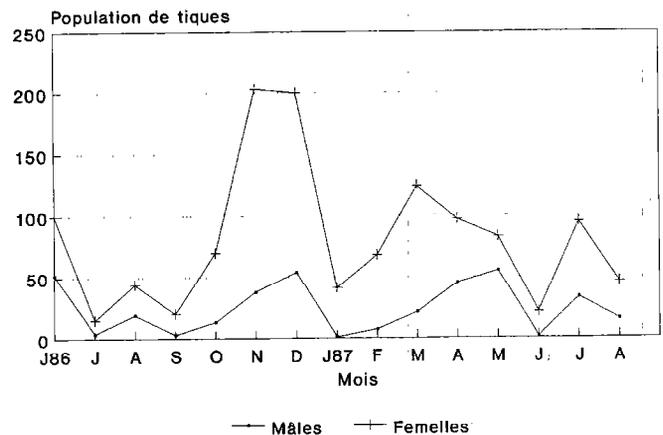


Figure 2 : Infestation par *Boophilus geigy*. Bovins (zone nord-guinéenne).

100) et le dessous (41,1 p. 100) ; la région anogénitale étant un site secondaire avec 17,9 p. 100.

La dynamique des populations est marquée par l'existence de deux pics d'infestation pendant la saison sèche, notamment en novembre-décembre et en avril-mai (fig. 2). Par contre, durant la saison des pluies, on note une réduction très nette de la charge parasitaire comme cela est observé pour cette tique dans la zone sud-soudanienne (10). Ainsi, la variation d'abondance de *B. geigy* en fonction des saisons est similaire à celle de *Boophilus decoloratus* (Koch, 1884) dans la région des Niayes (7), et de *Boophilus microplus* (Canestrini, 1888) dans la savane brésilienne (5), ces deux dernières espèces étant également affectées par l'excès d'humidité.

Les populations de *B. geigy* de la zone nord-guinéenne sont en outre numériquement moins importantes que celles étudiées dans la zone sud-soudanienne, région moins boisée (10) (fig. 2).

Hyalomma truncatum Koch, 1844

L'espèce ne semble pas abondante dans cette région méridionale où sa fréquence relative est très réduite : 2,3 p. 100. Le faible niveau de ses populations résulte certainement de la présence de la forêt et de la pluviométrie élevée enregistrée dans cette aire géographique. Cependant, dans les régions forestières de l'Afrique centrale, cette tique se localise dans des savanes guinéennes (4) recevant plus de 1000 mm de pluies annuelles ; ce qui dénote donc pour ce *Hyalomma* une certaine tolérance à l'humidité en l'absence d'une strate arborée dense.

Les sites de fixation primaires sur l'hôte sont la queue (région 6, 48 p. 100) et le dessous (22,2 p. 100), tandis que la région anogénitale (18,87 p. 100) et les pieds (région 7, 10,8 p. 100) constituent des sites secondaires.

A. Gueye Mb. Mbengue A. Diouf M.L. Sonko

TABLEAU III Récoltes mensuelles des tiques sur bovins.

Espèces	Mois Stases	Jun	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Total par stase	Total par espèce	Abondance relative p. 100
		1986																	
<i>A. variegatum</i>	L	—	—	—	—	166	5 189	2 449	120	134	—	—	2	—	—	—	8 060	21 401	77,46
	N	175	17	—	—	28	959	968	434	653	359	107	31	8	—	—	3 739		
	♂	932	1 081	314	827	134	33	25	42	18	17	85	657	1 399	773	217	6 554		
	♀	338	651	150	452	29	3	4	1	—	—	—	42	930	393	55	3 048		
<i>B. geigy</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 408	8,7
	N	168	2	50	11	10	61	35	9	22	61	130	206	—	33	22	820		
	♂	52	4	19	3	13	38	54	1	7	21	45	55	1	33	15	361		
	♀	100	15	44	20	70	203	200	41	68	124	97	83	21	95	46	1 227		
<i>H. truncatum</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	657	2,37
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	♂	38	23	46	63	22	7	7	27	21	12	2	21	40	31	19	379		
	♀	12	12	36	54	26	12	19	23	27	5	1	8	19	9	15	278		
<i>H. marginatum rufipes</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	0,04
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	♂	—	1	—	—	3	—	1	—	—	—	1	3	—	1	2	12		
	♀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	1		
<i>Rh. sulcatus</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 634	5,91
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	♂	—	12	495	389	12	—	—	—	—	1	—	—	2	11	114	1 036		
	♀	—	3	251	252	16	3	—	—	—	1	—	—	—	10	62	598		
<i>Rh. senegalensis</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 283	4,64
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	♂	203	121	32	257	4	5	—	17	29	—	1	3	20	31	20	743		
	♀	150	72	48	131	3	2	1	22	22	2	2	—	20	30	35	540		
<i>Rh. lunulatus</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	232	0,84
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	♂	21	16	4	44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	86		
	♀	25	8	7	100	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	146		
Total																	27 628	100	

L = larves ; N = nymphes ; ♂ = mâles ; ♀ = femelles.

TABLEAU IV Récoltes de tiques par région anatomique sur bovins (pourcentage entre parenthèses).

Régions anatomiques	Espèces		<i>A. variegatum</i>		<i>B. geigy</i>		<i>H. truncatus</i>		<i>H. m. rufipes</i>		<i>Rh. sulcatus</i>		<i>Rh. senegalensis</i>		<i>Rh. lunulatus</i>	
	I	PI	I	PI	I	PI	I	PI	I	PI	I	PI	I	PI	I	PI
Oreille (Région 1)	29 (0,30)	7 793 (66,04)	442 (27,83)	524 (63,90)	—	—	—	—	—	—	1 599 (97,85)	—	847 (66,01)	—	6 (2,58)	—
Tête, encolure (Région 2)	143 (1,48)	20 (0,20)	5 (0,31)	3 (0,36)	—	—	—	—	—	—	—	—	10 (0,78)	—	—	—
Dessus (Région 3)	60 (0,62)	1 (0,00)	1 (0,06)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7 (3,01)	—
Abdomen, pattes (Région 4)	6 105 (63,58)	2 315 (19,62)	806 (50,75)	184 (22,43)	146 (22,22)	—	—	—	1 (7,69)	—	13 (0,79)	—	30 (2,33)	—	8 (3,44)	—
Région anogénitale (5)	2 897 (30,17)	985 (8,34)	325 (20,46)	105 (12,80)	124 (18,87)	—	—	—	11 (84,61)	—	1 (0,06)	—	8 (0,62)	—	6 (2,58)	—
Queue (Région 6)	42 (0,43)	33 (0,28)	4 (0,25)	2 (0,24)	316 (48,09)	—	—	—	1 (7,79)	—	1 (0,06)	—	158 (12,31)	—	125 (53,87)	—
Pieds (Région 7)	326 (3,39)	652 (5,52)	5 (0,31)	2 (0,24)	71 (10,80)	—	—	—	—	—	20 (1,22)	—	230 (17,92)	—	80 (34,48)	—
Valeurs totales	9 602	11 799	1 588	820	657	—	—	—	13	—	1 634	—	1 283	—	232	—

I : imagos (♂ + ♀) ; PI : préimagos (N + L).

Dans la variation d'abondance, en dépit de la faiblesse des effectifs, l'amorce des deux vagues successives d'infestation est perceptible. Cette courbe de parasitisme bimodale est toutefois beaucoup plus marquée dans les zones écologiques moins humides (7, 8).

***H. marginatum rufipes* Koch, 1844**

L'espèce est rare dans cette région boisée qui ne correspond pas à l'habitat normal de la tique en Afrique subsaharienne. La distribution de *H.m. rufipes* intéresse plutôt les steppes et les savanes des régions ne bénéficiant que d'une seule saison des pluies (2, 12). L'essentiel des spécimens récoltés se localise sur les marges de l'anus (région 5).

***Rhipicephalus sulcatus* Neumann, 1908**

La zone nord-guinéenne constitue au Sénégal, la zone écologique la plus favorable à *Rhipicephalus sulcatus*, qui est l'espèce dominante du genre *Rhipicephalus*. La distribution habituelle de *Rh. sulcatus* en Afrique occidentale et centrale, concerne les savanes boisées subéquatoriales guinéennes, les mosaïques forêts-savanes et les savanes boisées subtropicales sud-soudaniennes (12). La fréquence relative de l'espèce est de 5,9 p. 100 et le site de fixation préférentiel de ses imagos est la région 1 (97,85 p. 100).

Dans la dynamique des populations de *Rh. sulcatus* on distingue, pour les adultes, une période d'activité très nette limitée presque exclusivement à la saison des pluies. Ce fait laisse supposer l'existence d'une seule génération annuelle. En outre, les fortes infestations des animaux par cette tique ne sont constatées que quelques semaines plus tard, après la tombée des premières pluies.

***Rhipicephalus senegalensis* Koch, 1844**

Rhipicephalus senegalensis trouve dans cette région les conditions répondant le mieux à ses exigences écologiques. La fréquence relative de l'espèce est de 4,6 p. 100. Cette tique est présente sur les animaux durant toute l'année avec un accroissement très net de l'infestation à la période pluvieuse. Ce parasitisme quasi-permanent rappelle quelque peu les observations de VASSI-LIADES (14) concernant la présence de cette tique sur les bovins de la région des Niayes tout au long de l'année, avant la sécheresse de la décennie 1970-1980.

Le site d'élection des imagos qui constituent l'exclusivité des récoltes est l'oreille (66 p. 100), tandis que le pied (17,9 p. 100) et la queue (12,3 p. 100) représentent des sites secondaires.

***Rhipicephalus lunulatus* Neumann 1907**

Son aire de distribution est comprise entre les isohyètes de 750 et 2 000 mm (11). Elle est nettement moins abondante dans la zone nord-guinéenne que dans la zone sud-soudanienne qui paraît plus propice à l'espèce et où elle domine dans l'ensemble du groupe *Rhipicephalus* (10). Son abondance relative est de 0,84 p. 100. Dans cette zone humide, *Rh. lunulatus* se fixe sur les animaux essentiellement au niveau de la queue (53,8 p. 100) et des pieds (34,4 p. 100).

L'activité de l'espèce est strictement limitée à la période des pluies, traduisant ainsi l'existence d'une seule génération dans l'année. Contrairement aux imagos de *Rh. sulcatus* ceux de *Rh. lunulatus* débutent leur phase parasitaire dès la tombée des premières pluies.

Les ovins (tableaux V, VI)

Les moutons sont infestés par l'ensemble des espèces identifiées sur les bovins à l'exception de *H. marginatum rufipes*. La différence entre ces deux ruminants réside surtout dans la charge parasitaire dont les diverses valeurs résultent soit des préférences d'hôte des tiques, soit du mode de pâturage auquel sont soumis les ovins.

***Amblyomma variegatum* (Fabricius, 1794)**

L'infestation globale occasionnée par cette tique sur les moutons est très inférieure à celle observée sur les bovins. Néanmoins, *A. variegatum* domine de loin les autres espèces récoltées avec une abondance relative de 86,08 p. 100. Les ovins hébergent l'ensemble des stases. Les sites de fixation préférentiels des imagos sont la région anogénitale (33,54 p. 100) et la région de l'abdomen et des pattes (24,56 p. 100).

Autres espèces

Dans les conditions de l'élevage en zone nord-guinéenne, le parasitisme occasionné par les autres espèces, en l'occurrence *H. truncatum*, *B. geigyí*, *Rh. senegalensis*, *Rh. sulcatus* et *Rh. lunulatus*, est très faible. Ceci tient au fait que les moutons restent attachés au piquet pendant la saison des pluies, qui est également celle des activités agricoles. Par conséquent, les ovins ne deviennent plus accessibles à ces tiques qui sont à la recherche ou à l'affût d'hôtes dans les diverses formations végétales.

Les caprins (tableaux VII, VIII)

Comme pour les ovins, toutes les tiques observées sur les bovins à l'exclusion de *H. marginatum rufipes*, se retrouvent chez les chèvres avec de grandes variations quant à l'importance de la charge parasitaire.

A. Gueye Mb. Mbengue A. Diouf M.L. Sonko

TABLEAU V Récoltes mensuelles des tiques sur moutons.

Espèces	Mois Stases	Mois															Total par stase	Total par espèce	Abondance relative p. 100	
		1986	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet				Août
<i>A. variegatum</i>	L	—	—	—	16	3	—	808	—	—	1	—	—	—	—	3	832	1 726	86,08	
	N	105	83	1	—	7	45	225	117	128	16	6	1	2	—	—	736			
	♂	—	52	7	22	12	—	2	—	—	—	—	—	9	12	3	119			
<i>H. truncatum</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41	54	2,69
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	♂	2	—	—	3	22	7	1	3	—	1	1	—	—	1	—	13			
<i>B. geigy</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	33	1,64
	N	1	—	—	—	7	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1			
	♂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
<i>Rh. senegalensis</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	39	1,94
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	♂	1	8	8	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19			
<i>Rh. sulcatus</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	73	3,64
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	♂	—	—	10	8	4	1	—	—	—	—	—	—	—	4	8	38			
<i>Rh. lunulatus</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33	80	3,99
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	♂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
Total																	2 005	100		

L = larves ; N = nymphes ; ♂ = mâles ; ♀ = femelles.

TABLEAU VI Récoltes de tiques par région anatomique sur moutons (pourcentage entre parenthèses).

Espèces	<i>A. variegatum</i>		<i>B. geigy</i>		<i>H. truncatus</i>		<i>Rh. lunulatus</i>		<i>Rh. sulcatus</i>		<i>Rh. senegalensis</i>	
	I	PI	I	PI	I	PI	I	PI	I	PI	I	PI
Oreille (Région 1)	8 (5,06)	792 (50,51)	19 (82,60)	9 (90,00)	—	—	21 (26,25)	—	62 (89,85)	—	2 (5,12)	—
Tête, encolure (Région 2)	10 (6,3)	63 (4,01)	1 (4,34)	—	—	—	—	—	4 (5,79)	—	—	—
Dessus (Région 3)	1 (9,4)	16 (1,02)	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (7,69)	—
Abdomen, pattes (Région 4)	39 (24,6)	41 (2,61)	—	—	15 (27,77)	—	—	—	1 (1,44)	—	1 (2,56)	—
Région anogénitale (Région 5)	53 (33,54)	32 (2,04)	—	—	8 (14,81)	—	—	—	—	—	—	—
Queue (Région 6)	1 (0,63)	23 (1,46)	—	—	6 (11,11)	—	2 (2,50)	—	1 (1,44)	—	6 (15,38)	—
Pieds (Région 7)	32 (20,25)	60 (38,3)	3 (13,04)	1 (10,00)	25 (46,29)	—	57 (71,25)	—	1 (1,44)	—	27 (69,23)	—
Valeurs totales	158	1 568	23	10	54	—	80	—	69	—	39	—

I : imagos (♂ + ♀) ; PI : préimagos (N + L).

TABLEAU VII Récoltes mensuelles des tiques sur chèvres.

Espèces	Mois Stases	Mois														Total par stase	Total par espèce	Abondance relative p. 100				
		Juin 1986	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet				Août			
<i>A. variegatum</i>	L	5	—	—	5	275	1 130	538	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1 955	2 213	94,45		
	N	42	1	—	—	3	78	13	10	12	16	7	3	—	—	—	185	58				
	♂	2	13	5 ♂	11 ♂	4	11	1	—	—	—	—	—	—	—	4 ♂	1 ♂				6 ♂	
<i>H. truncatum</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	10	0,42	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				4
	♂	1	—	—	1	—	—	—	—	2 ♂	2	—	—	—	—	—	—	—				
<i>B. geigy</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	10	0,42	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				8
	♂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
<i>Rh. senegalensis</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	60	2,56	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				45
	♂	—	2 ♂	4 ♂	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
<i>Rh. lunulatus</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	41	1,75	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				35
	♂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
<i>Rh. sulcatus</i>	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	9	0,38	
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				5
	♂	—	—	1 ♂	—	2 ♂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				
Total																	2 343	100				

L = larves ; N = nymphes ; ♂ = mâles ; ♀ = femelles.

TABLEAU VIII Récoltes de tiques par région anatomique sur chèvres (pourcentage entre parenthèses).

Espèces	<i>A. variegatum</i>		<i>B. geigy</i>		<i>H. truncatum</i>		<i>Rh. senegalensis</i>		<i>Rh. lunulatus</i>		<i>Rh. sulcatus</i>	
	I	PI	I	PI	I	PI	I	PI	I	PI	I	PI
Oreille (Région 1)	—	1 969 (92,00)	2	— (20,0)	—	—	—	—	—	—	9	— (100)
Tête, encolure (Région 2)	18	10 (24,65) (0,46)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dessus (Région 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Abdomen, pattes (Région 4)	6	21 (8,21) (0,98)	1	— (10,0)	2	— (20,0)	—	—	—	—	—	—
Région anogénitale (Région 5)	33	15 (45,20) (0,70)	2	— (20,0)	—	—	—	—	—	—	—	—
Queue (Région 6)	4	5 (5,47) (0,23)	—	—	1	— (10,0)	5	— (8,33)	1	— (2,43)	—	—
Pieds (Région 7)	12	120 (16,43) (5,60)	5	— (50,0)	7	— (70,0)	5	— (91,6)	40	— (97,56)	—	—
Valeurs totales	73	2 140	10	—	10	—	60	—	41	—	9	—

I : imagos (♂ + ♀) ; PI : préimagos (N + L).

A. Gueye Mb. Mbengue A. Diouf M.L. Sonko

TABLEAU IX Diverses parasitoses décelées sur frottis de sang chez les bovins (pourcentage entre parenthèses).

Saisons	Bovins examinés	Bovins indemnes	<i>Anaplasma marginale</i>	<i>Ehrlichia bovis</i>	<i>Theileria mutans</i>	<i>Theileria velifera</i>	<i>Anaplasma marginale</i> + <i>B. bigemina</i>	<i>Trypanosoma vivax</i>	<i>Trypanosoma congolense</i> + <i>Theileria mutans</i>	<i>Anaplasma marginale</i> + <i>Theileria velifera</i>	<i>Anaplasma marginale</i> + <i>Trypanosoma vivax</i>	<i>Anaplasma marginale</i> + <i>Theileria mutans</i>
Fin de saison sèche	200	146	25 (12,5)	0 (0)	18 (9)	8 (4)	0 (0)	0 (0)	1 (0,5)	1 (0,5)	1 (0,5)	0 (0)
Fin de saison des pluies	202	152	11 (5,9)	3 (1,5)	23 (11,4)	3 (1,5)	1 (0,5)	2 (1)	0 (0)	4 (2)	0 (0)	2 (1)

TABLEAU X Diverses parasitoses décelées sur frottis de sang chez les ovins (pourcentage entre parenthèses).

Saisons	Moutons examinés	Moutons indemnes	<i>Anaplasma ovis</i>	<i>Theileria ovis</i>	<i>Ehrlichia ovina</i>	<i>T. congolense</i>
Fin de la saison sèche	200	146	36 (18)	6 (3)	12 (6)	0 (0)
Fin de la saison des pluies	200	174	14 (7)	6 (3)	5 (2,5)	1 (0,5)

Exception faite d'*A. variegatum*, l'infestation due aux diverses espèces est insignifiante. Cette situation découle de la restriction des mouvements des caprins durant la période des cultures, et de la préférence manifestée par les tiques pour d'autres mammifères.

***Amblyomma variegatum* (Fabricius, 1794)**

Cette espèce est largement dominante parmi les tiques identifiées sur ce ruminant avec une fréquence relative de 94,45 p. 100. L'essentiel des individus récoltés sont des larves (88,3 p. 100) et des nymphes (8,3 p. 100). Le parasitisme engendré par les imagos est très réduit, car au moment où ces tiques adultes entrent en phase parasitaire, les chèvres sont à l'attache et ne fréquentent plus les pâturages naturels.

Hémoparasites

Les bovins (tableau IX)

Des frottis de sang sont réalisés sur 200 bovins, successivement à la fin de la saison sèche et à la fin de la saison des pluies. Les parasites décelés sont *Anaplasma marginale* Theiler, 1910 ; *Ehrlichia bovis*, (Donatien et Lestoquard, 1936) ; *Theileria mutans*, (Theiler, 1906) ; *Theileria velifera* (Uilenberg, 1964) ; *Babesia bigemina* (Smith et Kilborne 1893) ; *Trypanosoma vivax* Ziemann, 1905 ; *Trypanosoma congolense* Broden, 1904 ; *Setaria labiatopapillosa* (Alissandrini, 1838).

Cependant, la grande majorité de ces animaux ne présente pas de parasites sur les frottis sanguins confectionnés et ceci aussi bien à la saison sèche qu'à la saison des pluies (tabl. IX). Une splénectomie effectuée sur un taurin Ndama originaire de la région, n'entraîne chez cet animal que la multiplication de quelques protozoaires dont *Babesia bigemina* et *Theileria mutans* ainsi qu'une discrète apparition d'*Anaplasma marginale*. Sur le terrain, il est souvent noté des cas de piroplasmose fatale chez des veaux de moins de 6 mois.

Les ovins (tableau X)

Selon le même protocole que celui mis en œuvre chez les bovins, les moutons ont fait l'objet d'investigations. La prévalence du parasitisme détecté dû aux protozoaires sanguicoles est faible. Les diverses espèces hébergées par les ovins sont par ordre d'importance *Anaplasma ovis* Lestoquard, 1924 ; *Theileria ovis* Rodhain, 1916 et *Trypanosoma congolense* Broden, 1904. Des éléments identiques à *Ehrlichia ovina* (Lestoquard et Donatien, 1936) sont observés dans les mononucléaires chez certains animaux (13 cas).

Deux moutons Djallonké provenant de la Basse Casamance ont subi une ablation de la rate. Ils révèlent, au bout de 11 jours, des infections à *Anaplasma ovis* et *Theileria ovis*.

TABEAU XI Diverses parasitoses décelées sur frottis chez les caprins (pourcentage entre parenthèses).

Saisons	Chèvres examinées	Chèvres indemnes	<i>Anaplasma</i> sp.
Fin de la saison sèche	200	150	50 (25)
Fin de la saison des pluies	200	181	18 (9)

TABEAU XII Valeurs moyennes de l'hématocrite chez les animaux adultes apparemment sains. Zone nord-guinéenne.

Saisons	Bovins	Ovins	Caprins
Fin de saison sèche	n = 200 m = 32,9 écart-type = 5,03	n = 197 m = 30,2 écart-type = 5,83	n = 186 m = 34,4 écart-type = 6,46
Fin de saison des pluies	n = 197 m = 34,7 écart-type = 6,27	n = 189 m = 28,7 écart-type = 5,66	n = 196 m = 31,6 écart-type = 6,59
Comparaison des moyennes	$\Sigma = 3,15$ Significatif	$\Sigma = 2,74$ Significatif	$\Sigma = 4,34$ Significatif

n = taille des échantillons ; m = moyenne.

Les caprins (tableau XI)

Les enquêtes saisonnières réalisées sur 200 caprins à l'instar des investigations menées sur les deux autres espèces de ruminants ne révèlent que des infections à *Anaplasma ovis*. Durant la saison sèche 50 cas de cette infection sont identifiés tandis qu'à la période post-hivernale seuls 18 cas sont notés. Ces résultats sont confirmés par les splénectomies effectuées sur deux chèvres Djallonké dont les érythrocytes sont massivement infectés par cette rickettsie suite à cette opération.

Hématocrite

Le volume globulaire considéré comme indicateur biologique traduit sur le plan physiologique la réponse de l'animal à son environnement, dont il subit les effets, à travers les actions de divers facteurs biotiques et abiotiques. Il est donc pratique d'user de cet élément de référence de l'état général du cheptel pour évaluer le comportement des animaux dans le milieu naturel au sein duquel ils évoluent.

Des études précédentes (8, 9, 10) effectuées au niveau des différentes zones écologiques ont confirmé l'importance de l'alimentation et de la pathologie sur la variation de ce paramètre hématologique. Les modes d'élevage et de conduite de troupeau pratiqués dans un système de production ont également leur influence sur l'hématocrite (10). Les valeurs moyennes constatées pour les diverses espèces sont présentées dans le tableau XII. On remarque une différence significative entre les saisons à propos de ces valeurs.

Concernant les bovins, leur hématocrite est à la fois inférieur à celui des bovins adultes de la région paléarctique qui varie entre 34 et 38 p. 100 (13) et à celui des animaux de la zone nord-soudanienne (9). Cette situation résulterait-elle d'une pression pathologique plus forte au niveau de la Basse Casamance, et/ou de l'existence de ressources fourragères moins importantes malgré l'abondance manifeste de la biomasse végétale dans cette région forestière ?

On note de même, au sujet des ovins, une valeur plus faible de ce paramètre hématologique, comparativement à celle des animaux des pays tempérés et de la zone sahéenne, qui avoisine 38 p. 100 (8). A la différence des observations effectuées sur les moutons des régions septentrionales, les animaux de la zone nord-guinéenne ont un meilleur hématocrite durant la saison sèche, seule période de l'année où ils ne sont pas à l'attache et durant laquelle ils peuvent exploiter tous les parcours naturels.

Chez les chèvres, en revanche, on constate la variation saisonnière classique de l'hématocrite avec un accroissement très net de la valeur à la période sèche. Le facteur déterminant de l'amélioration de l'hématocrite à cette saison est la part importante des ligneux dans l'alimentation de ce ruminant (6).

Les observations faites au niveau de la zone sahéenne et de la zone nord-soudanienne (8, 9) dans les conditions de l'élevage extensif mettent en évidence la baisse régulière de l'hématocrite lors de la saison des pluies, bien que les animaux ne soient pas ici au piquet à cette époque. La moyenne notée sur les animaux à la fin de la saison sèche est sensiblement égale à celle des caprins des régions tempérées qui est de 35 p. 100.

CONCLUSION

La zone nord-guinéenne, région essentiellement agroforestière, offre des potentialités pastorales limitées. L'abondance d'essences non exploitables par le cheptel et l'exiguïté des espaces pâturables constituent de sérieuses contraintes pour l'expansion de l'élevage des ruminants domestiques. Les résidus de récolte laissés sur champs représentent cependant un point alimentaire déterminant pour assurer l'entretien de ces animaux.

La productivité numérique des troupeaux et les performances pondérales des animaux sont très affectées par la multiplicité des espèces de parasites et par la pathologie infectieuse sévissant dans cette zone humide avec comme dominante la brucellose bovine et les nombreux cas de charbon bactérien.

Dans les conditions de l'élevage traditionnel, basé surtout sur l'exploitation des parcours naturels, on aboutit en général à une situation de stabilité enzootique en ce qui concerne les maladies transmises par les tiques. Cependant, si les populations de vecteurs n'atteignent pas un niveau suffisant, la stabilité des enzooties n'est pas entièrement assurée. Une telle situation est-elle à l'origine des cas de piroplasmose à *Babesia bigemina* diagnostiqués chez les veaux et qui entraînent une mortalité sur ces jeunes ?

Amblyomma variegatum est l'espèce dominante dans cette région où elle abonde comparativement aux effectifs des populations des autres zones écologiques étudiées (7, 9, 10).

La réduction stratégique de cette tique serait envisageable sans qu'elle ne modifie la stabilité enzootique de certaines rickettsioses, comme la cowdriose. Cette lutte spécifique permettrait en outre de contrôler de façon significative la charge parasitaire globale engendrée par l'ensemble des tiques, eu égard à la proportion que constitue *A. variegatum* dans l'infestation de ces animaux.

On note par ailleurs l'absence de *Rhipicephalus eversti* Neumann, 1897, vecteur ordinairement admis de *Theileria ovis* et d'*Anaplasma ovis*.

Malgré le rôle important du troupeau dans le système de production agricole de cette région humide, les contraintes alimentaires et pathologiques y sont encore trop aiguës pour favoriser le développement harmonieux de l'élevage selon le mode semi-extensif. Dans ce contexte peu favorable, l'intensification des productions n'est-elle pas une solution pour le moyen terme ?

BIBLIOGRAPHIE

- ADAM (J.G.). Les pâturages naturels et post-culturels du Sénégal. *Bull. IFAN*, 1966, **XXVIII**, série A : 450-537.
- AESCHLIMANN (A.). Biologie et écologie des tiques (*Ixodoidea*) de Côte-d'Ivoire. *Acta trop.*, 1967, **24** : 282-405.
- AUBREVILLE (A.). Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1949. 351 p.
- ELBL (A.), ANASTOS (G.). Ixodid ticks (Acarina, Ixodidae) of Central Africa. Vol. IV. Tervuren, Belgique, Musée Royal de l'Afrique centrale, 1966. 412 p. (Annales, séries sciences zoologiques n°148).
- GOMES (A.), HONER (M.R.), SCHENK (M.A.M.), CURVO (J.B.E.). Populations of the cattle tick (*Boophilus microplus*) on purebred Nellore, Ibague and Nellore x European crossbreds in the Brazilian savanna. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1989, **21** : 20-24.
- GUERIN (H.), RICHARD (D.), FRIOT (D.), MBAYE (Nd) en collaboration avec CORREA (A.), NDIAYE (I.), BA (T.M.), DIOP (M.), AHOKPE (B.). Les choix alimentaires des ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) sur les pâturages sahéliers. Leurs facteurs de variation et leurs conséquences. In : Actes de la Conférence ACSAD-OAA-GTZ-CIPEA sur les productions animales en zones arides, Damas, Syrie, 7-12 septembre 1985. Dakar, ISRA-LNERV, 1985. (réf.n°87/Al. Nut.)
- GUEYE (A.), MBENGUE (Mb.), DIOUF (A.), SEYE (M.). Tiques et hémoparasitoses du bétail au Sénégal. I. Région des Niayes. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (3-4) : 381-393.
- GUEYE (A.), CAMICAS (J.L.), DIOUF (A.), MBENGUE (Mb.). Tiques et hémoparasitoses du bétail au Sénégal. II. La zone sahélienne. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1987, **40** (2) : 119-125.
- GUEYE (A.), MBENGUE (Mb.), DIOUF (A.). Tiques et hémoparasitoses du bétail au Sénégal. III. La zone nord-soudanienne. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (3) : 411-420.
- GUEYE (A.), MBENGUE (Mb.), DIOUF (A.). Tiques et hémoparasitoses du bétail au Sénégal. IV. La zone sud-soudanienne. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (4) : 517-528.
- MOREL (P.C.). Contribution à la connaissance de la distribution des tiques (Acariens, *Ixodidae* et *Amblyommidae*) en Afrique éthiopienne continentale. Th. Doct. Sci. Nat., Université de Paris, Faculté des Sciences d'Orsay, 1969, 388 p. (annexe cartographique, 62 cartes).
- MOREL (P.C.). Étude sur les tiques d'Éthiopie (Acariens, Ixodides). Maisons-Alfort, IEMVT, 1976. 326 p.
- SCHALM (O.W.). Veterinary hematology. London, Baillière Tindall & Cassel Ltd., 1985. 664 p.
- VASSILIADES (G.). Contribution à la connaissance de la tique africaine *Rhipicephalus senegalensis* Koch, 1844 (Acariens, *Ixodoidea*). *Annls Fac. Sci. Univ. Dakar*, 1964, **14** (série : Sciences animales, n°2) : 71-104.

GUEYE (A.), MBENGUE (Mb.), DIOUF (A.), SONKO (M.L.). Ticks and hemoparasitoses among livestock in Senegal. V. The North-Guinean zone. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 551-561

The authors report the results of a study on ticks and hemoparasitoses among cattle, sheep and goats in the North-Guinean zone. During a period of 15 months, ticks were systematically removed from 40 cattle, 40 sheep and 40 goats in order to assess the population dynamics and to determine more accurately the preferential sites of settlement of the following different species collected from these animals : *Amblyomma variegatum*, *Boophilus geigy*, *Hyalomma truncatum*, *H. marginatum rufipes*, *Rhipicephalus sulcatus*, *Rh. senegalensis*, *Rh. lunulatus*. Studies on hemoparasitoses were conducted simultaneously using blood smears and splenectomy. The following species were found in cattle : *Anaplasma marginale*, *Ehrlichia bovis*, *Trypanosoma vivax*, *Theileria mutans*, *Theileria velifera*. Infections detected in the small ruminants were *Anaplasma ovis*, *Ehrlichia ovina*, *Trypanosoma congolense*, *Theileria ovis*. The PCV values of apparently healthy animals as well as the seasonal variations in this haematological parameter were investigated.

Key words : Cattle - Sheep - Goat - Tick - Tick-borne disease - Protozoal disease - Blood - Senegal.

GUEYE (A.), MBENGUE (Mb.), DIOUF (A.), SONKO (M.L.). Garrapatas y hemoparasitosis del ganado en Senegal. V. La zona nor-guineense. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 551-561

Se notan los resultados de un estudio sobre las garrapatas y las hemoparasitosis de los bovinos, ovinos y caprinos de la zona nor-guineense. Durante 15 meses se extrajeron sistemáticamente las garrapatas de 40 bovinos, 40 ovinos y 40 cabras, con el fin de determinar la dinámica de las poblaciones y los sitios de preferenciales de fijación de las diferentes especies. Se recolectaron las especies siguientes : *Amblyomma variegatum*, *Boophilus geigy*, *Hyalomma truncatum*, *H. marginatum rufipes*, *Rhipicephalus sulcatus*, *Rh. senegalensis*, *Rh. lunulatus*. Al mismo tiempo se llevaron a cabo estudios sobre las hemoparasitosis, mediante frotis de sangre y esplenectomía. En los bovinos se encontraron : *Anaplasma marginale*, *Ehrlichia bovis*, *Trypanosoma vivax*, *Theileria mutans*, *Theileria velifera*. Las infecciones en los pequeños rumiantes fueron por *Anaplasma ovis*, *Ehrlichia ovina*, *Trypanosoma congolense*, *Theileria ovis*. Se estudiaron los valores del hematocrito de los animales aparentemente sanos, así como las variaciones estacionales de este parámetro hematológico.

Palabras claves : Bovino - Ovino - Cabra - Garrapata - Enfermedad transmisible por garrapata - Protozoosis - Sangre - Senegal.

Z. Bengaly¹
 P.H. Clausen²
 H. Boly³
 A. Kanwe¹
 G. Duvallet¹

Comparaison de la trypanosomose expérimentale chez certaines races de petits ruminants au Burkina Faso

BENGALY (Z.), CLAUSEN (P.H.), BOLY (H.), KANWE (A.), DUVALLET (G.). Comparaison de la trypanosomose expérimentale chez certaines races de petits ruminants au Burkina Faso. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 563-570

Pour comparer leurs degrés respectifs de sensibilité à l'égard de la trypanosomose, 24 moutons et chèvres de race naine Djallonké, et 16 moutons et chèvres Peul du Sahel, ont été inoculés avec des souches de *Trypanosoma vivax* et de *Trypanosoma congolense*. Un animal de chaque race a servi de témoin. Une anémie est observée chez tous les animaux inoculés. Pour l'infection à *T. vivax*, 1 chèvre Djallonké sur 6, 3 chèvres sur 4 et 2 moutons sur 4 de race Peul du Sahel sont morts en 16 semaines d'expérimentation. Une seule mortalité sur 4 est enregistrée dans le lot des moutons Peul du Sahel, pour l'infection à *T. congolense*. Les chutes de poids et de concentration leucocytaire observées ne diffèrent pas significativement entre Djallonké et Peul du Sahel durant 8 semaines. Cette étude montre une bonne résistance des moutons et chèvres Djallonké à l'infection à *T. vivax*. Par contre, il n'y a pas de différence significative entre les deux races de moutons et de chèvres infectés à *T. congolense*.

Mots-clés : Caprin - Ovin - Chèvre Djallonké - Chèvre Peul - Mouton Djallonké - Mouton Peul - Trypanosomose - *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - Trypanotolérance - Infection expérimentale - Burkina Faso.

INTRODUCTION

La trypanosomose animale est une contrainte à la promotion de l'élevage des petits ruminants en Afrique au sud du Sahara. Au Burkina Faso, une enquête de DISSET (5) le confirme.

Cependant, on remarque que les moutons et chèvres de race naine Djallonké vivent bien dans les zones subhumides infestées de glossines sans qu'apparemment la trypanosomose soit une contrainte majeure. En revanche, les moutons et chèvres de race Peul du Sahel meurent à plus ou moins brève échéance lorsqu'ils sont acheminés dans ces régions. Ces observations ont conduit à les considérer comme trypanosensibles comparativement aux premiers qualifiés de trypanotolérants ; mais on dispose de peu de renseignements précis sur leurs degrés respectifs de sensibilité.

C'est dans ce sens que le Centre de recherches sur les trypanosomoses animales (CRTA) a entrepris des études de pathologie comparée entre les races Djallonké du sud du Burkina Faso (Pays Lobi) et celles du nord (Sahel) pour contribuer à la connaissance de l'épidémiologie de cette maladie.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Troupeau expérimental

Le troupeau est constitué de 44 animaux âgés de 1 à 2 ans. Huit groupes ont été constitués : quatre de 6 Djallonké chacun, et quatre de 4 Peul du Sahel chacun. Chaque groupe est composé d'animaux de même espèce et race. Un animal de chaque race a servi de témoin. Les animaux de race Djallonké ont été achetés chez des éleveurs au "Pays Lobi", zone infestée par les glossines (3); ceux du Sahel proviennent de Djibo, au nord du Burkina Faso, en dehors de la zone de répartition des glossines.

Infection

Les animaux ont été traités à leur arrivée au Centre avec un trypanocide (acéturate de diminazène* ; 7 mg/kg), un antibiotique (oxytétracycline**) et un déparasitant interne (fenbendazole***). Une mise en quarantaine de 6 mois pour les Djallonké et de 2 mois pour les Peul a été observée. Les 44 animaux retenus sur l'effectif initial de 56 ont donné une réponse négative au test de détection des antigènes circulants de trypanosomes.

L'infection a été effectuée en injectant par voie intraveineuse 10⁶ trypanosomes par animal. Les souches de *T. congolense* et de *T. vivax* utilisées appartiennent respectivement aux stocks Karankasso/83/CRTA/57 et Sati-ri/87/CRTA/134.

1. Centre de recherches sur les trypanosomoses animales (CRTA), 01 B.P. 454, Bobo-Dioulasso 01, Ouagadougou 03, Burkina Faso.

2. Service Labor IN, BGA, FII 4 Postfach 330013, D-1000 Berlin 33, Allemagne.

3. Institut du développement rural (IDR), Université de Ouagadougou, B.P. 7021, Burkina Faso.

Reçu le 20.10.1992, accepté le 11.5.1993.

* Berenil®

** Terramycin/LA®

*** PANACUR Ovin®

Suivi des animaux

Ce suivi a consisté à observer régulièrement les signes cliniques, les variations de poids, de l'hématocrite, des concentrations leucocytaires, la parasitémie et la réponse immunitaire par test ELISA. Le canevas expérimental est résumé dans le tableau I. Certains paramètres n'ont été suivis que pendant 2 mois seulement pour des raisons logistiques.

La parasitémie est estimée en examinant l'interface cellules-plasma entre lame et lamelle en contraste de phase sur 40 champs, après centrifugation différentielle en tubes capillaires (6). La numération leucocytaire est effectuée à l'aide de la cellule hématimètre de Neubauer améliorée, après dilution du sang au 1/20 dans l'acide acétique 3 p. 100 (4). Les anticorps IgM et IgG sont dosés selon la technique ELISA améliorée par BOCQUENTIN et DUVALLET (1).

L'antigène est préparé au CRTA avec une souche de *T. evansi* isolée sur dromadaire au Kenya. La différence observée dans ce test entre antigènes homologues et hétérologues est minime : ce sont les antigènes communs qui sont en jeu. Aussi le choix de *T. evansi* résulte-t-il de la grande virulence de cette souche pour les souris et de la possibilité d'obtention rapide d'une grande quantité d'antigènes.

TABLEAU I Canevas expérimental.

	Rythme du suivi	Durée (mois)
Examen clinique (T °C)	quotidien	4
Hématocrite	quotidien	2
Poids	hebdomadaire	2
Parasitémie	quotidien	2
Numération leucocytaire	bihebdomadaire	2
Récolte de sérum	bihebdomadaire	4
Autopsie	en cas de mortalité	—

Analyse statistique

La signification statistique, entre lots, des périodes prépatentes, des variations de poids, de l'hématocrite, des parasitémies, des concentrations leucocytaires est évaluée en utilisant le test de Student. Les comparaisons sont effectuées entre races Djallonké et Peul du Sahel de même espèce ayant reçu la même souche de trypanosomes.

RÉSULTATS

Observations d'ordre clinique

Les principaux signes cliniques observés sont une fièvre intermittente, de l'inappétence, une démarche chancelante et de l'amaigrissement.

Dans les lots infectés par *T. vivax*, les périodes prépatentes varient entre 5 et 10 jours chez les Djallonké et entre 5 et 7 jours chez les Peul. Trois chèvres et deux moutons de race Peul et une chèvre Djallonké sont morts au cours de l'étude.

Pour l'infection à *T. congolense*, les périodes prépatentes varient entre 4 et 10 jours chez les Djallonké et chez les Peul. Une mortalité est enregistrée dans le lot de moutons Peul. Les investigations autopsiques ont révélé la présence de pétéchies sur le myocarde. Il n'y a pas de différence significative entre lots pour les deux types d'infection.

Les animaux Peul présentent une baisse régulière de poids du début jusqu'à la fin du suivi. Les animaux Djallonké perdent également du poids durant les cinq premières semaines, puis l'on observe une stabilisation (fig.1). A la fin du suivi, les différences observées entre les moyennes des pertes de poids sont non significatives.

Hématocrites

L'évolution des hématocrites (figure 2) se décompose en une phase de déclin suivie d'une stabilité relative.

Chez les moutons infectés par *T. vivax*, les valeurs des hématocrites chutent de 33 à 24,5 p.100 chez les Djallonké et de 33 à 16 p.100 chez les Peul entre le jour de l'infection et le 20e jour post-infection. Puis elles varient entre 25 et 28 p.100 pour les premiers et entre 15 et 23 p.100 pour les seconds. Chez les chèvres infectées par *T. vivax*, on observe des chutes de 30 à 18 p.100 vers le 32e jour chez les Djallonké, et de 35 à 16 p.100 vers le 28e jour chez les Peul. Les hématocrites oscillent ensuite entre 15 et 23 p.100.

Dans les lots infectés par *T. congolense*, les hématocrites chutent de 30 à 18 p.100 chez les moutons Djallonké, et de 40 à 22 p.100 chez les moutons Peul. A partir du 28e jour post-infection les hématocrites varient entre 20 et 23 p.100. Pour les chèvres, on note des chutes de 33 p. 100 à l'infection à 16 p.100 chez les Djallonké, et de 40 à 16 p.100 chez les Peul vers le 24e jour. Puis les hématocrites oscillent entre 15 et 23 p.100.

L'analyse statistique a porté, pour chaque lot, sur les valeurs moyennes des chutes observées entre les valeurs de l'hématocrite à l'infection et les plus basses

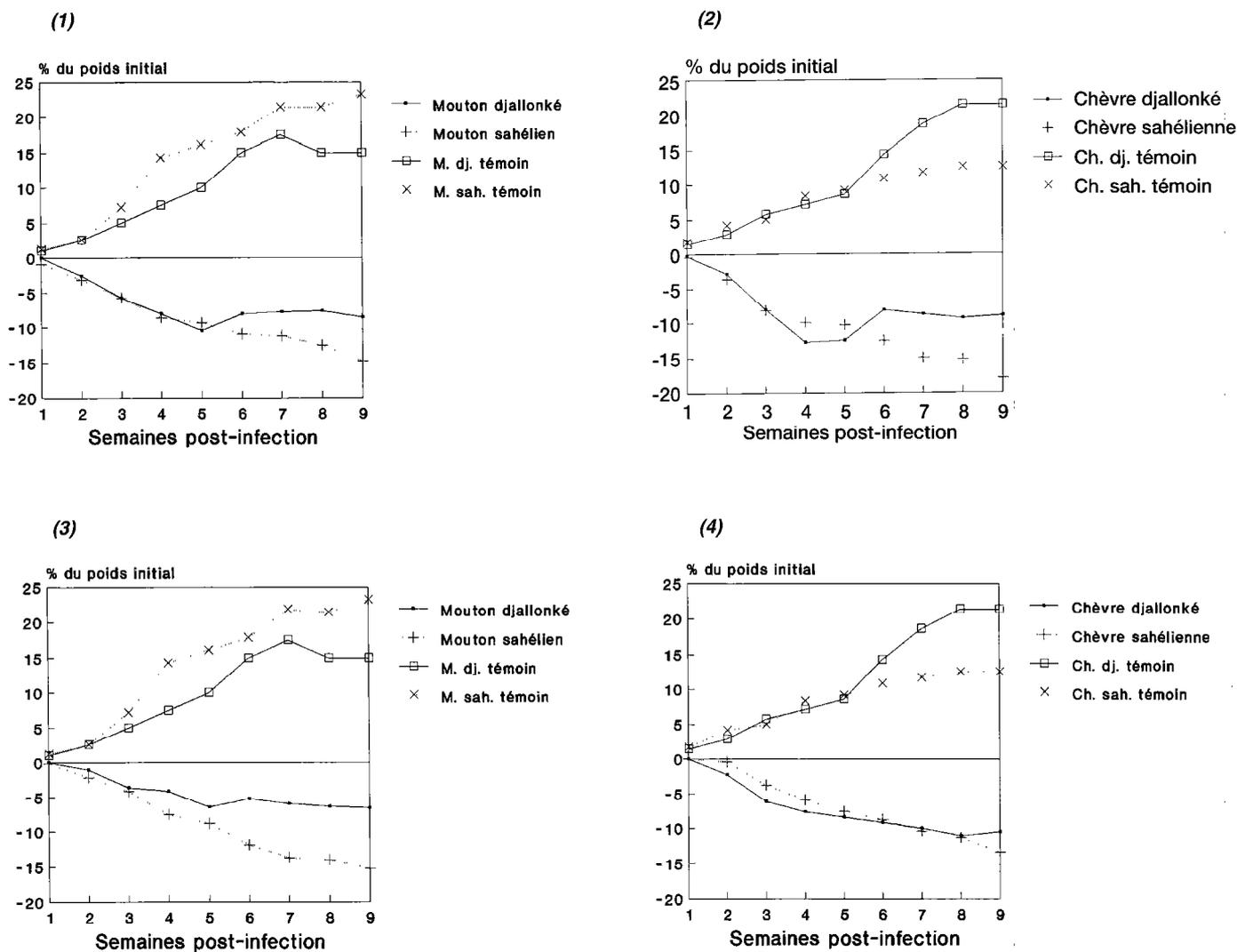


Figure 1 : Variations de poids chez les animaux infectés et les témoins. (1) et (2) : infection à *T. vivax* ; (3) et (4) : infection à *T. congolense*.

mesurées au cours du suivi. L'analyse statistique a aussi porté sur la valeur minimum des moyennes quotidiennes observées (tableau II).

Parasitémies (figure 3)

Les parasitémies évoluent en dents de scie tout au long du suivi. Elles apparaissent plus faibles chez les Djallonké par rapport aux Peul infectés par *T. vivax*. Le premier pic parasitémique est significativement supérieur ($p < 0,05$) chez les moutons Peul par rapport aux Djallonké. L'analyse statistique a porté sur le nombre de jours de parasitémie détectable exprimé en pourcentage par rapport au nombre de jours de contrôle (tableau III).

Concentration leucocytaire (figure 4)

Les concentrations leucocytaires diminuent de la première à la cinquième semaine post-infection, puis augmentent et atteignent 150 p.100 des valeurs pré-infection, en particulier chez les moutons Djallonké infectés par *T. vivax*. Les chutes observées atteignent 50 p.100 chez les chèvres Djallonké, les moutons et les chèvres de race Peul infectés par *T. vivax*. Il en est de même chez les moutons et chèvres de race Djallonké et chez les chèvres du Sahel infectés par *T. congolense*. La plus forte diminution est de 61,31 p.100 et se rapporte aux chèvres sahéliennes infectées par *T. vivax*. Il n'y a pas de différence significative entre Djallonké et Peul pour les deux types d'infection.

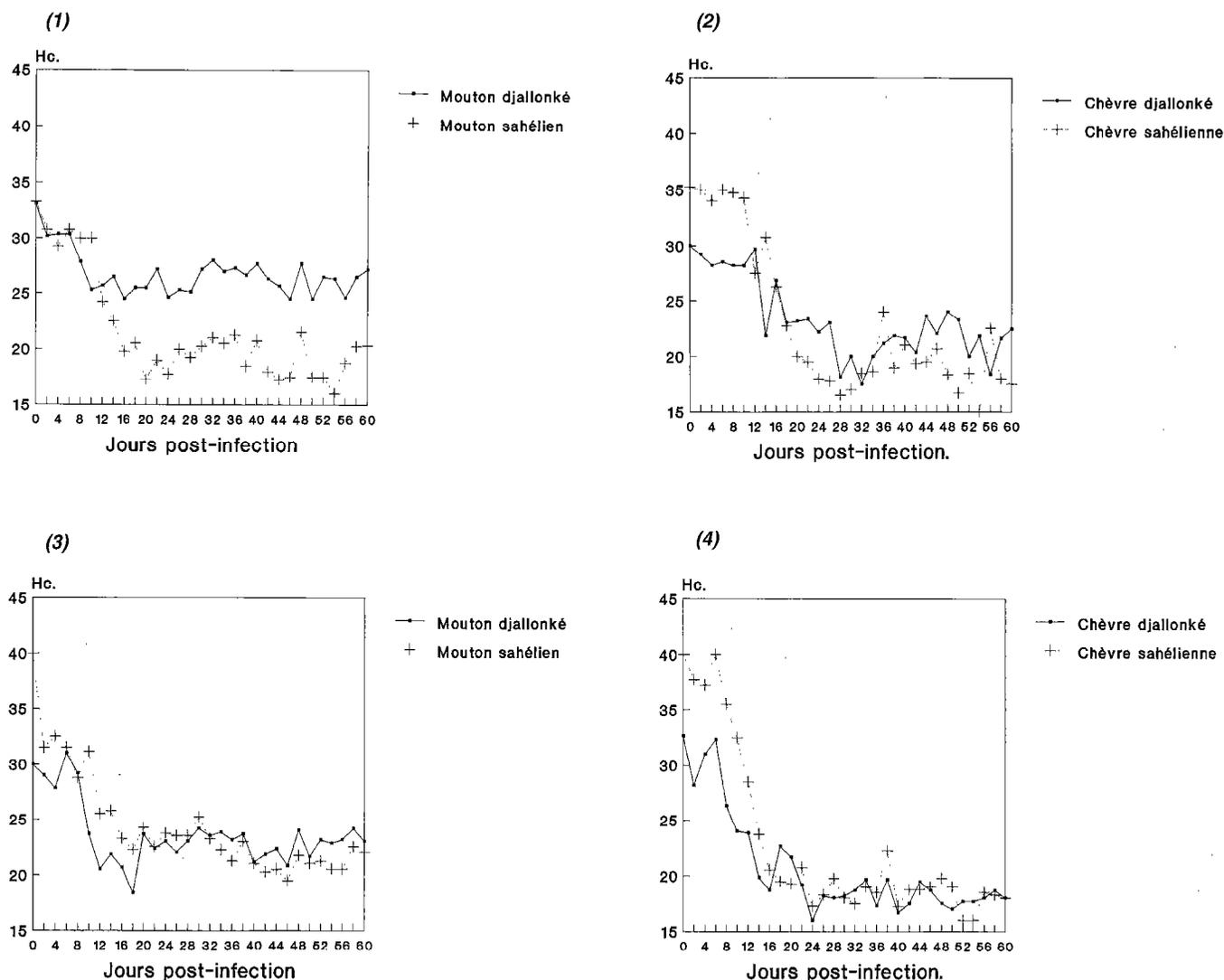


Figure 2 : Évolutions des hémocrites. (1) et (2) : infection à *T. vivax* ; (3) et (4) : infection à *T. congolense*.

TABLEAU II Hématocrites : chutes moyennes et valeurs minimums des moyennes quotidiennes pendant la période d'observation.

Lots	Infection	Chutes moyennes	Minimum	Signification statistique
Mouton Djallonké Mouton Peul du Sahel	<i>T. vivax</i> <i>T. vivax</i>	11,66 (4,81) 21,5 (6,10)	24,5 (9,68) 16 (6,05)	S p < 0,05
Mouton Djallonké Mouton Peul du Sahel	<i>T. congolense</i> <i>T. congolense</i>	13 (2,71) 24 (7)	20,5 (6,24) 20,5 (4,50)	NS
Chèvre Djallonké Chèvre Peul du Sahel	<i>T. vivax</i> <i>T. vivax</i>	12 (4,80) 21,5 (2,29)	18,4 (4,59) 15 (2,82)	S p < 0,05
Chèvre Djallonké Chèvre Peul du Sahel	<i>T. congolense</i> <i>T. congolense</i>	19,83 (3,72) 21 (5,20)	16 (6,62) 16 (1,4)	NS

() = écart-type.
S : significatif ; NS : non significatif.

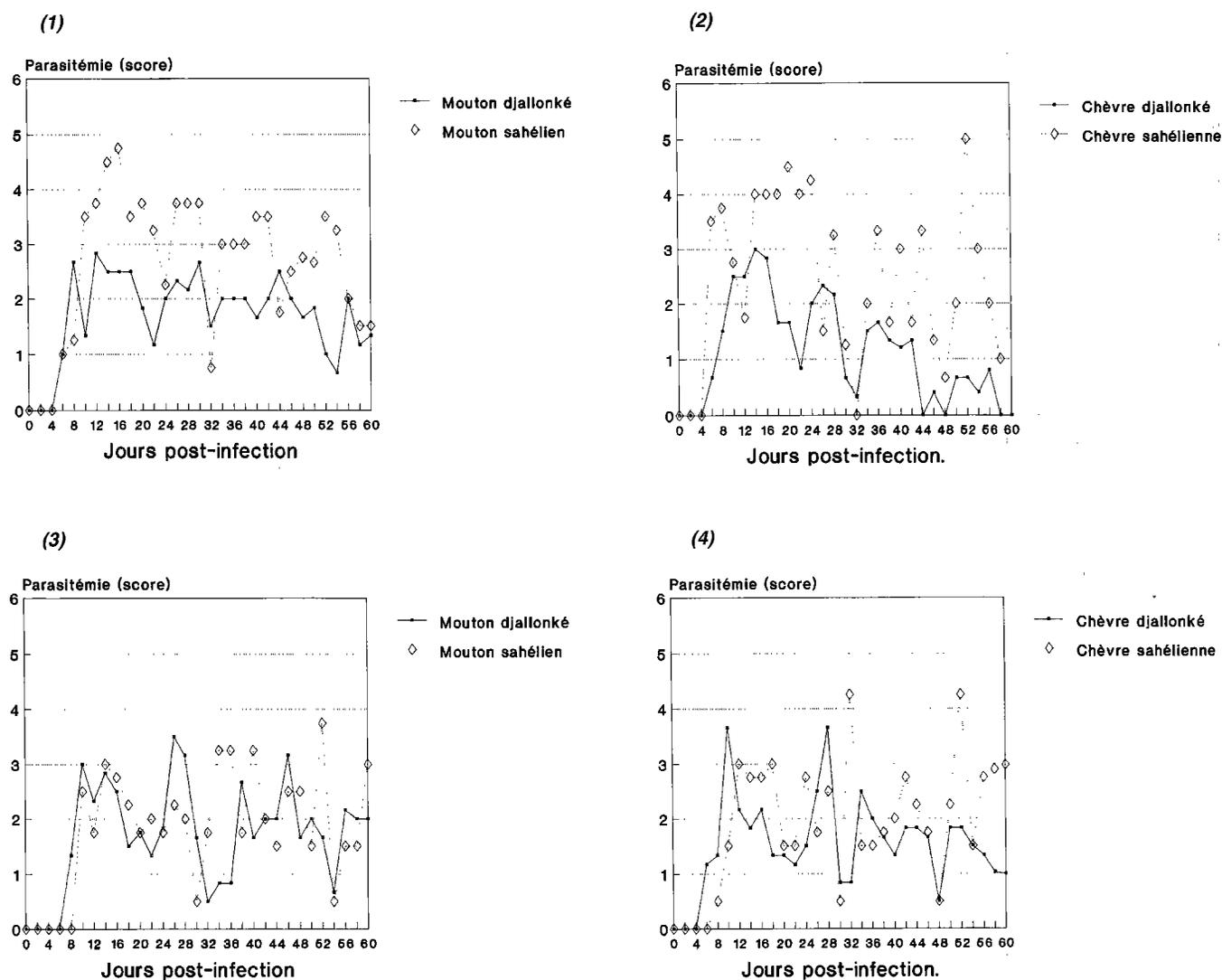


Figure 3 : Évolutions de la parasitémie. (1) et (2) : infection à *T. vivax*; (3) et (4) : infection à *T. congolense*.

TABLEAU III Nombre moyen de jours de parasitémie détectable.

Lots	Infection	Nombre moyen de jours de parasitémie détectable (p. 100)	Signification statistique
Mouton Djallonké Mouton Peul du Sahel	<i>T. vivax</i> <i>T. vivax</i>	48,79 ± 9,1 79,61 ± 4	S (p < 0,01)
Mouton Djallonké Mouton Peul du Sahel	<i>T. congolense</i> <i>T. congolense</i>	52,81 ± 15 67,68 ± 7,3	S (p < 0,05)
Chèvre Djallonké Chèvre Peul du Sahel	<i>T. vivax</i> <i>T. vivax</i>	36,5 ± 2,1 67,78 ± 7,6	S (p < 0,01)
Chèvre Djallonké Chèvre Peul du Sahel	<i>T. congolense</i> <i>T. congolense</i>	53,58 ± 6 57,3 ± 4,5	NS

S : significatif ; NS : non significatif.

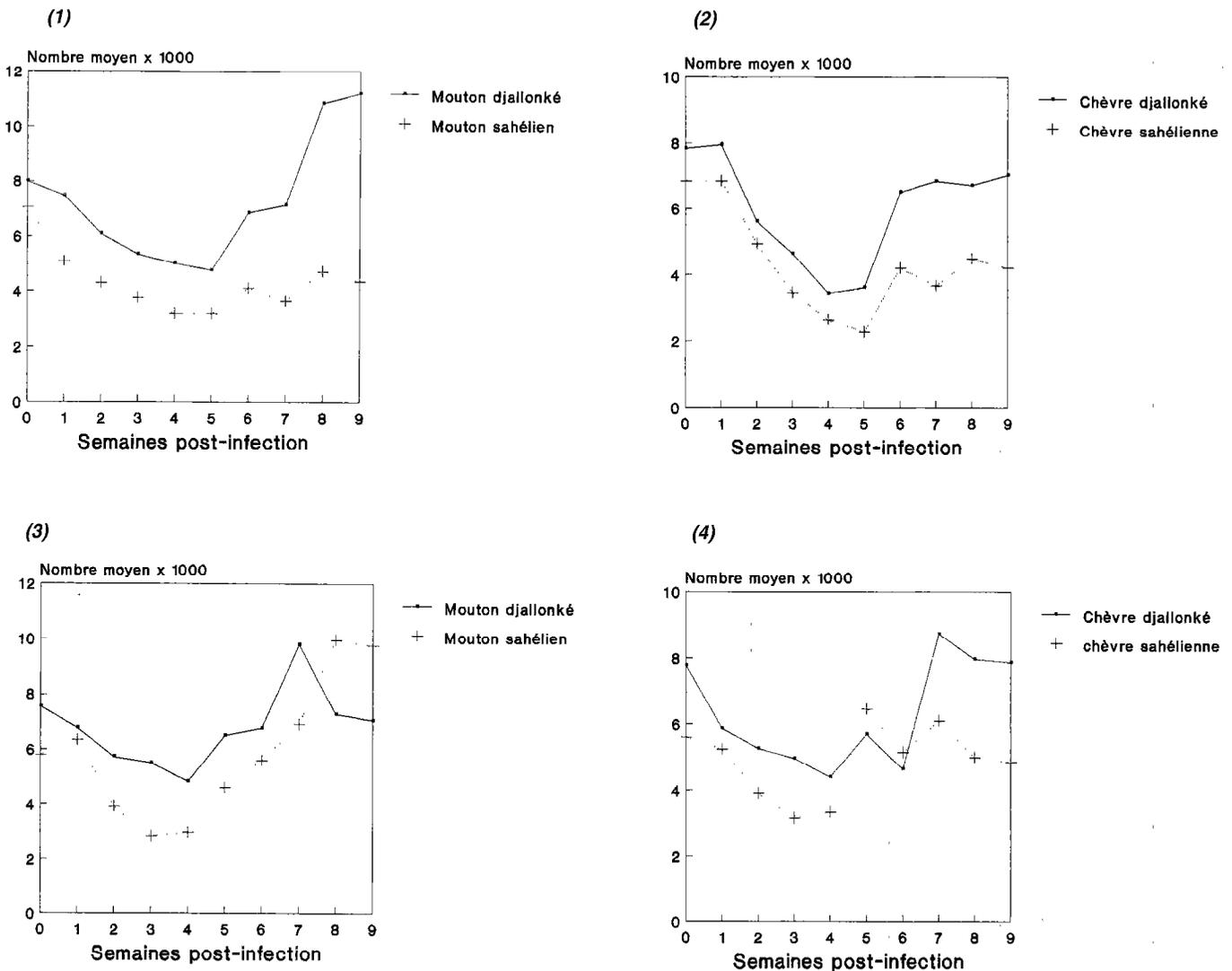


Figure 4 : Évolutions des concentrations leucocytaires. (1) et (2) : infection à *T. vivax* ; (3) et (4) : infection à *T. congolense*.

Cinétique des anticorps

Les taux d'anticorps IgM et IgG augmentent durant les trois premières semaines post-infection puis semblent se stabiliser dans tous les lots. Pour l'infection par *T. vivax*, les animaux Peul ont des titres supérieurs à ceux de race Djallonké. L'inverse a été observé pour les infections à *T. congolense*.

DISCUSSION

Les comparaisons d'ordres clinique, hématologique et parasitologique entre les races étudiées dans nos conditions expérimentales, montrent uniquement pour *T. vivax* une différence significative entre moutons et chèvres de race Djallonké d'une part et de race Peul du Sahel d'autre part. En effet, les manifestations cliniques sont plus

sévères chez les Peul. Cela se traduit notamment sur le plan de la perte de poids qui est deux fois plus importante, et des mortalités enregistrées. Il en est de même de l'hématocrite et de la concentration leucocytaire dont les altérations sont plus prononcées chez les Peul que chez les Djallonké. Ce meilleur comportement des Djallonké semble illustrer leur plus grande aptitude à contrôler la parasitémie et à résister aux effets de l'anémie. Des facteurs innés et/ou acquis pourraient être à l'origine de cette aptitude. Mais il est impossible de préciser leur importance relative, du fait de l'exposition préalable des Djallonké à la trypanosomose. En effet, il a été montré chez les bovins trypanotolérants (7), qu'une résistance acquise grâce à une exposition préalable pouvait renforcer la résistance innée naturelle de ces animaux. Cette étude ne saurait illustrer le caractère inné ou acquis de la trypanotolérance chez les petits ruminants. Il s'agit de confirmer expérimentalement des observations de terrain.

Les mêmes comparaisons d'ordres clinique, hématologique et parasitologique appliquées aux lots infectés à *T. congolense* ne montrent pas de différence significative entre Djallonké et sahéliens. Ce résultat pourrait provenir de la faible virulence observée du stock de *T. congolense*. Des comparaisons similaires devraient être réalisées avec d'autres stocks.

Cette étude est à rapprocher de celle de BUENGENER et MEHLITZ (2), qui ont constaté expérimentalement une bonne résistance des chèvres naines du Cameroun à l'égard de *T. vivax* et de *T. congolense*. Ces mêmes chèvres étaient tuées par un stock de *T. brucei*. Elle se rapproche également de l'étude de WHITELAW *et al.* (9) au Kenya, qui montrent que les chèvres locales de race Galla, les Nubian et Toggenburg sont toutes sensibles à l'infection expérimentale à *T. congolense*.

Des épreuves d'infections expérimentales réalisées par TOURÉ *et al.* (8) au Sénégal montrent par contre une bonne résistance des moutons Djallonké par rapport aux moutons Peul pour *T. congolense* et non pour *T. vivax*. Leur expérimentation a duré 23 semaines contre 16 dans cette étude dont 8 seulement pour les paramètres classiquement comparés pour l'étude de trypanotolérance. Ce travail de comparaison mériterait donc d'être repris sur des périodes plus longues avec des stocks de trypanosomes de virulences variées.

CONCLUSION

Ces études en conditions contrôlées montrent, seulement pour l'infection par *T. vivax*, une bonne résistance des moutons et chèvres Djallonké par rapport à ceux du Sahel. En revanche, les races Djallonké et du Sahel ne semblent pas avoir de comportement significativement différent pour l'infection par *T. congolense*. Le meilleur comportement des Djallonké pourrait être lié à des mécanismes physiologiques innés et/ou acquis. Une étude similaire avec des animaux nés et élevés dans une étable sous moustiquaire mériterait d'être conduite pour préciser leur importance relative.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOCQUENTIN (R.), DUVALLET (G.). Amélioration de la reproductibilité du test ELISA adapté à la détection d'anticorps anti-*Trypanosoma congolense* chez les bovins. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 179-186.
2. BUENGENER (W.), MEHLITZ (D.). Experimental *Trypanosoma* infections in Cameroon dwarf goats: histopathological observations. *Tropenmed Parasit.*, 1976, **27** (4) : 405-410.
3. Centre de recherches sur les trypanosomoses animales (CRTA). Rapport succinct d'activités, 1989. Bobo-Dioulasso, CRTA. P. 25-26.
4. COLES (E.H.). Le laboratoire en clinique vétérinaire. Paris, Vigot Frère, 1979.
5. DISSET (R.). L'élevage au Burkina Faso. III. Étude particulière de l'élevage des petits ruminants au Burkina Faso. Rapport de mission de consultation effectuée du 21 janvier au 15 février 1985 pour le compte de l'unité sous-régionale d'appui au développement dans le cadre du programme FAO de lutte contre la trypanosomiase animale et de mise en valeur des zones concernées (GCP/RAF/191/ITA). Ouagadougou, FAO, 1985. P. 34-35.
6. MURRAY (M.), MURRAY (P.K.), McINTYRE (W.I.M.). An improved parasitological technique for diagnosis of African trypanosomiasis. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1977, **71** : 325-326.
7. PALING (R.W.), MOLOO (S.K.), SCOTT (J.R.), GETTINBY (G.), McODIMA (F.A.), MURRAY (M.). Susceptibility of N'Dama and Boran cattle to sequential challenges with tsetse-transmitted clones of *Trypanosoma congolense*. *Parasit. Immun.*, 1991, **13** (4) : 427-445.
8. TOURÉ (S.M.), SEYE (M.), MBENGUE (M.), DIEYE (T.). Trypanotolérance : Étude de pathologie comparée entre moutons Djallonké et moutons Peulh du Sahel. In : Actes de la 17^e Réunion du conseil scientifique international de la Recherche sur les trypanosomoses et leur contrôle, Arusha, 1981. Nairobi, Eleza Services Ltd, 1983. (OAU/STRC, Publication n° 112)
9. WHITELAW (D.D.), KAAYA (G.P.), MOULTON (J.E.), MOLOO (S.K.), MURRAY (M.). Susceptibility of different breeds of goats in Kenya to experimental infection with *Trypanosoma congolense*. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1985, **17** (3) : 155-165.

Z. Bengaly P.H. Clausen H. Boly A. Kawne G. Duvallet

BENGALY (Z.), CLAUSEN (P.H.), BOLY (H.), KANWE (A.), DUVALLET (G.). Experimental infection of small ruminants with trypanosomes : comparison of Djallonké and Sahelian breeds in Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 563-570

Twenty-four dwarf Djallonké sheep and goats, and 16 Sahelian Fulani sheep and goats, were inoculated with strains of *Trypanosoma vivax* and *Trypanosoma congolense* to compare their degree of susceptibility to trypanosomosis. One animal from each breed was used as a control. Anaemia was observed in all inoculated animals. In the group of animals inoculated with *T. vivax*, 1 Djallonké goat out of 6, 3 Sahelian goats out of 4 and 2 Fulani sheep out of 4 died within the experimental period of 16 weeks. One single Sahelian Fulani sheep out of 4 died among animals inoculated with *T. congolense*. During a period of 8 weeks, no significant difference was observed between Djallonké and Fulani Sahelian in the decrease of body weight and leucocyte count. Results in this study show a better resistance of Djallonké sheep and goats to infection by *T. vivax*, whereas there was no significant difference between all sheep and goats inoculated with *T. congolense*.

Keys-words : Goat - Sheep - Djallonké goat - Sahelian Fulani goat - Djallonké sheep - Sahelian Fulani sheep - Trypanosomosis - *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - Trypanotolerance - Experimental infection - Burkina Faso.

BENGALY (Z.), CLAUSEN (P.H.), BOLY (H.), KANWE (A.), DUVALLET (G.). Comparación de la tripanosomosis experimental en distintas razas de pequeños rumiantes de Burkina Faso. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 563-570

Para comparar los diferentes grados de sensibilidad a las tripanosomosis, 24 ovinos y caprinos de raza Djallonké enana y 16 ovinos y caprinos Peul del Sahel se inocularon con cepas de *Trypanosoma vivax* y de *Trypanosoma congolense*. Un animal de cada raza se utilizó como testigo. Todos los animales inoculados presentaron anemia. Durante las 16 semanas de experimentación, la mortalidad por *Trypanosoma vivax* fue de una cabra Djallonké sobre seis, tres cabras sobre cuatro y dos ovinos sobre cuatro de raza Peul del Sahel. Para *Trypanosoma congolense* se observó un sólo caso de mortalidad sobre cuatro en el hato de ovinos Peul del Sahel. Durante ocho semanas no se observaron diferencias significativas para la pérdida de peso y la concentración leucocitaria entre Djallonké y Peul del Sahel. Este estudio evidencia la buena resistencia de los ovinos y caprinos Djallonké a la infección por *Trypanosoma vivax*. Por el contrario, no se encontró una diferencia significativa entre las dos razas de ovinos y caprinos hacia el *Trypanosoma congolense*.

Palabras claves : Caprino - Ovino - Caprino Djallonké - Caprino Peul - Ovino Djallonké - Ovino Peul - Tripanosomosis - *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - Tripanotolerancia - Infección experimental - Burkina Faso.

Communications

Prevalence of bovine trypanosomosis in Gongola State of Northern Nigeria

A.D. Daniel ¹

A.J. Dadah ¹

J.O. Kalejaiye ¹

A.D. Dalhatu ²

DANIEL (A.D.), DADAH (A.J.), KALEJAIYE (J.O.), DALHATU (A.D.). Prévalence de la trypanosomose bovine dans l'État de Gongola (Nord Nigeria). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 571-574

Une étude sur la trypanosomose bovine a été réalisée d'avril à juillet 1990 dans l'État de Gongola (Nord Nigeria), région supposée dépourvue de glossines. Les échantillons de sang ont été prélevés chez 1 065 bovins et examinés par les méthodes de la couche leucocytaire et du frottis coloré. L'hématocrite a été déterminée simultanément. Au total, 42 (3,9 p. 100) des animaux examinés étaient infestés par des trypanosomes ; *T. vivax* était l'espèce la plus souvent rencontrée. Le taux d'infestation était élevé chez les glossines, puisque 27 (22,7 p. 100) des *Glossina tachinoides* capturées, disséquées et examinées étaient positives à *T. vivax* et *T. congolense*. Il apparaît donc souhaitable d'effectuer d'autres études dans les zones dites "exemptes de glossines" au Nigeria.

Mots clés : Bovin - Trypanosomose - *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - *Glossina tachinoides* - Diagnostic de laboratoire - Sérologie - Prévalence - Nigeria.

Introduction

In Nigeria, no large-scale surveillance and control programme to curtail the menace of trypanosomosis has been carried out in the last three decades. The result is the alarming increase nationwide in the incidence rate of bovine trypanosomosis (3, 4, 5).

The aim of this work was to assess the prevalence of bovine trypanosomosis in Karim Lamido and Numan local government areas of Gongola State. Attempts were also made to establish the presence of tsetse flies in these supposedly tsetse-free regions and also to determine the infection rate, fly species and density, and their ecological distribution.

Materials and Methods

Survey area and environment

Karim Lamido and Numan local government areas of Gongola State lie between longitude 11°10" east, latitude

1. Veterinary and Livestock Studies Division, Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR), PMB 03, Vom, Plateau State, Nigeria.

2. Epidemiological Unit, Federal Capital Development Authority, Abuja, Nigeria.

Reçu le 18.1.1993, accepté le 4.5.1993.

9°20" north ; and longitude 12°5" east, latitude 9°30" north, respectively, within the supposedly tsetse-free region of the Guinea savanna of Northern Nigeria (map 1). The survey covered a total of twelve villages during the months of April-July, 1990. The animals screened were White Fulani Zebu cattle and their crosses. Majority of the herdsmen are sedentary with a few semi-nomadic settlements.

Trypanosome detection

A total of 1,065 cattle were screened using standard trypanosome detection methods (STDM) and concentration methods (7, 13). Two to 3 ml of blood were collected from each animal by jugular venipuncture into Bijou bottles containing EDTA as anticoagulant. Identification of trypanosome species was done using morphological differentiation of parasites on Giemsa-stained thin films and biological transmission in mice (8). PCV was estimated using a haematocrit centrifuge and reader (7, 13).

Four biconical traps (8) were used in the study area, each one was placed 100 m from the adjacent one in a square formation. The species and infection rates of each fly were determined by dissection.

Results

Out of the 1,065 animals examined, 42 (3.9 %) were found to be infected with trypanosomes in the two local government areas (table I).

In Karim Lamido, 640 cattle were screened, with 30 (4.7 %) positive, while in Numan 425 were examined, with 12 (2.8 %) positive (table I). Out of 42 positive cases, 27 (64.3 %) were due to *T. vivax*, 13 (31 %) to *T. congolense* and 2 (4.8 %) to *T. brucei* (table II).

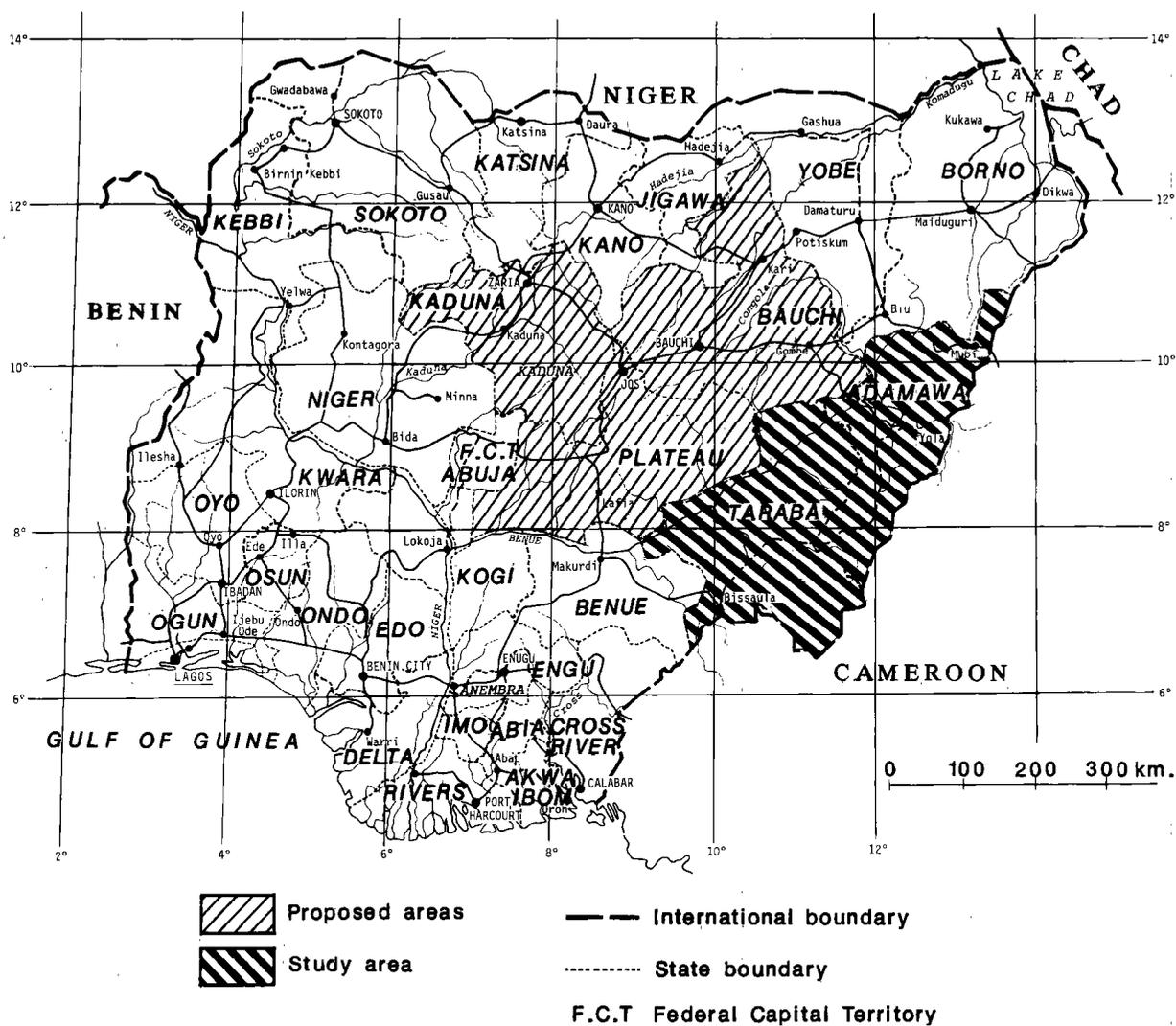
A total of 119 *Glossina tachinoides* were caught in Karim Lamido, with 27 (22.7 %) positive for *T. vivax* and *T. congolense* infections (table III). No tsetse fly was caught in Numan, but a few Tabanids and Stomoxys flies were caught in the two regions.

Discussion

Since the animals were bled only once, some infections have certainly been missed. Furthermore, with more sensitive diagnostic methods the observed prevalence rate could have been higher.

AGU (1) examined 210 White Fulani cattle and found a prevalence rate of 7.6 %. *T. vivax* was the predominant parasite. This finding agrees with the present study and others carried out in Nigeria 10-20 years ago (4, 6, 11, 12). The low PCV of infected animals compared with that of the uninfected ones indicated that trypanosomosis was associated with anaemia (2, 10).

Communication



Map 1 : Map of Nigeria showing the 30 States and study area.

TABLE I Prevalence of bovine trypanosomosis in Karim Lamido and Numan local government areas (LGA) of Gongola State.

LGA	Number sampled	Number positive (%)
Karim Lamido	640	30 (4.7 %)
Numan	425	12 (2.8 %)
Total	1,065	42 (3.9 %)

TABLE III Tsetse dissection studies and distribution in Karim Lamido local government area.

Villages	<i>G. tachinoides</i>	<i>G. palpalis</i>	Number positive for trypanosomes
Karim	31	—	7
Didango	15	—	5
G/usmano	14	—	—
Zailani	25	—	9
Bambur	8	—	—
Andoni	10	—	4
Muri	16	—	2
Total	119	—	27 (22.7 %)

TABLE II Distribution of species of trypanosomes in both Karim Lamido and Numan local government areas (LGA).

Villages	Number sampled	Number positive (%)	<i>T. vivax</i>	<i>T. congolense</i>	<i>T. brucei</i>
K/Lamido LGA					
Karim	106	5 (4.7)	4	1	—
Didango	100	6 (6.0)	4	1	1
G/usmano	103	4 (3.9)	3	1	—
Zailani	95	6 (6.3)	4	2	—
Bambur	70	3 (4.3)	1	2	—
Muri	166	2 (1.8)	1	1	—
Total	640	30 (4.7)	21	8	1
Numan LGA					
Numan	100	3 (3.0)	1	2	—
Yanga	69	2 (2.9)	1	1	—
Lamurde	116	5 (4.3)	3	1	1
Sabo Layi	47	2 (4.3)	1	1	—
Farai	93	—	—	—	—
Total	425	12 (2.8)	6	5	1
Grand total	1,065	42 (3.9)	27	13	2

The results indicate that the supposedly tsetse-free areas in Nigeria need to be remapped. Traditional bush-burning, drying-up of streams and changes in the riverine vegetation during the dry season might have forced *Glossina palpalis* into recession (9). It is not surprising that only *G. tachinoides* was caught among the two riverine species because the study was carried out during the dry season.

Conclusion

It appears that the picture of bovine trypanosomiasis in Nigeria has changed considerably over the years. Several social, economic and demographic factors, since the 1960s, appear to have affected the distribution of tsetse flies and fly-cattle interaction in Nigeria and probably elsewhere (9, 12). Therefore, the need for more detailed studies on the epidemiology and prevalence of bovine trypanosomiasis appears imperative and very urgent, especially in view of intense competition for grazing land.

Acknowledgements

The authors are grateful to Mathew TUMBAU and Sabo GARBA for their technical assistance, and also to Dan AGONO for his secretarial assistance. This paper is published with the permission of the Director, Dr. Ibrahim HALID, Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research, Kaduna, Nigeria.

References

- AGU (W.E.). Incidence of bovine trypanosomiasis in six villages of Kaduna State, Nigeria. *In* : Proceedings of the National Conference on Diseases of Ruminants, Vom, Nigeria, 3-6 October, 1984. 1985.
- ANOSA (V.O.), ISOUN (T.T.). Experimental *Trypanosoma vivax* infection of sheep and goats : the relationship between the parasitaemia, the growth rate and the anaemia. *J. Nig. vet. med. Ass.*, 1974, **3** : 101-108.
- DIPEOLU (O.O.). Survey of blood parasites in domestic animals in Nigeria. *Bull. Anim. Hlth Ass. Prod. Afr.*, 1975, **23** : 155-164.
- ESURUOSO (G.O.). The epizootiology, prevalence and economic aspects of bovine trypanosomiasis in Nigeria. *Proc. a Meet. US Anim. Hlth Ass.*, 1973, **77** : 160-175.
- IKEDE (B.O.), TAIWO (V.O.). Prevalence of bovine trypanosomiasis in sedentary zebu and trypanotolerant breeds in Southwestern and Northwestern Nigeria. International Scientific Council for Trypanosomiasis Research and Control, 18th meeting, Harare, Zimbabwe, 1985. Nairobi, OAU/STRC. p. 141-146. (Publication No. 113)
- ILEMOBADE (A.A.). Research in the field of animal trypanosomiasis in Nigeria. An overview. *In* : Proceedings of the National Conference on Tsetse and Trypanosomiasis Research in Nigeria, Kaduna, Nigeria, 10-12 August 1981. 1982. p. 82.
- KALU (A.U.), EDEGHERE (H.U.), LAWANI (F.A.). Comparison of diagnostic techniques during subclinical single infections of trypanosomiasis. *Vet. Parasit.*, 1986, **22** : 37-47.
- KALU (A.U.), MAGAJI (Y.). An endemic focus of trypanosomiasis in Benue State. *In* : Nigerian Institute for Trypanosomiasis Research (NITR) Annual Report, 1986.

Communication

9. LANGRIDGE (W.P.), KERNAGAN (R.J.), GLOVER (P.E.). A review of recent knowledge of the ecology of the main vectors of trypanosomiasis. *Bull. Wild Hlth Org.*, 1963, **28** : 671-901.

10. LOSOS (G.J.). Trypanosomiasis. In : Infectious tropical disease of domestic animals. London, Longman scientific and technical, 1986. p. 183-318.

11. MacLENNAN (K.J.R.). The epizootiology of trypanosomiasis in livestock in West Africa. In : MULLIGAN (H.W.), POTTS (W.H.), Eds. The African trypanosomiasis. London, G. Allen and Unwin, 1970. p. 751-765.

12. MURRAY (M.), GRAY (A.R.). The current situation on animal trypanosomiasis in Africa. *Prev. vet. Med.*, 1984, **2** : 30-32.

13. WOO (P.T.K.). Evaluation on the haematocrit centrifuge and other techniques for the field diagnosis of trypanosomiasis. *Acta trop.*, 1969, **28** : 298-303.

DANIEL (A.D.), DADAH (A.J.), KALEJAIYE (J.O.), DALHATU (A.D.). Prevalence of bovine trypanosomosis in Gongola State of Northern Nigeria. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 571-574

A study of bovine trypanosomosis was carried out in Gongola State (Northern Nigeria), a supposedly tsetse-free region during the months of April-July, 1990. Blood samples were collected from 1,065 cattle and examined by buffy coat and stained smear methods. Packed red cell volume (PCV) was determined simultaneously. Forty-two (3.9 %) of the animals examined were infected with trypanosomes. *T. vivax* was more frequently encountered than other species. Infection rate was high in the tsetse flies as 27 (22.7 %) of *Glossina tachinoides* caught, dissected and examined were positive for *T. vivax* and *T. congolense* infections. Further studies are desirable in areas claimed tsetse-free in Nigeria.

Key words : Cattle - Trypanosomosis - *Trypanosoma congolense* - *Trypanosoma vivax* - *Glossina tachinoides* - Laboratory diagnosis - Serology - Prevalence - Nigeria.

La trypanosomose à *Trypanosoma evansi* (Steel 1885), Balbiani 1888 chez les petits ruminants de Mauritanie : Résultats d'inoculation expérimentale et d'enquêtes sur le terrain

P. Jacquet¹

D. Cheikh¹

A. Thiam¹

M.L. Dia¹

JACQUET (P.), CHEIKH (D.), THIAM (A.), DIA (M.L.). La trypanosomose à *Trypanosoma evansi* (Steel 1885), Balbiani 1888 chez les petits ruminants de Mauritanie : Résultats d'inoculation expérimentale et d'enquêtes sur le terrain. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 574-578

Afin de préciser le rôle éventuel des petits ruminants dans l'épidémiologie de la trypanosomose à *Trypanosoma evansi* dans le Sud mauritanien, on a procédé à l'inoculation expérimentale d'une brebis et d'une chèvre par une souche locale de *T. evansi* isolée d'une chamelle laitière, et à des enquêtes dans des troupeaux de petits ruminants du Sud Trarza qui cotoient au pâturage des troupeaux de dromadaires souvent très contaminés. L'inoculation expérimentale a permis de confirmer que la brebis et la chèvre (races locales) sont réceptives. Seule la brebis a manifesté une sensibilité (amaigrissement et avortement). Pendant 220 jours après inoculation, le sang de la chèvre est resté infectant pour la souris. Chez la brebis, en revanche, on a pu constater l'alternance de phases infectantes et de phases "silencieuses". Sur le terrain, 207 frottis sanguins de caprins et 174 frottis d'ovins sont négatifs ainsi que 109 sérums de caprins et 78 d'ovins. Il semble donc que les petits ruminants ne jouent aucun rôle dans l'épidémiologie de la trypanosomose à *T. evansi* et ce, en dépit de leur réceptivité à l'inoculation expérimentale.

Mots clés : Ovin - Caprin - Trypanosomose - *Trypanosoma evansi* - Enquête pathologique - Inoculation - Sérologie - Immunofluorescence indirecte - Épidémiologie - Mauritanie.

Introduction

La trypanosomose cameline à *Trypanosoma evansi* est une contrainte majeure de l'élevage camelin dans le Sud Mauritanien. Dans le Sud Trarza (région du fleuve Sénégal) les taux d'infection globaux atteignent 15 p. 100 par frottis sanguins et 40 p. 100 en sérologie par immunofluorescence indirecte (1). Or, dans cette zone il est fréquent de voir des troupeaux de petits ruminants mixtes (ovins et caprins) pâturer avec les dromadaires.

Divers auteurs (2, 3, 4, 5, 8) signalent la réceptivité des ovins et des caprins à *T. evansi* après inoculation expérimentale mais le rôle des petits ruminants dans l'épidémiologie de la trypanosomose à *T. evansi* a été très peu étudié sur le terrain. Ce travail a eu pour buts :

1. Centre national d'élevage et de recherches vétérinaires (CNERV), service de Parasitologie, BP 167 Nouakchott, République Islamique de Mauritanie.

Reçu le 13.7.1993, accepté le 19.10.1993.

- d'inoculer expérimentalement une souche locale de *T. evansi*, isolée d'une chamelle, à une brebis et à une chèvre, puis d'effectuer un suivi parasitologique, sérologique et clinique de ces animaux ;

- d'enquêter sur le terrain, dans le Sud Trarza, sur les troupeaux de petits ruminants sédentaires qui côtoient toute l'année des troupeaux de dromadaires fortement infectés.

Matériels et Méthodes

Inoculation expérimentale au laboratoire

Souche de *Trypanosoma evansi*

Une souche de *Trypanosoma evansi* a été isolée en juillet 1990 d'une chamelle laitière en accès clinique aigu dans la vallée du fleuve Sénégal. Cette souche a été isolée puis entretenue sur lapins.

Animaux en infestation expérimentale

Une brebis et une chèvre originaires du Sud Trarza ont été régulièrement contrôlées avant inoculation pendant deux mois par frottis sanguins, inoculation à la souris et sérologie (immunofluorescence indirecte). Tous ces examens préalables se sont révélés négatifs. Ces animaux reçoivent une nourriture abondante, équilibrée et font l'objet de traitements anthelminthiques réguliers (fenbendazole, 10mg/kg).

Inoculation

La parasitémie à *T. evansi* des lapins étant toujours très faible, un passage préalable à la souris a été pratiqué. Vingt cinq millions de trypanosomes provenant du sang de la souris et dilués dans du sérum physiologique sont inoculés par injection intra-veineuse à la jugulaire de chacun des deux petits ruminants.

Suivi des animaux

Après prélèvement de sang sur anticoagulant (EDTA), la parasitémie est contrôlée de trois manières différentes :

- un frottis sanguin, fixé au méthanol et coloré au Giemsa
- une concentration par centrifugation en tube hématocrite (9) ;
- une inoculation intrapéritonéale à la souris blanche.

Pour la sérologie, le sang est régulièrement prélevé sur tube siliconé. La méthode sérologique employée est l'immunofluorescence indirecte. Les lames d'antigène sont préparées sur place à partir du sang de souris en très forte parasitémie. La même souche de *T. evansi* est utilisée pour la confection des lames d'antigène et pour l'inoculation expérimentale. Les sérums de la brebis et de la chèvre sont dilués du 1/10e au 1/1 280e. Les conjugués utilisés sont des conjugués anti-IgG de mouton et

de chèvre (Sigma). L'observation en fluorescence est réalisée sur un microscope Olympus BH2-RFCA.

L'étude clinique concerne essentiellement la recherche des symptômes suivants : inappétence, démarche ébrieuse, prostration et avortement.

Enquêtes sur le terrain

Des troupeaux mixtes (ovins et caprins), sédentaires, pâturant dans les mêmes zones que les dromadaires souvent très infectés, sont choisis pour l'étude sur le terrain. Seuls les animaux âgés, ayant déjà connu un hivernage (saison où les populations de Tabanides et d'Hippoboscides sont les plus denses) sont prélevés. Trois cent quatre vingt-un frottis sanguins (207 caprins, 174 ovins) sont réalisés puis colorés au Giemsa. Parmi ces animaux, 109 caprins et 78 ovins font l'objet d'analyses sérologiques ; les sérums de la brebis et de la chèvre inoculés expérimentalement servant de sérums témoins positifs.

Résultats

Inoculation expérimentale

La brebis (tabl. I, fig. 1)

Parmi tous les frottis sanguins réalisés, seul celui réalisé à J₆ est positif (1 trypanosome par champ microscopique au grossissement 400), tous les suivants sont négatifs. La technique de concentration en tube hématocrite est un peu plus sensible : elle reste positive - mais par intermittence - jusqu' à J₄₁. Au delà, elle demeure constamment négative.

Les résultats de l'inoculation à la souris font apparaître une alternance de phases pendant lesquelles le sang est infectant pour la souris, et de phases "silencieuses" où l'inoculation à la souris se solde par un échec. Par cette méthode, on constate que la brebis conserve *T. evansi* pendant au moins 220 jours.

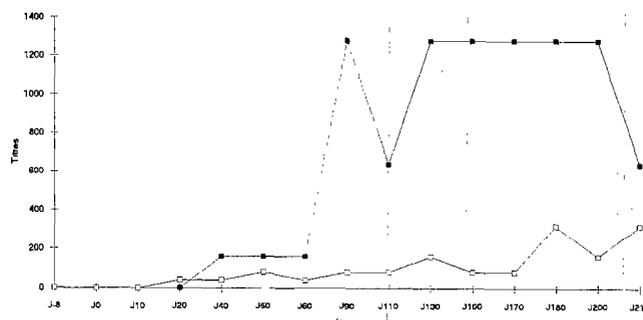


Figure 1 : Dosage des IgG en immunofluorescence indirecte chez la brebis (■) et la chèvre (□) infectées expérimentalement par *T. evansi*.

Communication

TABLEAU I . Suivi de la brebis après inoculation intraveineuse de 25 millions de trypanosomes (*Trypanosoma evansi*)

Contrôle	Frottis	Concentration	Inoculation	Faiblesse, inappétence	Tournis et démarche ébrieuse
J ₀₋₈	0	0	0	0	0
J ₀ : inoculation	0	0	0	0	0
J ₆	+	+	+	+	+
J ₇	0	+	N.E.	+	+
J ₉	0	0	N.E.	+	+
J ₁₁	0	0	N.E.	0	0
J ₁₃	0	0	N.E.	0	0
J ₂₀	0	+	+	0	0
J ₄₁	0	+	N.E.	0	0
J ₄₈	0	0	N.E.	0	0
J ₅₅	0	0	N.E.	0	0
J ₆₆	0	0	0	0	0
J ₇₁	0	0	0	0	0
J ₉₅	0	0	+	+	+
J ₁₀₂	0	0	N.E.	+	+
J ₁₀₅	0	0	0	+	+
BERENIL ND					
J ₁₁₅	0	0	0	0	0
J ₁₃₂	0	0	0	0	0
J ₁₆₂	0	0	0	0	0
J ₁₇₁	0	0	N.E.	0	0
J ₁₈₅	0	0	0	0	0
J ₂₀₀	0	0	N.E.	0	0
J ₂₀₅	0	0	0	0	0
J ₂₂₀	0	0	+	0	0

Concentration : méthode de concentration en tube microhématocrite.

Inoculation : inoculation intrapéritonéale à la souris avec contrôles de la souris à J₃, J₆, J₉, J₁₂, J₁₅ et J₂₁.

N.E. : non effectué.

Sur le plan sérologique, les IgG atteignent un niveau décelable entre J₃₀ et J₄₀. Au delà de J₉₀, les IgG persistent à des concentrations importantes (test positif à 1/1 280e) et ceci jusqu' à J₂₁₀. Cliniquement, on a pu constater deux périodes à symptomatologie nette :

- la première entre J₆ et J₁₀ avec inappétence, démarche ébrieuse et tournis. Tous ces symptômes ont régressé spontanément ;

- la deuxième, vers J₆₅, avec amaigrissement prononcé, poil piqué, démarche ébrieuse et avortement. L'ampleur des symptômes a motivé une intervention thérapeutique (BERENILND, 3,5 mg/kg) qui a été suivie d'une amélioration nette très rapide (24 h).

Après ce traitement, aucune symptomatologie n'a été relevée alors que l'inoculation à la souris est positive à J₂₁₀ : le traitement au BERENILND, n'a donc pas "blanchi" la brebis.

La chèvre (tabl. II, fig. 1)

Le frottis sanguin est positif uniquement à J₆ (un seul trypanosome sur l'ensemble de la lame). La concentration

en tube hématocrite est positive par intermittence et ceci jusqu'à J₂₀₅. En revanche, à chaque fois que l'inoculation à la souris a été pratiquée entre J₆ et J₂₂₀, elle s'est révélée positive. On ne retrouve donc pas les phases "silencieuses" observées chez la brebis.

L'apparition des IgG chez la chèvre s'est faite très lentement (1/80e seulement à J₅₀). Leur niveau maximum (1/320e à J₁₈₀) reste bien en dessous de celui retrouvé chez la brebis. Un très léger affaiblissement (inappétence et adynamie) a été constaté entre J₇ et J₉ qui a très rapidement et spontanément rétrocedé. A partir de J₁₁, plus aucune manifestation clinique n'a été mise en évidence chez la chèvre.

Résultats d'enquêtes sur le terrain

Frottis sanguins

Aucun des 381 frottis sanguins n'a révélé de trypanosomes.

TABLEAU II Suivi de la chèvre après inoculation intraveineuse de 25 millions de trypanosomes (*Trypanosoma evansi*)

Contrôle	Frottis	Concentration	Inoculation	Faiblesse, inappétence	Tournis et démarche ébrieuse
J ₀₋₈	0	0	0	0	0
J ₀ : inoculation	0	0	0	0	0
J ₆	+	+	+	0	0
J ₇	0	0	N.E.	0	0
J ₉	0	0	N.E.	+	0
J ₁₁	0	0	0	0	0
J ₁₃	0	0	N.E.	0	0
J ₂₀	0	0	+	0	0
J ₂₅	0	+	N.E.	0	0
J ₄₁	0	0	N.E.	0	0
J ₄₈	0	0	+	0	0
J ₅₅	0	0	N.E.	0	0
J ₆₆	0	0	+	0	0
J ₉₅	0	0	N.E.	0	0
J ₁₀₂	0	0	+	0	0
J ₁₁₅	0	0	N.E.	0	0
J ₁₃₂	0	0	+	0	0
J ₁₆₂	0	0	+	0	0
J ₁₇₁	0	0	N.E.	0	0
J ₁₈₅	0	0	+	0	0
J ₂₀₀	0	0	+	0	0
J ₂₀₅	0	+	+	0	0
J ₂₁₀	0	0	N.E.	0	0
J ₂₂₀	0	0	+	0	0

Concentration : méthode de concentration en tube microhématocrite.

Inoculation : inoculation intrapéritonéale à la souris avec contrôles de la souris à J₃, J₆, J₉, J₁₂, J₁₅ et J₂₁.

N.E. : non effectué.

Sérologie en immunofluorescence indirecte

Chez les caprins, 5 sérums (sur 109) ont donné une très faible fluorescence au 1/20e et 2 au 1/40e. Chez les ovins, un seul sérum sur 78 a révélé une très faible fluorescence au 1/80e. Tous les autres sérums sont négatifs.

Discussion

La brebis et la chèvre se sont révélées réceptives à la souche locale de *Trypanosoma evansi*, isolée d'une chamele.

Dans cette étude, la lecture de frottis sanguins et la technique de concentration en tube hématocrite sont très peu sensibles et de peu d'utilité dans la recherche de *T. evansi* chez les petits ruminants, compte tenu des parasitémies très faibles. L'inoculation à la souris est une méthode précieuse chez la chèvre ; en revanche, la présence de phases silencieuses chez la brebis (pendant lesquelles le parasite se trouverait en des localisations profondes : liquide céphalorachidien, ganglions ?), diminue la sensibilité de cette technique.

Les travaux de DENNIG (2) ont montré que les chèvres inoculées expérimentalement par *T. evansi* pouvaient

développer soit une forme aiguë et mourrir, soit une forme chronique totalement asymptomatique. C'est ce dernier cas qu'on a rencontré avec une persistance du parasite d'au moins 220 jours.

La brebis a connu entre J₃₀ et J₁₁₀ un épisode clinique plus marqué, cependant l'évolution de l'infection après J₁₂₀ et le traitement au BERENILND prend une allure chronique asymptomatique.

La lecture des frottis sanguins réalisés sur le terrain est de peu d'utilité, en revanche la sérologie par immunofluorescence indirecte (recherche des IgG) est un bon témoin de l'infection par *T. evansi*. Or, sur les animaux prélevés dans le Sud Trarza, il n'a été trouvé qu'un très petit nombre de cas douteux. Il semble donc que les ovins et les caprins du Sud Trarza ne jouent qu'un rôle tout à fait marginal - sinon aucun - dans l'épidémiologie de la trypanosomose à *T. evansi*. De plus, les parasitémies enregistrées lors de l'inoculation expérimentale étant tellement faibles et transitoires, on peut douter de l'efficacité de la transmission mécanique dans le sens : petits ruminants vers dromadaire.

La réceptivité après inoculation expérimentale étant maintenant bien documentée (2, 3, 4, 5), comment peut-on expliquer l'absence d'infection naturelle dans des

Communication

zones où la transmission de la trypanosomose cameline est importante ? Cela pourrait provenir d'un manque d'attractivité des petits ruminants pour les Tabanides et/ou les Hippoboscides vecteurs.

Bibliographie

1. Centre National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires (CNERV). Service de parasitologie. Rapport d'activités 1992. Nouakchott, R.I. Mauritanie, CNERV, 1993.
2. DENNIG (H.K.). La chèvre, réservoir potentiel de *Trypanosoma evansi*. *Revue Méd. vét.*, 1989, **140** (8-9) : 763.
3. DIA (M.L.). Etude du pouvoir pathogène d'une souche de *Trypanosoma evansi* (Steel 1885), Balbiani 1888 isolée de Mauritanie et diagnostic sérologique de la trypanosomose expérimentale par immunofluorescence indirecte et immunoenzymologie (ELISA). Mémoire de maîtrise ès Sciences Vétérinaires. Ecole nationale vétérinaire de Lyon, 6 juillet 1992, 62 p.
4. ELAMIN (A.), ELAMIN (E.A.). Bioavailability of BerenilND (diminazène aceturate) in tissues of mice and goats and its effect on *Trypanosoma evansi* infections. In : Premier Séminaire International sur les Trypanosomoses animales non transmises par les glossines, Annecy (France), 14-16 octobre 1992.
5. ELAMIN (E.A.). Efficacy of diminazene aceturate (BerenilND) against experimental *Trypanosoma evansi* infections in goats. In : Premier Séminaire International sur les Trypanosomoses animales non transmises par les glossines, Annecy (France), 14-16 octobre 1992.
6. HOARE (C.A.). The trypanosomes of mammals : a zoological monograph. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1972. 749 p.
7. LUCKINS (A.G.). Evaluation of an indirect fluorescent antibody test, linked immunosorbent assay and quantification of immunoglobulins in the diagnosis of bovine trypanosomiasis. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1978, **10** : 149-159.
8. MAHMOUD (M.M.), GRAY (A.R.). Trypanosomiasis due to *Trypanosoma evansi* (Steel 1885), Balbiani 1888 : a review of recent research. *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1980, **12** : 35-47.
9. WOO (P.T.K.). The haematocrit centrifuge technique for the diagnosis of African Trypanosomiasis. *Acta trop.*, 1970, **27** : 384-386.

JACQUIET (P.), CHEIKH (D.), THIAM (A.), DIA (M.L.). Trypanosomosis due to *Trypanosoma evansi* (Steel 1885), Balbiani 1888 in small ruminants in Mauritania : experimental inoculation in the laboratory and field survey results. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 574-578

In order to define the eventual role of small ruminants in the epidemiology of *T. evansi* infection in Southern Mauritania, the following experiments were carried out : the intravenous inoculation of a ewe and a goat with a local strain of *T. evansi* isolated from a dairy camel ; surveys of small ruminant flocks which graze with infected camels in the South of the Trarza region. The experimental inoculation allowed to show that local sheep and goats are receptive. Only the ewe showed a clinical episode with loss of weight and abortion. During 220 days after inoculation the blood of the goat remained constantly infectious for the mouse whereas in the same period the ewe's blood showed an alternation of infectious and non-infectious phases. However in the field, none of 381 blood smears of small ruminants (207 goats, 174 sheep) were positive and none of the 187 serums (109 goats, 78 sheep). Therefore, it seems that the small ruminants of the South Mauritania do not play any role in the epidemiology of *T. evansi* camel trypanosomosis even if they are receptive to experimental inoculation.

Key words : Goat - Sheep - Trypanosomosis - *Trypanosoma evansi* - Pathological survey - Inoculation methods - Serology - Indirect immunofluorescence - Epidemiology - Mauritania.

Presence of ketones in the serum of *Trypanosoma evansi* infected camels (*Camelus dromedarius*) in the Sudan

Kamal S.M. Hussein¹

Gundi S. Gasmir¹

HUSSEIN (Kamal S.M.), GASMIR (Gundi S.). Présence de cétones dans le sérum de dromadaires (*Camelus dromedarius*) infectés par *Trypanosoma evansi* au Soudan. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 578-579

Cent échantillons sanguins et deux échantillons d'urine prélevés chez des dromadaires (*Camelus dromedarius*) ont été analysés au Laboratoire de Recherche vétérinaire de l'Etat Oriental de Kassala, au Soudan, pour rechercher la présence de cétones. Les cinquante sérums provenant d'animaux infectés par des trypanosomes ont donné des résultats positifs. Sur les cinquante autres provenant de chameaux non infectés, 45 présentaient des résultats négatifs. Les cinq échantillons restant positifs, l'étaient également au test du chlorure de mercure.

Mots clés : Dromadaire - *Camelus dromedarius* - Trypanosomose animale - *Trypanosoma evansi* - Cétone - Sérum - Soudan.

Introduction

Camel owners in Eastern Sudan claim that in camel trypanosomes are associated with a characteristic pungent odour of the urine, just like the smell of bad water melon. HUNTER (2) detected a small amount of ketones in the urine of *T. evansi* positive camels. In the present study serum and urine samples were used for further elucidation of this feature.

Materials and Methods

Hundred blood samples were collected from the jugular vein at the Veterinary clinic or from different localities around Kassala town during the year 1990-1991. Blood was collected in vacutainers containing EDTA and plain vacutainers for serum separation.

Sera were kept at - 20°C until used. From each blood sample, wet film, thin smear and buffy coat (PCV) preparations were examined for detection of trypanosomes. All sera were examined by the mercuric chloride test. One gram of mercuric chloride was dissolved in 250 ml of distilled water; 5 ml from this solution was made up to 500 ml with distilled water. One ml of this solution was put into each of two test tubes, and 20 µl of serum was added to one test tube and the other was left as a control. White turbidity indicated a positive reaction. According to these examinations, the sera were divided into three groups. In group I, the trypanosomes and mercuric chlori-

1. Eastern State Veterinary Research Laboratory, Kassala, POB 237, Soudan.

Reçu le 14.8.1992, accepté le 3.6.1993.

de tests were positive. In group II no trypanosomes were found, but the sera were mercuric chloride test positive. In group III, all tests were negative.

Rapid spot test for serum ketones

This test was done according to the Manual of Veterinary Investigation (3). Three grams of sodium nitroprusside were mixed with 100 g of ammonium sulphate and 50 g of anhydrous sodium carbonate. An amount of 0.1 g of this powder was put on a white porcelain tile, 40 μ l of serum or urine were added and observed for 5 min. to detect any change of colour. Violet colour indicated a positive reaction. No change in colour indicated a negative reaction (absence of ketones). All serum groups I, II and III were tested in this way.

Results

Results are presented in table I. It was observed that the velocity and intensity of colour formation were proportional to the putative ketone concentration present in the serum. In group I, the colour changed rapidly to intense violet within one minute. In group II, a faint colour was observed within two to three minutes, whereas in group III, no change was observed even after five minutes.

Discussion and Conclusion

Earlier studies with the "humoral" group of trypanosomes ascribed death of the host to a progressive and terminally fatal hypoglycaemia, caused by high carbohydrate consumption of the parasite (4). This may explain our findings of ketones in the serum of trypanosome infected camels. Ketone bodies are referred to as acetoacetate, β -OH-butyrate and acetone. Because nitroprusside does not react with β -OH-butyrate, the ketone bodies found could be either acetoacetate, acetone or both.

Despite the small number of urine samples taken from trypanosome-infected camels, we believe that the presence of ketones in the urine was due to the resultant increase in blood levels (1). The faint reaction observed in group II needs further investigation.

Thus, it could be concluded that ketone bodies are found in the serum of trypanosome infected camels and that the pungent odour of the urine could be attributed to their presence.

Acknowledgements

We are grateful for the assistance rendered by the staff of the Eastern State Veterinary Research Laboratory, Kassala. Thanks are due to Prime Under Secretary of Animal Resources for kind permission to publish this communication.

TABLE I Ketone test on sera and urines of normal and trypanosome infected camels in Kassala Eastern State-Sudan.

	Number of samples	Presence of trypanosomes in wet and thin smear	Trypanosomes in buffy coat	Serum mercuric chloride test	Presence of ketones
Serum					
I	50	+	+	+	XXXX
II	5	-	-	+	X
III	45	-	-	-	-
Urines	2	+	+	+	X

× indicates concentration of ketone bodies.

- : negative ; + : positive.

References

1. FINCO (D.R.). Kidney function. In : KANEKO (J.J.) (Ed). Clinical biochemistry of domestic animals. 3rd ed. San Diego, California, Academic Press, 1980. p. 373.
2. HUNTER (A.G.). Urine odour in a camel suffering from surra (*T. evansi* infection). *Trop. Anim. Hlth Prod.*, 1986, **18** : 146-148.
3. Manual of Veterinary Investigation Laboratory Techniques. 3rd ed. 1984, Vol. 2. p. 37-38. (reference Book 390, London)
4. SOULSBY (E.J.L.). Helminths, Arthropods and Protozoa of Domesticated Animals. 7th ed. London, Baillière Tindall, 1982. p. 524.

HUSSEIN (Kamal S.M.), GASMIR (Gundi S.). Presence of ketones in the serum of *Trypanosoma evansi* infected camels (*Camelus dromedarius*) in the Sudan. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 578-579

One hundred serum and two urine samples collected from camels (*Camelus dromedarius*) were analysed at the Eastern State Veterinary Research Laboratory, Kassala, Sudan, for the presence of ketones. All fifty sera from trypanosome infected camels gave positive results. Fourty five out of the fifty serum samples of trypanosome negative camels showed negative results. The five positive samples were also positive with the mercuric chloride test.

Key words : Dromedary - *Camelus dromedarius* - Trypanosomosis - *Trypanosoma evansi* - Ketone - Sera - The Sudan.

J.P. Dehoux^{1*}

Lutte contre *Glossina tachinoides* au Bénin. Utilisation particulière de piège-pneus imprégnés de deltaméthrine

DEHOUX (J.P.). Lutte contre *Glossina tachinoides* au Bénin. Utilisation particulière de piège-pneus imprégnés de deltaméthrine. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 581-589

Cette étude a été effectuée au nord-est du Bénin au cours des saisons sèches 1992 et 1993, avec pour but de comparer l'efficacité de deux types de leurres imprégnés de deltaméthrine (les piège-pneus d'Hanotier et les écrans de Laveissière), sur *Glossina tachinoides*, autour de retenues d'eau servant d'abreuvoirs à du bétail taurin. Les écrans se sont révélés rapidement très efficaces (80 à 100 p.100 de réduction des densités apparentes) tandis que l'utilisation des piège-pneus n'a pas permis de réduire significativement les populations de glossines.

Mots clés : *Glossina tachinoides* - Lutte anti-insecte - Écran - Piège - Insecticide - Deltaméthrine - Bénin.

INTRODUCTION

Le piégeage est une méthode de lutte contre les glossines déjà ancienne (1910) (24) mais toujours en plein développement. Après les premiers panneaux, les pièges et les écrans associés à des insecticides d'imprégnation sont utilisés régulièrement depuis 1976, avec une efficacité certaine (13, 16, 17, 19).

Le Projet de Développement de l'Élevage dans le Borgou-Est (PNUD/FAO BEN 88-012) a créé au sein de ses activités un volet consacré à la lutte anti-glossinaire, dans cette région à vocation d'élevage où se développent plusieurs opérations d'aménagement pastoral destinées à sédentariser les éleveurs Peuls et à accroître la productivité de leur cheptel. La tendance actuelle est d'utiliser des techniques simples et d'emploi facile pour les populations.

Cet article retrace le bilan de la lutte anti-glossinaire au cours des saisons sèches 1992 et 1993, sur deux sites aménagés en retenue d'eau, avec deux types de système attractif toxique (SAT), les piège-pneus d'Hanotier et les écrans de Laveissière.

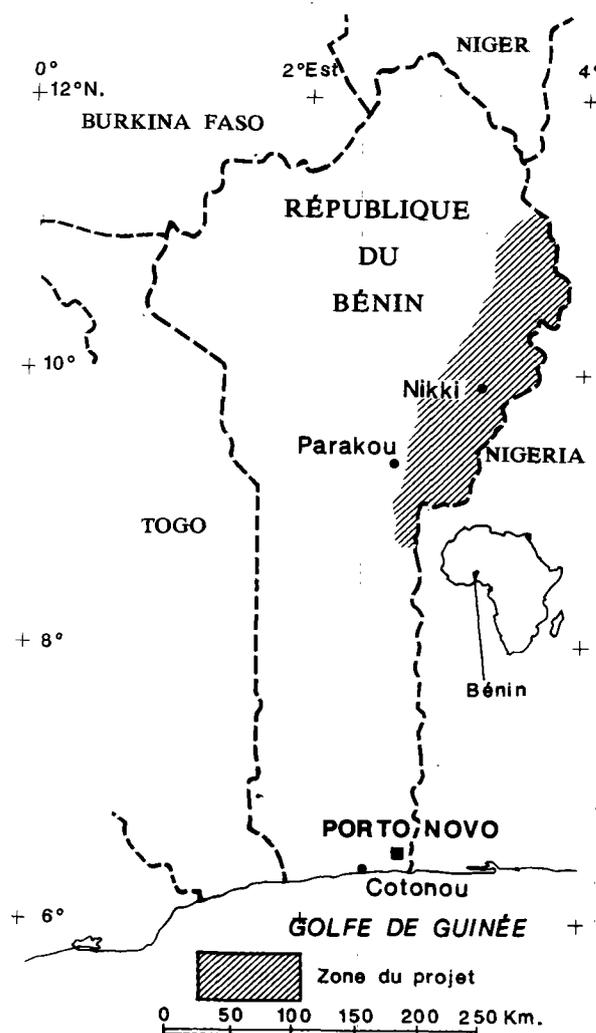
LE MILIEU NATUREL

Située au nord-est du Bénin, la région du projet appartient à la zone soudanienne (carte 1). Le climat com-

1. Projet de Développement de l'Élevage dans le Borgou-Est (PNUD/FAO BEN 88-012), BP 23, Parakou, Bénin.

* Adresse actuelle : 59, rue Grande, 5100 Wierde, Belgique.

Reçu le 16.11.1992, accepté le 12.1.1994.



Carte 1 : Localisation du projet.

prend deux saisons : l'une pluvieuse s'étend de mai à septembre, avec une pluviométrie annuelle moyenne de 1 000 à 1 200 mm (fig. 1), l'autre sèche couvre les mois d'octobre à avril. L'Harmattan, vent sec et froid, souffle de décembre à février. La végétation varie des forêts claires aux différents types de savanes entrecoupées de galeries forestières. Les essences dominantes sont constituées par *Mitragyna* sp., *Diospyros mespiliformis*, *Ficus* sp., *Kaya senegalensis* ...

J.P. Dehoux

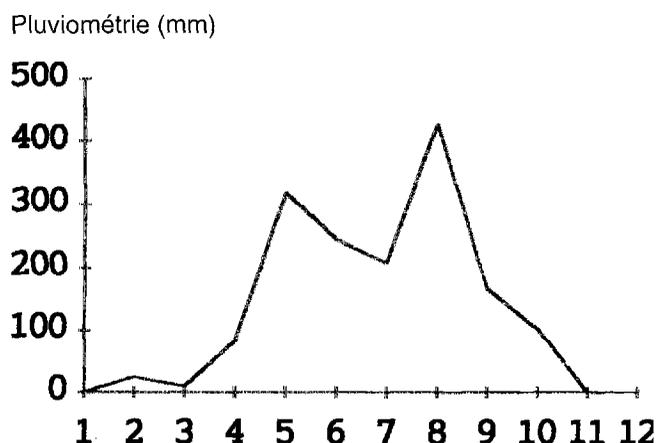
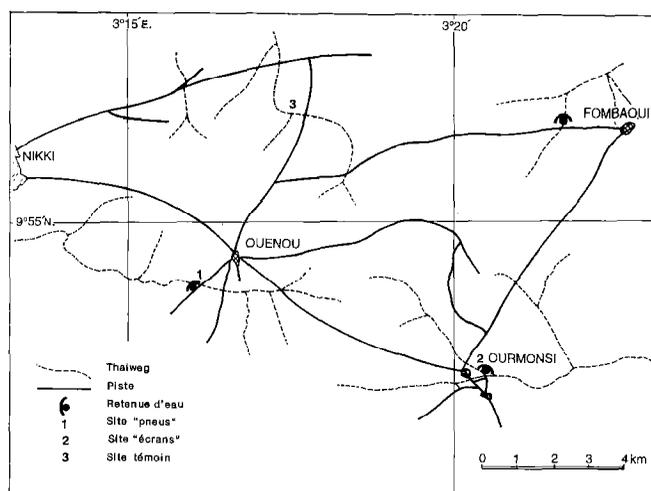


Figure 1 : Pluviométrie à Nikki en 1991 (source : bulletins agrométéorologiques. Cotonou, Ministère du Développement rural et de l'Action coopérative, 1991, n° 1-2).



Carte 2 : Localisation de la zone d'étude.

Cette région comprend environ 180 000 bovins et 140 000 petits ruminants. La race bovine dominante est le taurin Borgou, réputé trypanotolérant. Les petits ruminants sont de race Djallonké. Un vaste programme d'aménagement pastoral - hydraulique, parcelles fourragères, magasins d'intrants - est en cours de réalisation. Une enquête entomologique a révélé que la région est essentiellement infestée par *Glossina tachinoides* Westwood, 1850 (7).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les sites (carte 2)

Trois sites ont été choisis en raison de leur accessibilité et d'une densité glossinienne initiale plus élevée que

dans d'autres endroits (7). La végétation de ces trois sites est caractérisée par une forêt claire et des fourrés le long d'un cours d'eau tari en saison sèche. L'activité agricole est peu importante.

- Sur le premier site : "Ouénou", des piège-pneus d'Hanotier ont été placés sur une longueur totale de 2 km en suivant le cours d'eau tari et au pourtour de la retenue d'eau ;

- sur le deuxième site : "Ourmonsi", situé à 8 km du précédent, des écrans de Laveissière ont été installés au pourtour de la retenue d'eau et le long des fourrés ripicoles sur une distance de 1 km ;

- le troisième constitue le site "témoin" non piégé, distant des précédents de 6 à 8 km. Des mares importantes subsistent à cet endroit dans le lit du cours d'eau.

Les systèmes attractifs toxiques (SAT).

Deux types de SAT ont été installés : 150 piège-pneus d'Hanotier à Ouénou (3) et 50 écrans de Laveissière à Ourmonsi (16).

Les piège-pneus (figure 2)

Ce piège-pneu aurait été utilisé pour la première fois dans le parc national de la Kagera, au Rwanda, par HANOTIER (HARDOUIN, 1985, communication personnelle).

Un pneu usagé est coupé en deux ou trois parties égales selon le diamètre. Chaque face latérale centrale et externe est recouverte d'une couche de peinture bleue laissant aux extrémités deux bandes noires d'une largeur de 15 cm. Cette peinture bleue a été rajoutée par rapport aux modèles utilisés ailleurs (9). Chaque morceau de pneu est suspendu en son milieu par un fil de fer à une branche d'arbre. La hauteur du pneu par rapport au sol était de un mètre en 1992, conformément aux modèles utilisés dans la Kagera (BRANCKAERT, 1992, communication personnelle). En 1993, l'essai a porté sur une hauteur de 0,10 m.

A l'intérieur de la partie concave du pneu, au point de fixation du fil de fer, un amas de coton qui joue le rôle d'une éponge de la grosseur d'un poing a été fixé au fil. Avant la suspension à l'arbre, l'ensemble (pneu et coton) sera immergé au début de chaque période d'essai dans une solution de deltaméthrine en concentré émulsifiable à 5 p.100 pour obtenir 100 mg de substance active par piège-pneu. Le coton, absorbant mieux le produit, augmentera la teneur en deltaméthrine du piège. Aucune réimprégnation n'a été réalisée en cours d'expérimentation.

Les écrans de Laveissière (figure 3)

Les écrans sont inspirés du modèle décrit par LAVESIÈRE *et al.* (15, 16).

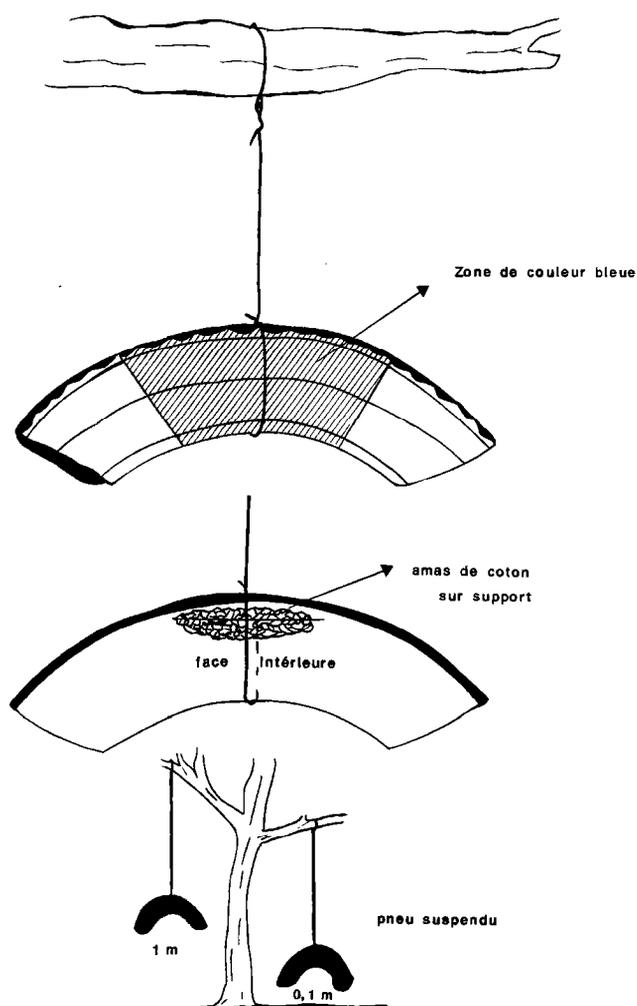


Figure 2 : Détails de construction d'un piège-pneu.

Cet écran de 1 m sur 1,10 m est constitué d'une surface bleue attractive flanquée de deux bandes noires interceptrices, dans un rapport 1/2/1. Les parties noires et une partie du tissu bleu, en bordure, sont imprégnées de deltaméthrine à raison de 150 mg de substance par écran suivant les mêmes indications que pour le piège-pneu. L'écran est suspendu par une potence en fer à béton, sa partie inférieure est à 10 cm du sol. La partie bleue a été incisée en deux ou trois endroits afin de limiter les risques de vol (3). L'efficacité de la technique de lutte est appréciée selon la réduction de densité (12) :

- en pourcentage de réduction de la DAP (densité apparente par piège et par jour, exprimant le nombre de glosines capturées par jour et par piège) par rapport à la DAP avant la lutte

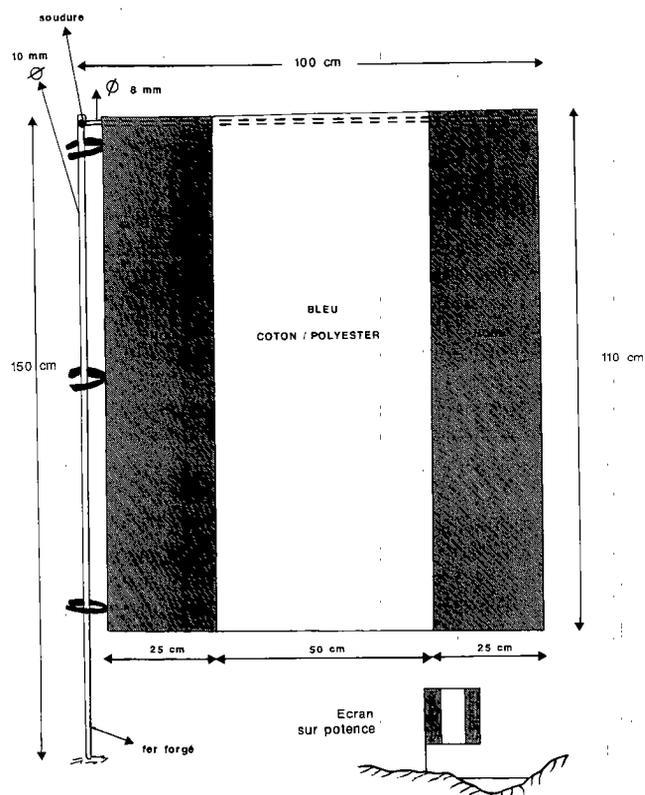


Figure 3 : Détails de construction d'un écran de Laveissière.

$$\frac{\text{DAP avant la lutte} - \text{DAP après la lutte}}{\text{DAP avant la lutte}} \times 100$$

- en pourcentage corrigé de réduction de la DAP par quinzaine par rapport à la DAP du site témoin

$$\frac{\text{DAP site témoin} - \text{DAP site traité}}{\text{DAP site témoin}} \times 100$$

Suivi parasitologique

Pour diverses raisons pratiques et techniques, ce suivi n'a eu lieu qu'en 1993 et sur quatre troupeaux bovins sédentaires d'un effectif moyen de 40 animaux. Un troupeau s'abreuvait à la retenue d'eau de Ouénou, un autre à celle d'Ourmonsi et les deux derniers à la retenue d'eau de Fombaoui (carte 2). La prévalence trypanosomienne des troupeaux a été évaluée avant piégeage, en janvier 1993 et quatre mois plus tard, en mai 1993. Les animaux positifs au début de l'observation ont été traités

J.P. Dehoux

à l'acéturate de diminazène (3,5 mg/kg). La recherche des trypanosomes a été faite par la méthode de microcentrifugation (21).

Enquête préliminaire

Durant l'année 1991, une enquête entomologique et parasitologique a été réalisée dans la région du projet (7). Cette enquête montrait que les sites ne comportaient que *G. tachinoides*, avec une densité apparente (nombre de glossines capturées par piège et par jour) en saison sèche de $1,3 \pm 0,3$ à Ouénou et de $1,8 \pm 0,5$ à Ourmonsi. Durant les mois pluvieux, cette densité chutait respectivement à $0,1 \pm 0,1$ et à $0,2 \pm 0,2$, en raison de la dispersion des mouches. D'autres enquêtes ont mis en évidence la présence de *G. palpalis gambiensis* et de *G. morsitans submorsitans* dans la région nord du projet (2, 10).

La prévalence trypanosomienne du bétail Borgou était de $22,9 \pm 5,0$ p.100 de positifs, après examen de prélèvements de sang par la méthode de microcentrifugation (21). Ces résultats confirment les prévalences de 24,0 et de 22,5 p.100 observées lors d'autres enquêtes parasitologiques (2, 10).

Un indice Bérénil de 0,5 et de 0,8 a été calculé à Ouénou et à Ourmonsi selon la méthode de BOYT (1). Cette enquête a montré que l'époque la plus favorable à la mise en place des SAT se situe en saison sèche et plus particulièrement de janvier à avril. En dehors de cette période, l'utilisation des pièges devient techniquement difficile : feux de brousse, sites inaccessibles, grande dispersion des glossines, pousse de la végétation, lavage de l'insecticide par les pluies. De plus, durant la saison sèche et chaude, la durée de pupaison diminue favorisant une éclosion importante et un contact glossines-leurreurs (14, 19).

Campagnes de lutte

Les campagnes de lutte ont eu lieu de janvier à mai en 1992 et en 1993. En janvier de chaque année, 150 pièges-pneus et 50 écrans imprégnés de deltaméthrine ont été installés respectivement sur les 2 sites. Un espacement de 30 à 50 mètres séparait chaque SAT. Les écrans et les pneus ont été ensuite tous retirés après chaque campagne de lutte, vers la fin du mois de mai.

Avant la pose des SAT, deux suivis entomologiques étaient réalisés au moyen de six pièges biconiques de capture de type Challier-Laveissière. Ces pièges étaient laissés sur les trois sites durant trois jours avec contrôle et collecte des tsé-tsé le matin et le soir. Les trois sites ont été comparés et, à partir des relevés bihebdomadaires, des densités apparentes ont été établies (12).

RÉSULTATS

Évolution des densités apparentes

Les résultats concernant les densités apparentes sont repris dans les tableaux I et II et les figures 4 et 5. Outre

Densité apparente

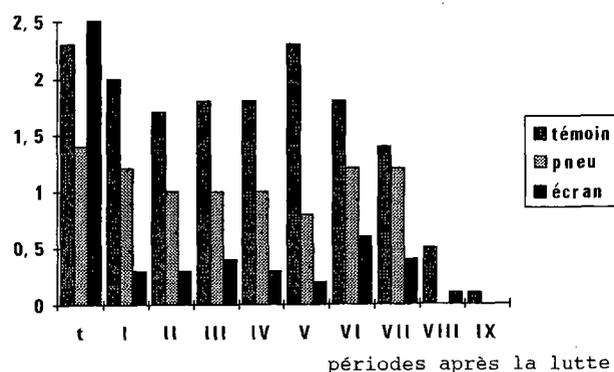


Figure 4 : Évolution de la densité apparente de la population de *Glossina tachinoides* après la pose des pneus et des écrans en 1992.

densité apparente

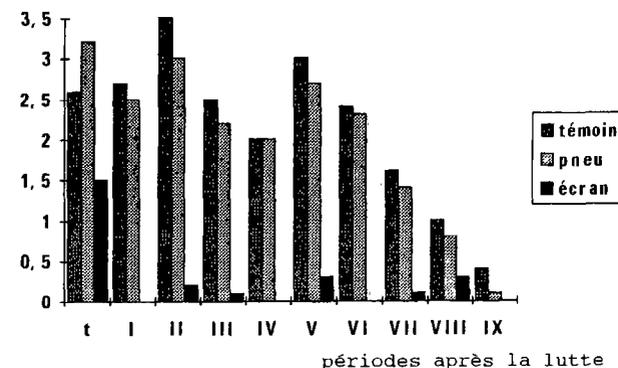


Figure 5 : Évolution de la densité apparente de la population de *Glossina tachinoides* après la pose des pneus et des écrans en 1993.

les relevés préliminaires (avant la pose des systèmes attractifs toxiques), neuf relevés ont été effectués jusqu'aux premières pluies. Les densités apparentes (DAP) sont exprimées dans les trois sites en nombre de mouches capturées par piège et par jour.

Piège-pneus

1992

Avant la pose des pièges, la DAP était de 1,4 dans la zone piégée et de 2,3 dans la zone témoin. Quinze jours après le début de la lutte, la DAP passait de 1,4 à 1,2, soit une diminution de 14,2 p.100 seulement. En zone témoin, la DAP chute également de 13,0 p.100. Entre le 15e et le 75e jour, la DAP oscille entre 0,8 et 1,0, ce qui représente une diminution de 14,2 à 42,8 p.100. Dans le même temps, la population de la zone témoin fluctue entre 1,7 et 2,3, soit une réduction de 0 à 26,0 p.100.

TABLEAU I Bilan récapitulatif des densités apparentes de *G. tachinoides*, de janvier à mai 1992.

Période	Site	DAP	Pourcentage de réduction	Pourcentage de réduction corrigée
t Avant T	t	2,3	—	—
	pneu	1,4	—	—
	écran	2,5	—	—
I 15 janvier (T + 15 jours)	t	2,0	13,0	—
	pneu	1,2	14,2	40,0
	écran	0,3	88,0	85,0
II 31 janvier (T + 31 jours)	t	1,7	26,0	—
	pneu	1,0	28,5	41,1
	écran	0,3	88,0	82,3
III 15 février (T + 46 jours)	t	1,8	21,7	—
	pneu	1,0	28,5	44,4
	écran	0,4	84,0	77,7
IV 29 février (T + 60 jours)	t	1,8	21,7	—
	pneu	1,0	28,5	44,4
	écran	0,3	88,0	83,3
V 15 mars (T + 75 jours)	t	2,3	0	—
	pneu	0,8	42,8	65,2
	écran	0,2	92,0	91,3
VI 31 mars (T + 91 jours)	t	1,8	21,7	—
	pneu	1,2	14,2	33,3
	écran	0,6	76,6	66,6
VII 15 avril (T + 106 jours)	t	1,4	39,1	—
	pneu	1,2	14,2	14,2
	écran	0,4	84,0	71,4
VIII 30 avril* (T + 121 jours)	t	0,5	78,2	—
	pneu	0	100	100
	écran	0,1	96,0	80,0
IX 15 mai (T + 136 jours)	t	0,1	95,6	—
	pneu	0	100	100
	écran	0	100	100

DAP : densité apparente par piège et par jour ; T : traitement ; t : témoin.

Après cette période, la DAP augmente de 0,8 à 1,2 pour chuter spectaculairement jusqu'à la fin de l'expérimentation à un pourcentage de réduction de 100. La DAP de la zone témoin connaît une évolution semblable ; de 2,3, elle chute à 0,1 en fin d'essai. Jusqu'au 106e jour de l'expérimentation, le pourcentage de réduction corrigé est relativement peu élevé (entre 14,2 et 65,2 p.100), ce qui veut dire que la DAP du site piégé représente entre 34,8 et 85,8 p.100 de la zone témoin. Par contre, ce pourcentage de réduction corrigé s'élève à 100 p.100

lors du dernier relevé alors que l'on assiste à une chute de la DAP dans les deux sites.

Ces résultats montrent une réduction significative des DAP en fin d'essai dans les deux sites (de 24,4 à 100 p.100 dans le site traité et de 20,4 à 95,6 p.100 sur le site témoin). Elle est due à un facteur "saison" ($t=4$ à 1 p.100). L'évolution des DAP corrigées ne nous permet pas de conclure à une efficacité des pneus aboutissant à une diminution des populations de glossines ; le facteur "piège" est significativement négatif à 1 p.100 ($t=2,7$) (25).

TABLEAU II Bilan récapitulatif des densités apparentes de *G. tachinoides*, de janvier à mai 1993.

Période	Site	DAP	Pourcentage de réduction	Pourcentage de réduction corrigée
t Avant T	t pneu écran	2,6 3,2 1,5	— — —	— — —
I 15 janvier (T + 15 jours)	t pneu écran	2,7 2,5 0	+ 3,8 21,8 100	— 7,4 100
II 31 janvier (T + 31 jours)	t pneu écran	3,5 3,0 0,2	+ 34,6 6,2 86,6	— 14,2 94,2
III 15 février (T + 46 jours)	t pneu écran	2,5 2,2 0,1	3,8 31,2 93,3	— 12,0 96,0
IV 28 février (T + 59 jours)	t pneu écran	2,0 2,0 0	23,0 37,5 100	— 0 100
V 15 mars (T + 74 jours)	t pneu écran	3,0 2,7 0,3	+ 15,3 15,6 80,0	— 10,0 90,0
VI 31 mars (T + 90 jours)	t pneu écran	2,4 2,3 0	7,6 28,1 100	— 4,1 100
VII 15 avril* (T + 105 jours)	t pneu écran	1,6 1,4 0,1	38,4 56,2 93,3	— 12,5 93,7
VIII 30 avril (T + 120 jours)	t pneu écran	1,0 0,8 0,3	61,5 75,0 80,0	— 20,0 70,0
IX 15 mai (T + 135 jours)	t pneu écran	0,4 0,1 0	84,6 96,8 100	— 75,0 100

* Reprise des pluies. DAP : densité apparente par piège et par jour ; T : traitement ; t : témoin.

1993

Avant la pose des pneus, la DAP du site est de 3,2 pour une DAP de 2,6 dans le site témoin. Quinze jours après le traitement, la DAP du site traité chute de 21,8 p.100 tandis que la DAP du site témoin augmente légèrement de 3,8 p.100. Du 15e jour à la fin de l'expérimentation, les DAP des deux sites oscillent de la même manière : entre 2,0 et 3,0 pour le site piégé et entre 2,0 et 3,5 pour le site témoin jusqu'au 74e jour et lors des derniers relevés, jusqu'à une DAP de 0,1 et 0,4. Le pourcentage de

réduction corrigé est peu élevé, il fluctue entre 0 et 20 p.100 pour atteindre 75,0 p.100 en fin d'essai.

Les mêmes observations sont constatées, à savoir un effet "saison" significatif à 1 p.100 ($t = 5,1$) et un effet "piège" non significatif à 5 p.100 ($t = 0,42$).

Ecrans

1992

Avant traitement, la DAP du site piégé est de 2,5 ; après 15 jours, elle chute à 0,3, ce qui représente une réduction

de 88,0 p. 100. Ensuite, elle oscille entre 0,2 et 0,4 pour augmenter légèrement après le 75^e jour à 0,6, et chuter à 0 en fin d'essai.

La DAP de la zone témoin fluctue entre 1,4 et 2,3 et chute spectaculairement en fin d'expérimentation à 0,1.

Le pourcentage de réduction corrigé est élevé : 85,0 p.100 après 15 jours, 91,3 p.100 après 75 jours et 80,0 p.100 après 120 jours. En fin d'expérimentation, ce pourcentage est de 100.

La réduction dans la zone traitée est bien le fait des pièges auxquels s'ajoute une diminution naturelle des populations des glossines comme c'est le cas dans la zone témoin. A 1 p.100, les effets "piège" ($t = 3,5$) et "saison" ($t = 4$) sont significatifs.

1993

La DAP des sites piégé et témoin est respectivement de 1,5 et de 2,6 avant traitement. Après 15 jours, la DAP du site piégé chute à 0, soit une réduction de 100 p.100. Jusqu'à la fin de l'expérimentation, cette DAP oscillera entre 0 et 0,3 tandis que la DAP du site témoin fluctue entre 2,0 et 3,5 pour chuter à 1,0 et 0,4 en fin d'expérimentation.

Le pourcentage de réduction corrigé est très élevé : 100 p.100 après 15 jours, 90 p.100 après 74 jours et 93,3 p.100 après 105 jours.

En conséquence, la réduction des populations de glossines observée dans le site piégé est due à l'action des écrans ($t=6,4$ à 1 p.100) à laquelle s'ajoutent les conditions climatiques sévères de la saison sèche ($t = 5,1$ à 1 p.100) (25).

Évolution de la prévalence trypanosomienne et de l'index Bérénil des troupeaux bovins

Les résultats sont repris dans le tableau III. Dans les zones traitées, seul le troupeau s'abreuvant à la retenue d'eau protégée par les écrans a un taux d'infection trypanosomienne en baisse, qui est passé de 25,8 p.100 en janvier 1993 (début d'expérimentation) à 16,0 p.100 en mai 1993, soit un pourcentage de réduction de 37,9 p.100 seulement. En revanche, la prévalence s'est accrue de 26,7 p.100 dans le troupeau protégé par les "pneus" et de 21,3 et 38,2 p.100 pour les troupeaux témoins. L'analyse de la variance pour la prévalence trypanosomienne n'a montré aucune différence significative pour les facteurs "troupeau" ($f = 1,48$) et "période" ($f = 0,17$) à 5 p.100 (25).

Aucune différence significative (à 5 p.100) n'a été observée pour les index Bérénil entre les troupeaux témoins et protégés ($t=0,28$) et par rapport à l'enquête préliminaire ($t = 0,20$).

TABLEAU III Prévalence trypanosomienne et index Bérénil des troupeaux.

Troupeaux	n	Prévalence trypanosomienne		IB
		janvier 1993	mai 1993	
Témoin	41	20,6	25,0	0,6
Témoin	37	22,2	30,7	0,8
« Pneus »	43	13,1	16,6	0,4
« Ecrans »	56	25,8	16,0	0,4

IB : index Bérénil.

DISCUSSION

Les écrans imprégnés d'insecticide constituent un moyen maintenant unanimement reconnu pour réduire la densité des glossines riveraines (3, 12, 13, 16, 17, 19). Par contre, les piège-pneus n'ont pas montré de réelle efficacité à l'égard de *Glossina tachinoides*. La décroissance de densité apparente de *G. tachinoides* apparaît, en moyenne, assez proche de celle obtenue dans d'autres pays, en utilisant des écrans imprégnés d'insecticide : 99,6 p.100 en deux mois en Côte-d'Ivoire (13) ; 92,5 p.100 en une saison sèche au Burkina Faso (19) ; 92,0 p.100 en deux mois en Côte-d'Ivoire (8).

Les piège-pneus sont utilisés contre *G. pallidipes* et *G. morsitans* dans le parc de l'Akagera, au Rwanda. Des résultats auraient été obtenus mais une confirmation basée sur un contrôle précis n'a pas été faite (3, 9). L'application de ces méthodes suscite un certain nombre de réflexions.

La couleur des SAT joue un rôle important dans l'attractivité et l'interception ; les écrans de couleur bleue et noire sont plus efficaces que les écrans d'une autre couleur vis-à-vis de *G. palpalis* et de *G. tachinoides* (16, 19, 20). C'est la raison pour laquelle on a peint les pneus en bleu. Cette couleur attire les mouches qui vont ensuite se poser sur le support de couleur noire (3, 20).

La taille et le mouvement d'un SAT comportent un grand intérêt, or, les pneus coupés sont de petite taille et tranchent mal sur la végétation environnante. De plus, les pneus sont assez lourds et bougent très peu sur leur axe. Cependant, d'après LAVEISSIERE et COURET (13), *G. tachinoides* réagirait plus à des leurres inanimés qu'à des objets en mouvement.

La persistance de l'insecticide est un point important pour ce type de lutte (24). Si la dose et la rémanence de la deltaméthrine sont relativement bien connues pour les écrans (4), il n'en est pas de même pour les pneus ; le caoutchouc n'a sûrement pas le même pouvoir absorbant que le tissu et en immergeant le pneu dans la solution, il reste difficile de définir la quantité de produit qui subsiste

J.P. Dehoux

sur le piège-pneu. On a essayé d'améliorer le support insecticide en plaçant un amas de coton. Enfin, il reste à définir si le contact de la mouche avec le pneu est aussi intime que celui avec le tissu (15).

La répartition des SAT de part et d'autre de la retenue d'eau et le long du cours d'eau en amont et en aval répond à la nature de la végétation. L'espacement entre les pneus et la hauteur de leur fixation doivent être mieux définis. Certains biotopes nécessitent un plus grand nombre de SAT par unité de surface (5). Aucune différence significative n'a été observée quant à la réduction de DAP dans le site piégé avec des pneus fixés à 1 m ou à 10 cm au dessus du sol, alors que d'après LAVEISSIERE et COURET (12), le rendement d'un leurre est d'autant plus important qu'il est situé plus près du sol (à moins de 10 cm).

Que ce soit durant l'enquête préliminaire ou lors des deux campagnes d'expérimentation, on a constaté une diminution naturelle des densités apparentes des populations de glossines dès la reprise des pluies. Une saison sèche et chaude assez longue est hostile aux populations de glossines. Dès la reprise des pluies, une dispersion linéaire et radiale entraîne les glossines en dehors des sites piégés et de leur biotope d'origine (5). Un réseau plus dense de pièges de capture aurait mis en évidence cette plus grande dispersion des mouches. Un système de protection par des barrières permettrait d'éviter de perdre le gain acquis après une saison sèche d'application d'écrans contre *G. tachinoides* (4, 8, 12, 19).

Le sondage concernant l'évolution de la prévalence trypanosomienne n'est pas significatif car il est trop succinct. La diminution de la prévalence dans la zone traitée par les écrans devra être confirmée sur un plus vaste échantillon. MAWUENA et YACNAMBE (18) ont obtenu une réduction du taux d'infection trypanosomienne de 88,1 p.100 au bout d'un an avec des écrans et des pièges biconiques. A long terme, une amélioration de la productivité des troupeaux doit être obtenue.

CONCLUSION

Compte tenu des résultats obtenus au cours de ces deux essais, l'utilisation des piège-pneus n'est pas une méthode de lutte à préconiser contre les glossines ripicoles. Par contre, l'utilisation des écrans a permis de réduire rapidement et significativement la population de tsé-tsé dans le site étudié. La rémanence de la deltaméthrine sur le pneu (faces externe et interne) fait l'objet d'une étude qui devrait être publiée ultérieurement.

La zone du projet se prête bien à la lutte antivectorielle mettant en œuvre des écrans. L'espèce de glossine et le faible nombre de points d'abreuvement en saison sèche sont des atouts dans un tel programme. Des barrières de protection plus faciles à contrôler en saison des pluies doivent être installées pour compléter la méthode de lutte afin d'éviter de perdre le gain acquis en saison sèche.

BIBLIOGRAPHIE

- BOYT (W.P.). Guide pratique pour le diagnostic, le traitement et la prévention de la trypanosomose animale africaine. Rome, FAO, 1986. 291 p.
- CODJIA (V.). Prospection entomologique et étude de l'incidence de la trypanosomose animale africaine et autres hématoparasitoses du bétail dans les districts de Nikki, Kalale et Segbana. Bénin, Ministère du Développement Rural et de l'Action Coopérative, Direction de l'Elevage et des Industries Animales, juin 1989.
- CUISANCE (D.). Le piégeage des tsé-tsé. Maisons-Alfort, IEMVT, 1989. 172 p. (Etudes et Synthèses de l'I.E.M.V.T., n°32)
- CUISANCE (D.), POLITZAR (H.). Etude sur l'efficacité contre *Glossina palpalis gambiensis* et *Glossina tachinoides* de barrières constituées d'écrans et de pièges biconiques imprégnés de D.D.T., de Deltaméthrine ou de Dieldrine. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1983, **36** (2) : 159-168.
- CUISANCE (D.), FEVRIER (J.), DEJARDIN (J.), FILLEDIER (J.). Dispersion linéaire de *Glossina palpalis gambiensis* et de *Glossina tachinoides* dans une galerie forestière en zone soudano-guinéenne (Burkina Faso). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1985, **38** (2) : 153-172.
- CUISANCE (D.), CAILTON (P.), KOTA-GUINZA (A.), NDOKOUE (F.), POUNEKROZOU (E.), DEMBA (D.). Lutte contre *Glossina fuscipes fuscipes* par piégeage chez les éleveurs MBororo de République Centrafricaine. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (1) : 81-89.
- DEHOUX (J.P.). Contributions à l'étude de la trypanosomose bovine africaine au nord-est du Bénin. Service de Zootechnie et de Santé Animale. Rapport n°3. Projet de Développement de l'Elevage dans le Borgou-Est (PNUD/FAO BEN 88-012). Parakou, Ministère du Développement Rural, République du Bénin, mai 1992.
- DOUATI (A.), KUPPER (W.), KOTIA (K.), BADOU (K.). Contrôle des glossines (*Glossina* : *Diptera, Muscidae*) à l'aide d'écrans et de pièges (méthodes statiques) : bilan de deux années de lutte à Sirasso, dans le nord de la Côte-d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1986, **39** (2) : 213-219.
- GEERTS (S.). Contrôle des glossines dans le bassin de la Kagera. *Tropicultura*, 1986, **4** (1) : 29-30.
- GNAHO (L.). De l'étude de l'incidence de la trypanosomose animale africaine et d'autres hématoparasitoses du bétail dans les districts de Nikki, Kalale et Segbana. Cotonou, Bénin, Ministère du Développement Rural, Direction de l'Elevage et des Industries animales, août 1991.
- KUPPER (W.). Lutte contre la tsé-tsé au moyen de pièges biconiques imprégnés d'insecticide : résultats de cinq campagnes consécutives en Côte-d'Ivoire. In : Compte rendu de réunion sur la production animale dans les régions d'Afrique infestées par les glossines, Nairobi (Kenya), 23-27 novembre 1987. Nairobi, ILRAD/CIPEA, 1988. p. 70-77.
- LAVEISSIERE (C.), COURET (D.). Lutte contre les glossines riveraines à l'aide de pièges biconiques imprégnés d'insecticide en zone de savane humide. 2. Résultats quantitatifs obtenus lors des premiers essais. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, 1980, **XVIII** (3) : 209-221.
- LAVEISSIERE (C.), COURET (D.). Essai de lutte contre les glossines riveraines à l'aide d'écrans imprégnés d'insecticide. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, 1981, **XIX** (4) : 271-283.
- LAVEISSIERE (C.), KIENON (J.P.), TRAORE (T.). Ecologie de *Glossina tachinoides* Westwood, 1850, en savane humide d'Afrique de l'Ouest. X. Durée du stade pupal. Importance de ce paramètre dans la dynamique des populations. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, 1984, **XXII** (3) : 219-230.
- LAVEISSIERE (C.), COURET (D.), MANNO (A.). Importance de la nature des tissus dans la lutte par piégeage contre les glossines. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, 1987, **XXV** (3-4) : 133-143.

16. LAVEISSIERE (C.), COURET (D.), GREBAUT (P.). Recherche sur les écrans pour la lutte contre les glossines en région forestière de Côte-d'Ivoire. Mise au point d'un nouvel écran. *Cah. ORSTOM, Sér. Ent. méd. Parasitol.*, 1987, **XXV** (3-4) : 145-164.

17. LAVEISSIERE (C.), EOUZAN (J.P.), GREBAUT (P.), LEMASSON (J.J.). The control of riverine tsetse. *Insect Sci. Applic.*, 1990, **11** (3) : 427-441.

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

19. MEROT (P.), POLITZAR (H.), TAMBOURA (I.), CUISANCE (D.). Résultats d'une campagne de lutte contre les glossines riveraines en Burkina par l'emploi d'écrans imprégnés de Deltaméthrine. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1984, **37** (2) : 175-184.

20. MEROT (P.), FILLEDIER (J.). Résultats de recherche sur les écrans pour la lutte contre *Glossina tachinoides* en zone de savane soudano-guinéenne (Burkina Faso). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1989, **42** (4) : 545-550.

DEHOUX (J.P.). Control of *Glossina tachinoides* in Benin using deltamethrine impregnated tyre-traps. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 581-589

Two models of deltamethrine impregnated targets - Hanotier's tyre-trap and Laveissière's screen - were tested during the 1992 and 1993 dry seasons in Northern Benin to study their efficacy in the control of *Glossina tachinoides*. The screens were rapidly very effective (a decline of flies from 80 to 100 % was observed) whereas the use of tyre-traps did not lead to a significant reduction of *Glossina* density.

Key words : *Glossina tachinoides* - Insect control - Screen - Trap - Insecticide - Deltamethrine - Benin.

21. MURRAY (M.), TRAIL (J.C.M.), TURNER (D.A.), WISSOCQ (Y.). Production animale et Trypanotolérance. Manuel de formation pour les activités de réseau. Addis-Abeba, CIPEA, mai 1983.

22. NOIREAU (F.), OKAMBA-OSSEKE (F.), GOUTEUX (J.P.). Impact immédiat d'une lutte antivectorielle par piégeage sur l'enzootie de trypanosomose au Sud-Congo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (1) : 93-96.

23. POLLOCK (J.N.). Manuel de lutte contre la mouche tsé-tsé. 3 volumes. Rome, FAO, s.d.

24. SCHOENEFELD (A.). Essai de lutte contre *Glossina morsitans submorsitans* par l'utilisation d'écrans imprégnés de deltaméthrine. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1983, **36** (1) : 33-43.

25. SCHWARTZ (D.). Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 3e éd. Paris, Flammarion Médecine-Sciences, 1969.

DEHOUX (J.P.). Control de la *Glossina tachinoides* en Benin. Uso particular de neumáticos-trampa impregnados de deltametrina. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 581-589

El presente estudio se efectuó al noreste de Benin, durante las estaciones secas de 1992 y de 1993. El objetivo fue el de comparar la eficacia de dos tipos de señuelos impregnados con deltametrina (neumáticos-trampa de Hanotier y pantallas de Laveissière), sobre la *Glossina tachinoides*, alrededor de los reservorios de agua utilizados como abrevaderos para el ganado vacuno. Las pantallas demostraron rápidamente su eficiencia (80 p. 100 de disminución en las densidades aparentes), mientras que el uso de neumáticos-trampa no permitió una reducción significativa de las poblaciones de glosinas.

Palabras claves : *Glossina tachinoides* - Lucha contra los insectos - Pantalla - Trampa - Insecticida - Deltametrina - Benin.

F.A. Abiola¹
 Th. Alogninouwa¹
 L. El Bahri²
 M. Ali²
 Kaboret¹
 B. Fayomi³

Étude expérimentale de l'intoxication des caprins par *Pergularia tomentosa* L.

ABIOLA (F.A.), ALOGNINOUBA (Th.), EL BAHRI (L.), ALI (M.), KABORET, FAYOMI (B.). Etude expérimentale de l'intoxication des caprins par *Pergularia tomentosa* L. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 591-595

L'intoxication des ruminants par *Pergularia tomentosa* L. est souvent observée au Niger. Cette plante utilisée par les éleveurs pour le tannage végétal des peaux a été expérimentée chez des caprins. Les symptômes et les lésions obtenus d'une part et les résultats d'analyses chimiques d'autre part, suggèrent que *P. tomentosa* L. contient des tanins. En outre, la présence de principes ayant des effets sur le cœur est probable.

Mots clés : Caprin - Intoxication - Plante toxique - *Pergularia tomentosa* - Tannin - Niger.

INTRODUCTION

Les intoxications du bétail par ingestion des plantes toxiques sont périodiquement évoquées par les éleveurs et mentionnées dans les rapports des services d'élevage de différents pays africains. Elles s'amplifient de plus en plus avec les sécheresses persistantes. Au cours du mois d'août 1987, des mortalités massives ont été constatées chez des petits ruminants dans le Centre pastoral de Yougoum (arrondissement de Gouré) au Niger. Les symptômes et les lésions observés ont amené les éleveurs de cette région à suspecter l'intoxication des animaux par l'ingestion d'une plante, *Pergularia tomentosa* L. En effet, selon les éleveurs nigériens, cette plante est réputée être toxique pour les animaux sans que, d'une part sa responsabilité soit affirmée avec certitude et, d'autre part que les signes cliniques soient vraiment bien connus. Les objectifs de ce travail découlent donc de ce constat.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La plante

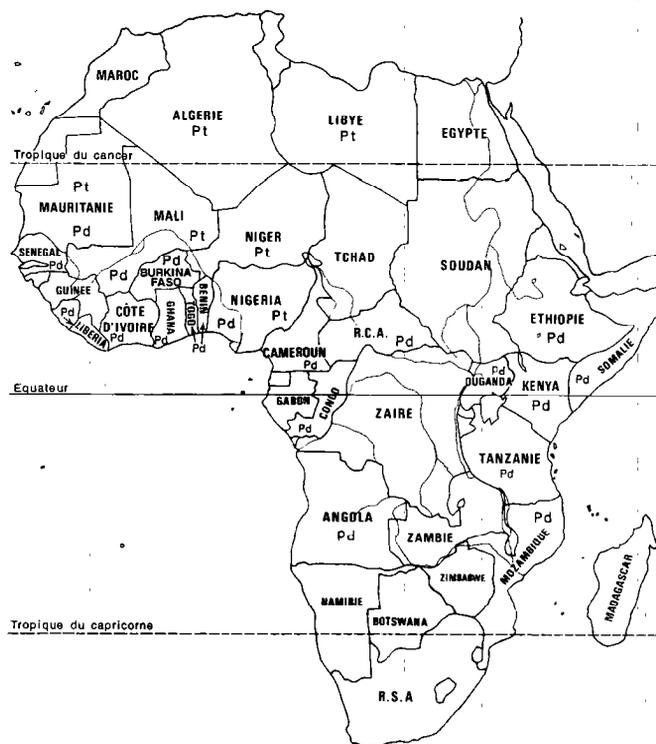
La plante utilisée est *Pergularia tomentosa* L. Elle appartient à la famille des *Asclepiadaceae*. C'est une plante annuelle grimpante qui pousse sur les sols généralement sableux sahéliens. On la rencontre depuis le Nord Nigé-

ria jusqu'au Maghreb (carte 1). Dans les pays sahéliens, cette plante reste verte toute l'année ; ainsi, pendant les périodes où les espèces fourragères sont rares, elle expose le bétail à des intoxications (1). Habituellement, elle est non appétable par les animaux.

Les plantes ont été récoltées dans la banlieue de Niamey au Niger et sont acheminées le même jour à Dakar. Elles sont pesées et réparties en sachets de 10 grammes puis conservées en congélation à - 30° C.

Les animaux d'expérience

L'expérience a porté sur quatre (n= 4) chèvres de race Sahélienne, âgées de 6 à 10 mois et pesant en moyenne 10,2 kg. Les animaux sont maintenus en enclos et nourris avec de la fane d'arachide. L'eau est distribuée à volonté.



Carte 1 : Répartition géographique de *Pergularia* (Pt : *Pergularia tomentosa* L. ; Pd : *Pergularia daemia* (Fork) Chiov).

1. Laboratoire de toxicologie, Ecole inter-Etats des sciences et médecine vétérinaires (EISMV), BP 5077, Dakar, Sénégal.

2. Ecole nationale vétérinaire de Sidi Thabet, Tunisie.

3. Faculté des sciences de la santé, UNB, Cotonou, Bénin.

Reçu le 6.12.1989, accepté le 14.9.1993.

Méthodes

Préparation du macéré

Les plantes sont décongelées pendant 10 à 15 minutes. Deux cents grammes sont pilés, puis macérés en les trempant toute la nuit dans 4 litres d'eau. Le macéré est filtré avant utilisation. Le volume donné de macéré est placé dans une bouteille et administré de force par voie orale à l'animal.

Plan expérimental

Formation des lots et intoxication

Les animaux sont répartis au hasard en deux lots de deux :

Les animaux du lot I (boucs 1 et 2) sont intoxiqués de manière aiguë ; chaque animal reçoit une dose unique de 300 ml de macéré, soit 15 grammes de plantes fraîches.

Ceux du lot II (boucs 3 et 4) sont subchroniquement intoxiqués avec 10 ml de macéré par animal et par jour pendant 20 jours ; puis la dose est augmentée à 100 ml jusqu'à l'apparition des premiers symptômes.

Examen clinique

Les animaux du lot I sont observés toutes les cinq minutes après l'administration du macéré, puis examinés toutes les trois heures après l'apparition des premiers symptômes. Les animaux du lot II sont examinés une fois par jour jusqu'à leur mort. Les paramètres cliniques sont obtenus à l'aide des techniques classiques d'examen clinique, par l'utilisation d'un thermomètre et d'un stéthoscope.

Analyse biochimique

L'analyse biochimique a concerné uniquement les animaux du lot II. Le sang veineux jugulaire est récolté tous les matins à 9 h dans des tubes venoject sans anticoagulant. Après une centrifugation à 3 500 tours/minute pendant 10 minutes, le sérum est récupéré et analysé immédiatement ou conservé à -40°C. Les taux sériques de calcium, de phosphore, de magnésium et d'urée ont été mesurés à l'aide d'un spectrophotomètre VARIAN-DMV-80 UV. Chaque animal est considéré comme son propre témoin à J₀.

Examen anatomopathologique

Les animaux morts sont immédiatement autopsiés. Divers organes altérés sont prélevés et fixés dans le formol à 10 p. 100 ou dans le liquide de Bouin, en vue de l'examen histologique classique utilisant la coloration de l'hémalun-éosine-safran.

Analyse chimique

La toxicité de la plante *Pergularia tomentosa* L. a été attribuée à l'absorption dans le tube digestif des tanins

qu'elle contient. Ils peuvent provoquer une intoxication grave chez les ruminants, lorsqu'ils sont ingérés en grande quantité ou de façon répétée (6). Ils ont été recherchés dans la plante toxique à partir d'un infusé à 10 p. 100 et dans le sérum et l'urine des animaux intoxiqués. Des réactions colorées à l'acide phosphotungstique, la réaction au chlorure ferrique et la chromatographie sur papier ont été retenues.

RÉSULTATS

Les résultats cliniques et nécropsiques

Lot I

Chez les animaux intoxiqués de manière aiguë, les symptômes sont apparus rapidement. En effet, quatre minutes après l'administration du macéré, ils présentent les signes d'un syndrome abdominal douloureux : dos voussé, poils piqués et la tête baissée. Les animaux ont tendance à se blottir dans un coin, poussent des cris plaintifs et se déplacent sans but précis. Ils se couchent, se relèvent et urinent abondamment. Après deux heures environ, ils se couchent, cessent de crier, ne se déplacent plus, même s'ils y sont forcés. Ils restent en décubitus sterno-abdominal avec l'encolure tirée et rabattue vers l'arrière. Quatre à neuf heures plus tard apparaît une salive abondante et mousseuse. Des râles humides sont perceptibles à l'auscultation. Les mouvements du rumen sont abolis et les animaux présentent une baisse de la fréquence respiratoire alors que la fréquence cardiaque augmente (fig. 1). L'un des animaux meurt en moins de vingt-quatre heures et l'autre le troisième jour.

A l'autopsie, les animaux présentent un aspect normal avec un épanchement séreux intra-abdominal. La muqueuse œsophagienne est congestionnée et recouverte d'une abondante sécrétion de mucus, blanc nacré,

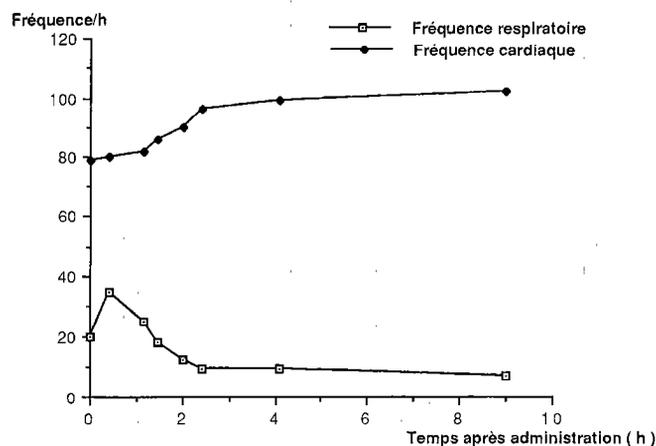


Figure 1 : Evolution des fréquences cardiaque et respiratoire après administration du macéré de la plante.

dense et compacte donnant l'apparence d'une fausse membrane. Dans le réticulo-rumen, on observe une nécrose de la muqueuse avec un décollement facile de la couche cuticulaire. Les mêmes lésions sont présentes dans le feuillet mais plus marquées sur les bords des lames.

La muqueuse jéjunale est hémorragique. Près de l'iléon, on observe une invagination avec des lésions d'infarctissement. Les noeuds lymphatiques mésentériques sont congestionnés et succulents. L'examen histologique révèle des foyers de nécroses hémorragiques dans le foie et une congestion des sinusoides hépatiques. La médullaire du rein est également congestive. Le chorion du rumen est oedémateux et décollé de l'épithélium.

Lot II

Avec l'intoxication subchronique les symptômes se résument en anorexie, amaigrissement et polyadénite. A l'autopsie, on observe un œdème des ganglions mésentériques, une coloration noirâtre des papilles du rumen, une congestion pulmonaire importante, des foyers de nécrose segmentaires dans la muqueuse jéjunale, un épanchement séreux abdominal et thoracique et une péricardite.

A l'histologie, il a été observé une hyperplasie des glandes de Lieberkühn du duodénum et de l'intestin grêle et une hyperplasie folliculaire lymphoïde paracorticale et médullaire des noeuds lymphatiques mésentériques.

Les résultats biochimiques

La calcémie, la phosphorémie, la magnésémie et l'urémie montrent une variation d'un jour à l'autre et d'un animal à l'autre avec une modification importante entre le cinquième et le neuvième jour (figures 2, 3, 4, 5). Toutefois, en se référant au niveau initial, ces résultats donnent une tendance à la baisse de la phosphorémie et à la montée de l'urémie et de la magnésémie. La teneur en calcium changerait peu.

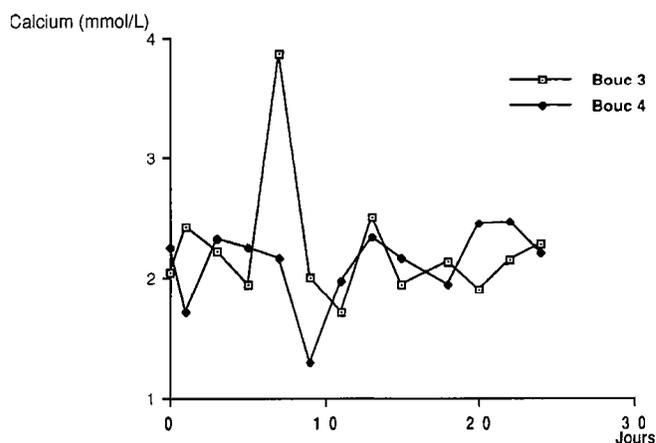


Figure 2 : Concentrations sériques de calcium (boucs 3 et 4).

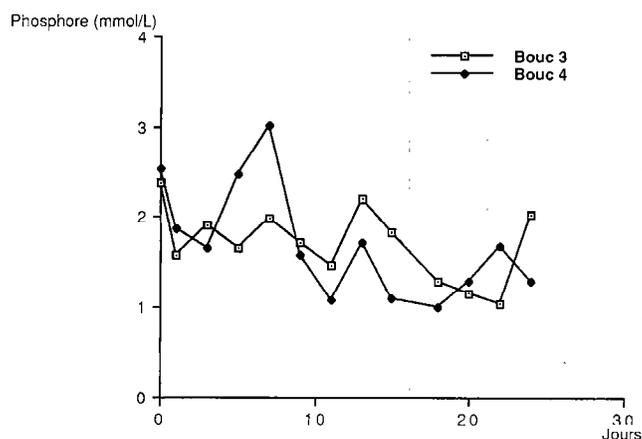


Figure 3 : Concentrations sériques de phosphore (boucs 3 et 4)

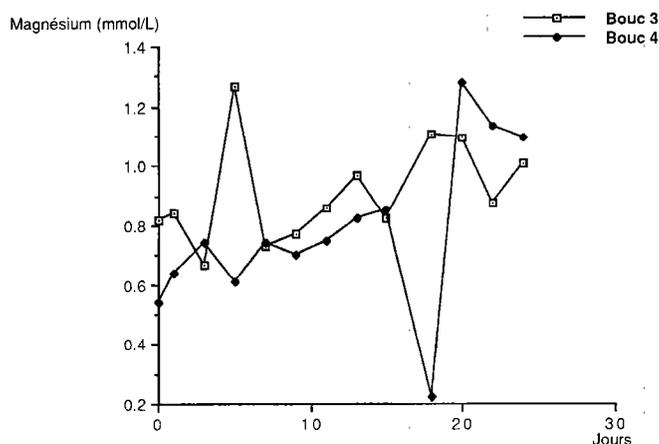


Figure 4 : Concentrations sériques de magnésium (boucs 3 et 4)

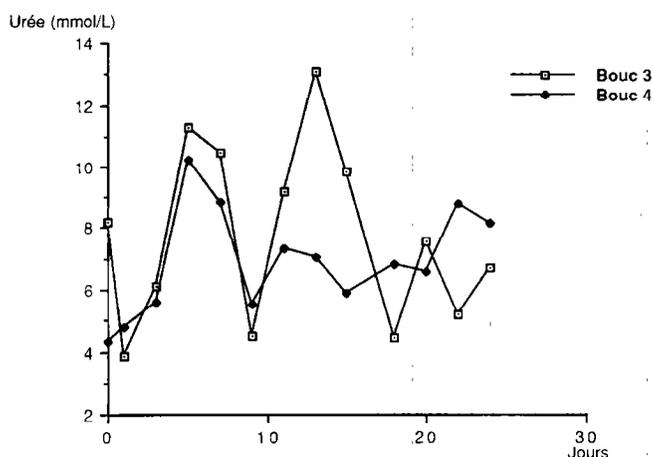


Figure 5 : Concentrations sériques d'urée (boucs 3 et 4).

Les résultats chimiques

Les différentes réactions effectuées sur l'infusé à 10 p 100, sur l'urine et le sérum des animaux montrent que *Pergularia tomentosa* L. contient des tanins. Les résultats sont résumés dans le tableau I. Les réactions sont négatives avec le sérum, mais positives avec l'urine (réaction au chlorure ferrique) et l'infusé.

TABLEAU I Résultats de recherche de tanins dans l'infusé, les urines et sérums des animaux intoxiqués.

	Réaction à l'acide phosphotungstique	Réaction au chlorure ferrique	Réaction d'oxydation des tanins condensés
Filtrat (infusé)	positif	positif	positif
Témoin positif	bleu clair	noir	rouge avec précipité clair
Témoin négatif	clair	jaune clair	clair
Urines		positif	
Sérum	négatif	négatif	négatif

DISCUSSION

Les méthodes

Les tanins sont des substances végétales polyphénoliques. Ils ont la propriété de tanner la peau c'est-à-dire de la rendre imputrescible en fixant les protéines. C'est cet usage que font les paysans nigériens de *P. tomentosa*, qui a orienté tout de suite vers l'hypothèse de la présence de tanins dans la plante.

La caractérisation exacte des tanins n'est pas une chose facile car elle nécessite du matériel assez lourd (spectromètre de masse, spectromètre infra-rouge, chromatographe en phase gazeuse) comme l'ont décrit ITAKURA *et al.* (5). Toutefois, les réactions colorées et la chromatographie sur papier Watman peuvent donner des indications intéressantes (9). La réaction au chlorure ferrique oriente vers la présence des phénols qui font donc partie de la structure des tanins. Le nombre réduit d'animaux d'expérience a contraint à utiliser l'animal comme son propre témoin à J₀.

La toxicocinétique de l'intoxication par les tanins justifie la recherche de la substance dans le sérum et l'urine des animaux. L'élimination urinaire des composés phénoliques est à l'origine de lésions rénales avec souvent des modifications biochimiques. C'est la raison pour laquelle la calcémie, la phosphatémie et l'urémie ont été mesurées dans l'intoxication chronique des animaux.

Les résultats

La positivité des trois réactions colorées que nous avons utilisées et la comparaison des Rf des tâches obtenues sur les chromatogrammes à partir de l'infusé et de l'urine, suggèrent la présence de métabolites des tanins contenus dans *Pergularia tomentosa*.

Ces résultats chimiques sont largement corroborés par les observations cliniques et anatomopathologiques dominées par des atteintes digestives et rénales. Les symptômes et les lésions que nous avons constatés, sont presque similaires à ceux décrits par différents auteurs. Les signes digestifs sont toujours présents avec d'abord une phase de constipation suivie de diarrhée caractéristique : selles noirâtres, nauséabondes, parfois hémorragiques. Les signes rénaux se traduisent par une néphrite aiguë ou chronique avec des mictions fréquentes (3, 4, 14). Les lésions sont de trois types (2, 3, 7, 13) :

- une muqueuse digestive véritablement tannée et présentant par endroits des hémorragies sous-muqueuses ;
- des œdèmes et des hémorragies ;
- des lésions rénales de néphrite.

La particularité dans ce travail, c'est qu'en dehors des symptômes digestifs et urinaires, il a été observé des troubles cardio-respiratoires assez marqués. Ceux-ci pourraient être dus à l'action des tanins ou à l'action d'autres substances toxiques à action cardio-pulmonaire présentes dans *Pergularia tomentosa*. En ce qui concerne les résultats biochimiques, le protocole élaboré ne peut permettre de déduire si les variations observées sont significativement différentes d'un jour à l'autre. Toutes ces tendances doivent être précisées par des travaux ultérieurs.

CONCLUSION

Les intoxications végétales sont dues à de nombreuses substances contenues dans les plantes. Elles se déclenchent avec plus ou moins de gravité selon les facteurs liés à l'animal et à la plante d'une part, aux actions humaines, animales et climatiques d'autre part.

En Afrique, des études doivent se poursuivre afin d'isoler et d'étudier sur les plans chimique, pharmacologique et toxicologique les principes actifs de certaines plantes. Ceci aiderait au diagnostic et à la mise en place d'une prophylaxie et d'un traitement adéquats. Les symptômes et lésions observés et décrits après cette étude toxicologique expérimentale constituent une contribution intéressante à la connaissance de la toxicologie de *Pergularia tomentosa* L.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALI (M.). Les intoxications du bétail par les plantes toxiques. Contribution à l'étude de l'intoxication par *Pergularia tomentosa* Linn (A. *sclepiadaceae*) chez les ruminants. Dakar, Thèse Doct. Vét., 1989. (n° 27)
 2. CLARKE, HARVEY, HUMPHREYS. Veterinary toxicology. 2e éd. Londres, Baillière Tindal, 1978.
 3. DERIVAUX (J.), LIEGEOIS (F.). Toxicologie vétérinaire. Paris, Vigot - Frères, 1962.
 4. DOLLAHITE (J.W.), PIGEON (R.F.), CAMP (B.J.). The toxicity of gallic acid, pyrogallol, tannic acid and *Quercus havardi* in the rabbit. *Am. J. vet. Res.*, 1962, **23** (97) : 1264-1267.
 5. ITAKURA (Y.), HABERMEHL (G.), MEBS (D.). Tannins occurring in the toxic brazilian plants *Thiloa glanco-carpa*. *Toxicon*, 1987, **25** : 1291-1300.
 6. JEAN-BLAIN (Cl.). Aspects toxicologiques et nutritionnels des tanins. *Notes Toxic. vét.*, 1973, **1** : 10-14.
 7. MOSESSON (E.), NORBERT (B.O.), ROSENQVIST (H.), WHLGREN (F.). On the toxic effect of tanning acid with reference to the treatment of bruns. *Acta physiol. scand.*, 1974, **14** : 144-157.
 8. LAMBERT (D.P.J.). Les intoxications végétales chez la chèvre en France. Toulouse, Thèse Méd. Vét., 1985. (n° 74)
 9. SHI (Z.C.). Identification of the phenolic substance in bovine urine associated with oak leaf poisoning. *Res. vet. Sci.*, 1988, **45** : 152-155.
 10. SERE (A.), TAYOU-KAMGUE (R.). Les intoxications du bétail par les plantes toxiques. *Méd. Afr. noire*, 1982, **29** (12) : 817-828.
 11. SERE (A.), TAYOU-KAMGUE (R.), AKE ASSI (L.), BA (A.C.). *Spondianthus preussii* Engl. var. *preussii*, plante toxique pour le bétail africain. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1982, **35** (1) : 73-82.
 12. TOUTAIN (B.). Inventaire floristique du Sahel de Haute-Volta et du Nord du Pays Gourmantché. Ecologie des plantes, noms vernaculaires, intérêt fourrager. Maisons-Alfort, IEMVT, 1973.
 13. WILLIAM (B.B.), GARY (D.O.). Clinical and diagnostic veterinary toxicology. 2e éd. Gary A. Va, Gelder Londres, 1980.
 14. WOLTER (R.). La toxicité des glands. *Revue Méd. vét.*, 1987, **4** (125) : 1481-1485.
- ABIOLA (F.A.), ALOGNINOUBA (Th.), EL BAHRI (L.), ALI (M.), KABORET, FAYOMI (B.).** An experimental study concerning the intoxication of goats by *Pergularia tomentosa* L. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 591-595
- A large number of ruminants are often lost in Niger due to poisoning caused by *Pergularia tomentosa* L. This plant traditionally used to tan skin was experienced in goats. The symptoms observed, the post-mortem findings and the search for toxic compounds suggest that *P. tomentosa* contains tannins. In addition, this plant most likely also includes substances with cardiac effects.
- Key words :** Goat - Poisoning - Poisonous plant - *Pergularia tomentosa* - Tannin - Niger.
- ABIOLA (F.A.), ALOGNINOUBA (Th.), EL BAHRI (L.), ALI (M.), KABORET, FAYOMI (B.).** Estudio experimental de la intoxicación de caprinos con *Pergularia tomentosa* L. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 591-595
- La intoxicación de rumiantes con *Pergularia tomentosa* L. es observada frecuentemente en Niger. Esta planta, usada tradicionalmente para curtir pieles, se experimentó en caprinos. Los síntomas observados, así como los hallazgos post-mortem y los análisis químicos efectuados, sugieren que los taninos son los componentes tóxicos más frecuentes. Sin embargo, la presencia de sustancias cardio-trópicas es probable.
- Palabras claves :** Caprino - Intoxicación - Planta tóxica - *Pergularia tomentosa* - Tanino - Niger.

M.Chenost¹
 V.Royer²
 J.M.Centres³
 F.Gaillard⁴
 J.Davis⁵

Traitement des tiges de maïs à l'urée et utilisation pour la production laitière en région productrice de café et de banane en Tanzanie

CHENOST (M.), ROYER (V.), CENTRES (J.M.), GAILLARD (F.), DAVIS (J.). Traitement des tiges de maïs à l'urée et utilisation pour la production laitière en région productrice de café et de banane en Tanzanie. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 597-608

Les auteurs ont testé de 1988 à 1990 le traitement à l'ammoniac par hydrolyse de l'urée soit à l'échelle individuelle en fosse, soit à l'échelle de la coopérative en tas, des tiges du maïs cultivé sur le plateau Masaï en Tanzanie, ces dernières constituant une ressource indispensable en saison sèche dans le système fourrager des petits producteurs laitiers installés sur les pentes montagneuses de ces régions. Les modalités des traitements en fosse et en tas sont décrites en détail. L'augmentation de la teneur en équivalent azoté (N x 6,25) est comprise entre 37 et 48 et entre 44 et 73 g/kg MS, avec les traitements en fosse et en tas, respectivement. La digestibilité de la MS (exprimée en p.100 MS), estimée par la méthode enzymatique cellulase Rexen, augmente selon des valeurs comprises entre 10,0 et 14,1 et entre 11,9 et 16,1 points, avec les traitements en fosse et en tas, respectivement. La substitution des tiges de maïs en l'état par les tiges de maïs traitées dans la ration journalière de vaches à production modérée (5 à 6 kg de lait trait par jour en plus du lait tété par le veau) a permis, à complémentarité égale, d'augmenter en moyenne de 0,8 kg par vache et par jour la production laitière, mesurée dans 25 exploitations. Cette amélioration est inférieure à celle qu'on aurait pu attendre au vu de l'augmentation de la valeur alimentaire et à celle observée par ailleurs dans des conditions similaires. Elle a cependant été appréciée par la majorité des 276 éleveurs ayant fait l'objet d'une enquête socio-économique lancée en 1990. L'intérêt du traitement à grande échelle reste à approfondir et à conforter sur les plans socio-économique et zootechnique. Il réside surtout, pour le moment, dans la simplification des opérations de collecte et de transport des tiges de maïs depuis leur lieu de production dans la plaine jusqu'à leur lieu d'utilisation en montagne.

Mots clefs : Bovin - Vache laitière - Fourrage - Alimentation - Maïs - Tige - Urée - Ammoniac - Digestibilité *in vitro* - Valeur nutritive - Production laitière - Economie de l'élevage - Tanzanie.

INTRODUCTION

L'élevage laitier des régions du Kilimandjaro et d'Arusha en Tanzanie est localisé dans la "ceinture café-banane" sur les versants des massifs montagneux entre 800 et

2 000 m d'altitude. Un programme de développement destiné à améliorer la production laitière des petits producteurs de ces régions a été mis en place par le gouvernement tanzanien. Ce programme a été soutenu de 1981 à 1990 par la FAO (Projet d'assistance au petits éleveurs laitiers) et, de 1986 à 1991, par le Gouvernement français. La description de ces régions (carte 1) et les activités de ce programme ont déjà fait l'objet de publications synthétiques (13, 16) en 1990 et 1991.

Les exploitants disposant de moins de 1 hectare en moyenne, cultivent le café, culture d'exportation, en association avec la banane, culture vivrière, sur les pentes montagneuses. Le maïs et le haricot sont cultivés dans la plaine du plateau Masaï en champs collectifs regroupant les petites parcelles individuelles appartenant à ces mêmes exploitants. La majeure partie d'entre eux possèdent de 1 à 3 vaches laitières de races zébu TSZ (Tanzanian Shorthorn Zebu), exotiques (Frisonne, Jersey, Ayrshire...) ou croisées, maintenues en permanence en stabulation à cause de l'extrême densité d'occupation des superficies agricoles qui interdit tout pâturage, libre ou surveillé.

La ration de base de ces vaches est constituée par les feuilles et tiges de bananier, les fanes et feuilles des cultures de case et de l'herbe coupée le long des routes et des chemins. Les fanes des haricots et, surtout, les tiges du maïs cultivé en plaine constituent un appoint fourrager extrêmement important au moment de leur récolte en saison sèche (septembre-octobre).

Les tiges sèches de maïs peuvent représenter jusqu'à la totalité de la ration à cette époque. Elles sont acheminées quotidiennement en gerbes dans la montagne, par des moyens très divers sur plusieurs kilomètres (photo 1).

Leur importance en élevage laitier justifie donc les actions de développement entreprises (16), parmi lesquelles figurent les travaux relatifs au traitement améliorateur de leur valeur alimentaire par l'ammoniac résultant de l'hydrolyse de l'urée. Cette technique, bien connue et déjà utilisée dans la pratique avec les pailles de riz dans certains pays, notamment d'Asie du Sud-Est (6, 19, 21), a été choisie en raison de l'absence d'ammoniac anhydre ou aqueux dans le pays et, surtout, de la simplicité de sa mise en œuvre par des petits paysans. L'objet de cet

1. INRA Clermont/Thaix, Laboratoire de Recherches sur la Nutrition des Ruminants et des Herbivores, 63 122 Saint-Genès-Champanelle, France.

2. CEMAGREF, Division Production Fourragère et Elevage d'Outremer, BP 694, 97 264 Fort-de-France Cedex, Martinique, France.

3. CEMAGREF Montoldre, 03 150 Varennes sur Allier, France.

4. Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques, 213 rue La Fayette, 75 010 Paris, France.

5. Représentation FAO au Pakistan, PO Box 1476, Islamabad, Pakistan.

Reçu le 12.8.1992, accepté le 19.11.1993.



Photo 1 : Exemple de transport des tiges de maïs.



Photo 2 : Traitement artisanal des tiges de maïs en fosse.



Photo 3 : Traitement des tiges de maïs en tas à l'échelle de la coopérative.



Photo 4 : Exemple d'un bon traitement : brunissement des tiges des maïs.

article est de rapporter les résultats des travaux entrepris de 1988 à 1990 pour :

- préciser les paramètres (quantités d'urée et d'eau, durée) des traitements réalisés, soit artisanalement en petites fosses à proximité de l'exploitation, soit en tas à l'échelle de la coopérative, une fois résolu le problème du pressage des tiges en balles, de façon à ce que ces traitements soient le plus efficace possible tout en restant compatibles sur les plans social et économique avec les systèmes de production ;

- apprécier l'effet du traitement non seulement sur la valeur nutritive des tiges, mais également sur la réponse des animaux du point de vue zootechnique ;

- discuter des perspectives d'adoption de cette méthode au niveau de la région.

TRAITEMENT ET VALEUR NUTRITIVE DES TIGES DE MAÏS

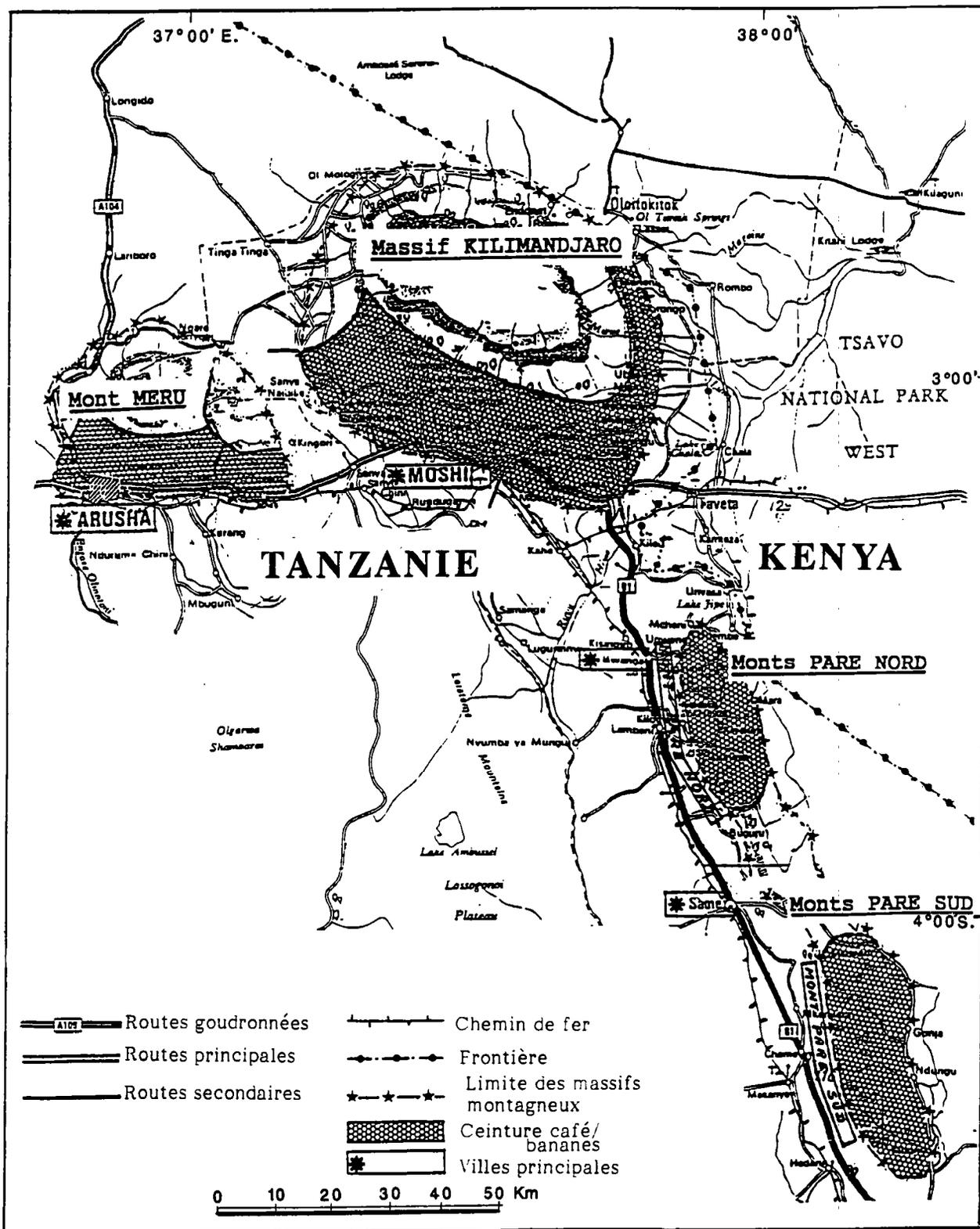
Matériel et méthodes

Les traitements

Le traitement en fosse à l'échelle artisanale fermière

Les premiers essais ont été réalisés chez les éleveurs eux-mêmes pendant la campagne de récolte de septembre-octobre 1986 (12).

Le type d'enceinte proposé avait été le trou, creusé en terre ferme et à un endroit ne risquant ni infiltration ni



Carte 1 : Localisation de la ceinture café-banane (800-2 000 m d'altitude), région d'Arusha et du Kilimandjaro (reproduit de (13) avec l'aimable autorisation des auteurs et de l'éditeur).

ruissellement d'eau, d'une profondeur de 1 m en moyenne et d'un volume de l'ordre de 1,5 m³ permettant de traiter une quantité de tiges d'environ 150 kg. La propreté et l'étanchéité de la fosse réalisée étaient assurées en tapissant le fond et les parois avec des feuilles ou, mieux, des limbes de bananier, matériaux toujours disponibles sur place, disposés de manière à pouvoir recouvrir le fourrage, une fois le trou rempli, avec les rabats préparés à cet effet. Quelques traitements avaient également été réalisés dans des petits silos maçonnés et dans des paniers de stockage de grains.

Les tiges de maïs étaient d'abord hachées en brins de 5 à 10 cm à la machette puis disposées couche par couche dans le trou. Chaque couche était aspergée à l'arrosoir avec la solution d'urée par une ou deux personnes la piétinant fermement en même temps (photo 2).

La solution d'urée était préparée de façon à apporter, au total, 6 kg d'urée et 60 à 65 kg d'eau par 100 kg (poids brut) de cannes (dont la teneur moyenne en MS avoisinait 90 p. 100). Ces paramètres avaient été choisis à partir des résultats satisfaisants obtenus avec des traitements de pailles (6, 19, 21) mais aussi de tiges de maïs (2, 3, 5) pratiqués jusqu'ici dans différentes régions du monde.

La durée de traitement choisie (3 semaines) tenait surtout compte des impératifs fourragers et des calendriers culturels des paysans, les conditions climatiques laissant penser que, même en altitude, cette durée était suffisante pour une bonne uréolyse. Les températures minima et maxima sont en effet respectivement de 13 et 26 °C en zone montagnaise pendant la saison de récolte du maïs. Dix traitements, choisis au hasard parmi les 189 réalisés en fosses chez les petits paysans, ont été suivis.

Afin d'étudier s'il était possible de réduire la durée du traitement, la quantité d'eau à ajouter et les doses d'urée, une série de traitements expérimentaux en fosses ont été effectués selon un dispositif factoriel 2 x 2 x 3, à partir d'un même lot de tiges de maïs de la campagne 1988. Les durées de traitement étaient de 2 et 3 semaines, les quantités d'eau ajoutées au moment du traitement, de 50 et 60 p.100 du poids brut de tiges et les doses d'urée, de 4, 6 et 8 p.100 du poids brut de tiges. Les fosses, d'un volume comparable à celui utilisé dans la pratique, ont toutefois ici été tapissées de feuilles de plastique, pour des raisons pratiques.

Le traitement en tas à l'échelle de la coopérative

Le transport des tiges de maïs en vrac (gerbes) depuis la plaine jusqu'au lieu de leur utilisation sur les pentes montagneuses étant pénible et contraignant, il avait été décidé d'envisager le conditionnement des tiges en balles. Après une étude préalable, et à la lumière des techniques disponibles (8), le Projet a acheté une presse à fourrage (Bamford B x 5) permettant ainsi de réaliser des balles cubiques de 35 x 45 x 80 cm de moyenne densité pesant entre 13 et 15 kg.

Disposant ainsi de tiges conditionnées en balles il devenait possible de les traiter en tas recouverts par un film de plastique labellisé comme pour les traitements classiques des pailles à l'ammoniac anhydre. Ces opérations ont fait l'objet d'une description détaillée (15).

Une série de traitements expérimentaux préalables ont été réalisés selon un schéma factoriel 2 x 2 x 4 à partir d'un même lot de tiges de maïs de la campagne 1989 afin de définir les paramètres les mieux adaptés au traitement en tas. Les doses d'urée étaient de 6 et 8 p.100 et les quantités d'eau de 40 et 60 p.100 du poids brut de tiges. Les durées de traitement étaient de 2, 3, 4 et 5 semaines. Chaque tas était constitué de 80 balles (1,2 t de tiges par tas), rangées sur quatre lits. Après arrosage manuel de la solution d'urée, lit par lit, le tas était recouvert d'un film de plastique labellisé de 12 ou 14 m de large et de 150 µm d'épaisseur conditionné en rouleaux de 50 kg.

Dix-huit traitements ont alors été réalisés à grande échelle pendant la campagne 1990 avec les paramètres de traitement retenus à la lumière des résultats expérimentaux précédents : solution d'urée apportant de 5,0 à 6,8 kg d'urée et 52 à 68 kg d'eau par 100 kg de tiges de maïs ; tas ouverts au bout de 3 semaines. La longueur des films de plastique permettait de traiter les tiges par tas de 3,4 t à 8,6 t, soit, respectivement, de 250 à 620 balles. Celles-ci étaient rangées sur 4 à 8 lits, 5 à 6 lits s'avérant la formule la plus commode. La solution d'urée était arrosée mécaniquement, soit avec une rampe d'aspersion munie de buses, soit avec un tuyau d'arrosage branché sur une citerne de 6 000 l équipée d'une pompe d'un débit de 100 à 120 l/min (photo 3). Les résultats obtenus ont été vérifiés sur six de ces dix-huit traitements.

Choix et préparation des échantillons

Chaque traitement expérimental, en fosse ou en tas, a fait l'objet d'un prélèvement représentatif des tiges en l'état de l'ordre de 1 kg constitué tout au long des opérations, et d'un échantillon représentatif des tiges correspondantes une fois traitées. Les échantillons de paille traitée ont été constitués selon la technique illustrée sur la figure 1 :

- pour les traitements en fosse : par prélèvements, selon un axe vertical central, des couches supérieures, du milieu et inférieures de la masse traitée, en privilégiant les couches du milieu représentant le cœur de la fosse ;
- pour les traitements en tas : par prélèvements au cœur des balles situées au niveau frontal mais surtout médian, des lits supérieurs, de ceux du milieu et des lits inférieurs. On ne gardait, dans chaque cas, que 0,5 à 1 kg du mélange des prélèvements ainsi constitués.

Après avoir été pesés frais, les échantillons ont été mis à sécher, au soleil jusqu'à stabilisation du poids demandant

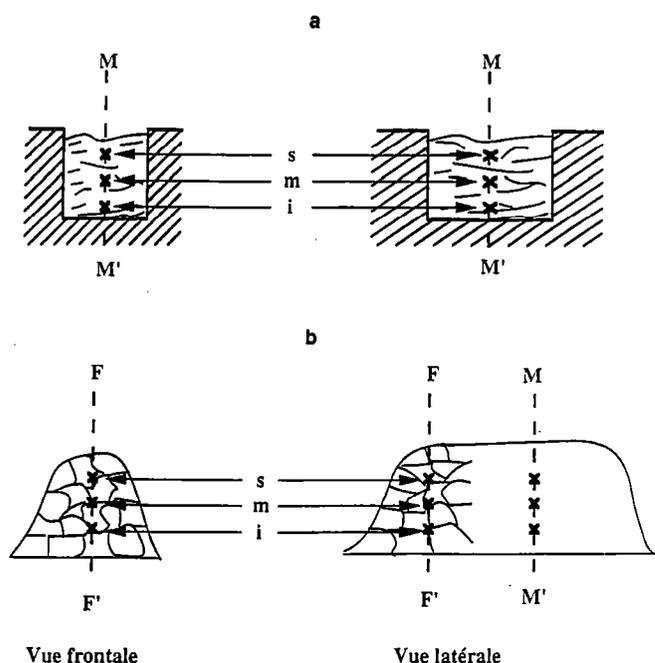


Figure 1 : Méthode d'échantillonnage des tiges de maïs traitées en fosse (a) ou en tas (b) (axes de prélèvement : FF' : frontal ; MM' : médian)(niveaux de prélèvements : s : supérieur ; m : milieu ; i : inférieur).

de 24 à 48 h, en 1988, à l'étuve à 40° C pendant 48 h les années suivantes. Une fois secs, pesés puis broyés à la grille de 0,8 mm, ils étaient introduits dans des sacs de plastique bien fermés.

Analyses et tests de laboratoire

Le dosage de l'azote total par la méthode Kjeldahl et le test de digestibilité cellulase par la méthode de REXEN (17), de préférence à la méthode INRA, s'agissant de fourrages pauvres, ont été systématiquement effectués sur tous les échantillons ainsi préparés. L'urée résiduelle a été dosée sur les échantillons de tiges traitées en fosses de la campagne 1988 par la méthode décrite par Sahnoune et al. (20).

Analyses statistiques

Les tests de comparaison de moyennes et d'analyse de variance, sur plan factoriel à 3 facteurs à randomisation totale, du programme STATITCF (11) ont été utilisés pour évaluer les effets du traitement sur la valeur nutritive des tiges de maïs.

Résultats

Le traitement en fosse

Traitements effectués selon la technique adoptée en 1986

Tous les traitements effectués par cette technique ont été réussis (odeur ammoniacale et couleur brun foncé des tiges à l'ouverture) à quelques rares exceptions près dont le nombre n'a malheureusement pas été enregistré de manière précise, mais qui est négligeable. Ces quelques échecs étaient à mettre au compte soit de la mauvaise fermeture soit d'infiltrations d'eau dans la fosse. Dans le premier cas on pouvait constater un envahissement de moisissures dans la masse du fourrage dont la couleur et l'odeur n'avaient pas ou très peu changé. Dans le second cas on constatait, particulièrement au fond de la fosse, une masse brune mais humide, voire déliquescence, impropre à la consommation par les animaux.

La teneur moyenne en matière sèche des tiges traitées a été de $56 \text{ p.100} \pm 12$ (tableau I). La teneur moyenne en équivalent azoté ($N \times 6,25$) des tiges est passée de 41 ± 11 avant traitement à $78 \pm 34 \text{ g/kg MS}$ après traitement (tabl. I), ce qui correspond à une augmentation moyenne de 36 g, très significative ($P < 0,001$). Le degré d'uréolyse a été en moyenne très satisfaisant (90 p.100) sauf dans un cas (70 p.100) pour lequel la teneur en $N \times 6,25$ finale a ainsi atteint 180 g/kg MS . La digestibilité cellulase, exprimée en p.100 MS, est passée globalement de $40,1$ à $54,0$ (tabl. I). L'augmentation de digestibilité, de $12,3 \pm 5,2$ points, est significative ($P < 0,001$).

Les traitements expérimentaux

L'effet des différents paramètres sur la valeur nutritive n'a pas été statistiquement significatif (tabl. II). Les résultats indiquent toutefois les tendances suivantes :

- trois semaines sont préférables à deux. En effet, les augmentations de la teneur en $N \times 6,25$ passent de 30 à 67 g/kg MS et celles de la digestibilité cellulase de 8,9 à 14,1 points lorsqu'on attend une semaine de plus ;

TABLEAU I Teneur en matière sèche et en équivalent azoté ($N \times 6,25$), digestibilité de la matière sèche estimée par le test Cellulase Rexen et degré d'uréolyse de 10 tiges de maïs avant et après traitement à l'urée¹ effectué en vrac dans des petites fosses tapissées de pétioles ou de limbes de bananiers. Campagne 1988.

Tiges de maïs (nombre de couples)	Non traitées	Traitées	Effet du traitement (10)
Matière sèche (p. 100 du frais)	91 (8)	56 (12)	—
$N \times 6,25$ (g/kg MS)	41 (1,1)	78 (3,4)	$P < 0,001$
Digestibilité cellulase Rexen (MS disparue pourcentage MS présente)	40,1 (3,5)	54,0 (5,1)	$P < 0,001$
Urée disparue (p. 100 urée apportée)	—	90 (2,1)	—

() : écart-type réduit.

¹ Solution d'urée apportant 6 kg d'urée et 50 à 60 kg d'eau par 100 kg de tiges de maïs à 90 p. 100 de matière sèche.

TABEAU II Influence de la durée du traitement et des quantités d'urée et d'eau sur l'augmentation de la teneur en équivalent azoté et de la digestibilité de la matière sèche estimée par le test cellulase Rexen d'une tige de maïs traitée en vrac dans des petites fosses de 0,5 m tapissées de plastique labellisé. Campagne 1988.

Paramètre du traitement	Nombre d'échantillons	Augmentation T – NT ¹ de	
		digestibilité cellulase	
		N × 6,25 (g/kg MS)	(²)
Tous traitements effet traitement	12	48 ± 36	11,3 ± 3,8 P < 0,01
Durée (semaines)			
2	6	30 ± 5	8,9 ± 2,2
3	6	67 ± 30	14,1 ± 3,0
effet durée		NS	NS
Dose d'urée (p. 100 tiges)			
4	4	42 ± 24	9,6 ± 3,5
6	4	42 ± 18	11,7 ± 2,7
8	4	60 ± 46	12,9 ± 5,8
effet urée		NS	NS
Quantité d'eau (p. 100 tiges)			
50	6	53 ± 35	12,3 ± 4,7
60	6	39 ± 16	10,0 ± 2,3
effet eau		NS	NS
Effet durée × urée × eau		NS	NS
Echantillon témoin	1	N × 6,25 (g/kg MS)	digestibilité cellulase (p. 100 MS)
		48	38,6

(¹) T = traité ; NT = non traité.

(²) Différences de pourcentages.

- la dose d'urée a un effet bénéfique sur l'efficacité du traitement ;

- en revanche l'adjonction d'eau semble entraîner une diminution de la teneur en N × 6,25.

Le traitement en tas

Paramètres des traitements expérimentaux (tableau III)

La durée du traitement, la dose d'urée et la quantité d'eau n'ont eu d'effet significatif (P < 0,04, P < 0,02 et P < 0,01, respectivement) que sur la teneur en équivalent azoté. Comme pour l'essai précédent, on retrouve cependant les mêmes tendances sur l'évolution de la qualité

TABEAU III Influence de la durée du traitement et des quantités d'urée et d'eau sur l'augmentation de la teneur en équivalent azoté et de la digestibilité de la matière sèche estimée par le test cellulase Rexen d'une tige de maïs traitée en tas de 80 balles (1,2 tonne) recouverts de film de plastique labellisé (150 µm). Campagne 1989.

Paramètre du traitement	Nombre d'échantillons	Augmentation T – NT ¹ de	
		digestibilité cellulase	
		N × 6,25 (g/kg MS)	(²)
Tous traitements effet traitement	16	73 ± 27 P < 0,01	15,8 ± 4,9 P < 0,01
Durée (semaines)			
2	4	63 ± 12	14,0 ± 7,0
3	4	86 ± 32	12,1 ± 2,2
4	4	67 ± 20	17,9 ± 4,0
5	4	77 ± 39	17,4 ± 5,5
effet durée		P < 0,04	NS
Dose d'urée (p. 100 tiges)			
6	8	67 ± 22	13,6 ± 4,8
8	8	80 ± 31	18,0 ± 4,0
effet urée		P < 0,02	NS
Quantité d'eau (p. 100 tiges)			
40	8	94 ± 26	16,1 ± 4,4
60	8	53 ± 15	15,5 ± 5,9
effet eau		P < 0,01	NS
Interactions durée × eau urée × eau urée × eau × durée		P < 0,05 NS NS	NS NS NS
Echantillon témoin	1	N × 6,25 (g/kg MS)	digestibilité cellulase (p. 100 MS)
		31	34,2

(¹) T = traité ; NT = non traité.

(²) Différences de pourcentages.

des tiges avec la durée du traitement, notamment en ce qui concerne la diminution de la teneur en N × 6,25 lorsque les quantités d'eau ajoutées augmentent.

Traitements réalisés en coopératives d'éleveurs pendant la campagne 1990 (tableau IV)

Les 18 traitements en tas, jugés sur la couleur (photo 4), l'odeur et l'homogénéité des tiges à l'ouverture, ont été réussis. Il convient de mentionner que, malgré les quantités d'eau retenues à la lumière de l'essai préalable, ces traitements ont en fait été réalisés à des doses plus élevées que prévues (allant de 52 à 68 p.100).

TABLEAU IV Teneur en équivalent azoté ($N \times 6,25$) et digestibilité de la matière sèche estimée par le test cellulase REXEN de 6 tiges de maïs traitées à l'urée en tas de 3,4 à 8,6 tonnes à l'échelle de la coopérative d'éleveurs. Campagne 1990.

Tiges de maïs nombre de couples	Non traitées	Traitées	Effet du traitement (6)
$N \times 6,25$ (g/kg MS)	37 (11)	81 (18)	$P < 0,01$
Digestibilité cellulase Rexen (p. 100 MS)	34,2 (3,1)	46,1 (3,3)	$P < 0,001$

() écart-type réduit.

Solution d'urée apportant de 5,0 à 6,8 kg et de 52 à 68 kg d'eau par 100 kg de tiges de maïs à 90 p. 100 MS.

Durée du traitement : 3 semaines.

L'augmentation significative ($P < 0,01$) de la teneur en $N \times 6,25$, de 44 ± 24 g/kg MS, est du même ordre de grandeur que celles observées en fosse. Elle est toutefois moins élevée que celle (73 ± 27 g/kg MS) de l'essai factoriel.

L'augmentation très significative ($P < 0,001$) de la digestibilité cellulase, de $11,2 \pm 2,3$ points, plus faible que celle ($15,8 \pm 4,9$ points) de l'essai factoriel est, elle aussi, du même ordre de grandeur que celle observée avec les traitements en fosse.

Discussion

Aspects méthodologiques

Ces contrôles et ces essais ont été conduits dans le cadre d'une opération de développement. Leur nombre et leur répétition ainsi que les mesures effectuées ont donc été forcément limités par les impératifs pratiques. On pourrait également critiquer le mode de préparation des échantillons et le choix des critères de laboratoire.

C'est ainsi qu'il n'a pas été possible de conditionner les tiges traitées d'une façon permettant de doser les diverses fractions azotées apportées par le traitement et dites fixées par le fourrage. Celles-ci sont l'azote soluble dans l'eau (labile), et l'azote insoluble dans l'eau (fixé sur les parois) dont une partie est soluble dans les détergents neutres et l'autre, solidement fixée sur les parois indigestibles (7), est insoluble dans ces produits.

Cependant comme les tiges traitées étaient aérées pendant 24 heures avant leur distribution aux animaux, et donc partiellement séchées, on a tout lieu de penser que les résultats du dosage de l'azote effectué sur les échantillons ainsi préparés reflètent assez bien la quantité présente au moment de son ingestion. En outre, compte

tenu du délai (plusieurs mois dans certains cas) entre la prise de l'échantillon et son analyse, il aurait été illusoire de vouloir doser ces différentes fractions. On sait en effet que la fraction soluble dans l'eau décroît avec le temps pour laisser place à la fraction fixée sur les parois. Celle-ci représente en moyenne le tiers de la totalité de la fraction azotée dite fixée (7).

Il est par ailleurs certain que le séchage des tiges après leur traitement favorise la poursuite partielle de l'uréolyse (9). La détection de l'urée résiduelle sur des échantillons résultant de traitements pour lesquels l'uréolyse aurait été incomplète a donc pu être masquée. Malgré cela le fait de n'avoir observé ici qu'un cas où la teneur en $N \times 6,25$ est élevée (180 g/kg MS) et où l'uréolyse n'est que de l'ordre de 70 p. 100, laisse penser que l'uréolyse a dans l'ensemble été complète.

Le test de digestibilité cellulase REXEN (17) reflète sans doute moins bien la digestibilité réelle qu'un test de digestibilité *in sacco* mais sans doute mieux (1) que le test de digestibilité *in vitro* de TILLEY et TERRY (22). Or on ne disposait pas d'animaux fistulés. C'est pourquoi on l'a adopté, uniquement dans une optique d'appréciation de l'effet traitement pour laquelle il est bien adapté et de toutes façons beaucoup plus sélectif que les dosages NDF et ADF (1).

Les traitements et leur efficacité

Traitements en fosse

L'augmentation de la teneur en $N \times 6,25$ des traitements en fosse effectués chez les éleveurs (37 g/kg MS) et en essais (48 g/kg MS) est correcte mais toutefois inférieure à celles généralement observées dans la littérature (3, 5). Celles-ci peuvent, d'ailleurs, être très voisines de celles (50 à 60 g/kg MS) observées avec des pailles traitées à l'ammoniac anhydre (2). Elle est également variable (± 36 g/kg MS). Cette variabilité est sans doute plus à mettre au compte de l'hétérogénéité des modalités pratiques d'exécution du traitement (observation plus ou moins rigoureuse des doses, couverture...), qu'à la présence d'urée résiduelle liée à des uréolyses incomplètes puisque celles-ci ont atteint 90 p.100.

L'augmentation de la digestibilité cellulase (13,9 et 11,3 points), également variable ($\pm 3,8$ points) est de l'ordre de celles observées par ailleurs (2). Cette augmentation témoigne d'un bon traitement "alcalin". Elle est plus élevée que celles que l'on aurait pu attendre au vu des augmentations relativement modestes de la teneur en azote qui constitue généralement un bon indicateur de la réussite du traitement. Cette observation tend à faire penser que les teneurs en azote ont sans doute été sous-estimées en raison du délai entre la constitution de l'échantillon et le dosage. En effet, comme on a pu le constater par ailleurs (BESLE et CHENOST, non publié), la fraction labile de l'azote fixé continue à s'échapper progressive-

M. Chenost V. Royer J.M. Centres F. Gaillard J. Davis

ment même si les échantillons sont conservés en sachets de plastique car ceux-ci ne sont pas absolument étanches.

L'effet assez peu marqué des paramètres de traitement (doses d'urée et d'eau, durée) a amené les auteurs à continuer de recommander ceux qui avaient été utilisés jusqu'ici. On a préféré la dose d'urée de 6 p. 100 à celle de 4 p. 100 pour privilégier les chances d'efficacité du traitement, et à celle de 8 p. 100 pour des raisons de coût du traitement.

Sur un plan essentiellement pratique il conviendrait de bien recommander, suivant le nombre d'animaux par exploitation, le compromis - volume/nombre de fosses - optimum permettant d'affourager les animaux pendant une durée suffisante sur le plan nutritionnel, soit un mois et demi au moins.

Traitements en tas

Les paramètres testés pour les traitements en tas n'ont modifié significativement ni la teneur en N x 6,25 ni la digestibilité. On a donc recommandé pour ces traitements les mêmes paramètres (sauf pour ce qui concerne les quantités d'eau) que pour le traitement en fosse. En effet, dans le contexte fourrager de la région et l'urgence de pallier la pénurie fourragère en cette saison, l'augmentation de la durée de traitement est un handicap et on a préféré 3 à 5 semaines ; une dose d'urée de 6 p. 100 permet d'éviter tout risque d'excès d'urée due à des uréolyses éventuellement moins complètes à 8 qu'à 6 p. 100, ce qui n'avait toutefois pas été le cas ici.

Enfin on a retenu des doses d'eau de 40 p. 100 au lieu de 60 afin de manipuler des quantités le moins élevées possible, facteur très contraignant pour des traitements à grande échelle.

La durée des opérations de traitement en tas, et surtout le risque de détérioration par piétinement des balles lorsqu'on les asperge lit par lit, constitue un point faible de la technique. Aussi, à partir de la campagne 1990, a-t-on essayé d'effectuer l'aspersion en une seule fois, directement sur le sommet et les côtés des tas. L'efficacité des traitements ainsi réalisés, appréciée par l'odeur, la couleur des tiges et l'absence de moisissures des balles des lits inférieurs, a été très bonne. C'est finalement par une seule aspersion directe que les traitements ont été réalisés, avec succès, en 1990. Il conviendrait de bien vérifier de façon plus analytique l'absence d'incidences négatives d'une telle méthode sur la valeur alimentaire du produit final.

En définitive, l'intérêt de ces traitements réside surtout dans le fait qu'ils simplifient la tâche du paysan non seulement pour les opérations de traitement proprement dites mais aussi pour celles de la collecte et du transport des tiges depuis le champ jusqu'au lieu d'utilisation.

RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES ET TENTATIVE D'ÉVALUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE

Matériel et méthodes

Essai d'alimentation

Cet essai a été réalisé chez des éleveurs répartis en deux groupes distribuant aux animaux les tiges soit en l'état, soit traitées. Compte tenu du petit nombre de vaches par exploitation (une à trois) il n'a en effet pas été possible de distribuer simultanément les deux types de produits sur la même exploitation. A partir de 25 élevages provenant de 4 villages, on a constitué un lot de 18 vaches et un lot de 21 vaches, les plus équilibrés possible selon la situation géographique de l'élevage, la production laitière et le stade de lactation des vaches, celles-ci ayant toutes vêlé au cours des 3 mois précédents. Il faut rappeler que les tiges avaient été traitées en tas à raison de 6 kg d'urée et 60 kg d'eau par 100 kg de tiges.

L'essai a débuté en septembre 1989, un mois après le début de la récolte du maïs, et s'est déroulé sur 12 semaines divisées en trois périodes de 4 semaines chacune. Un lot a reçu les tiges non traitées pendant toute la durée de l'essai. L'autre lot a reçu les tiges traitées en tas pendant une période de 4 semaines encadrée elle-même par deux périodes de 4 semaines de tiges non traitées.

Les tiges étaient fournies en balles aux éleveurs tout au long de la période de contrôle. Les balles traitées étaient ouvertes 12 à 24 heures avant leur distribution aux animaux de façon à aérer les tiges afin de réduire la fraction d'ammoniac labile non fixée et, ainsi, faire disparaître l'odeur ammoniacale piquante.

Traitées ou non, les tiges étaient distribuées à volonté aux vaches dont le poids moyen était de 250 à 300 kg suivant les types génétiques. Les refus étaient de l'ordre de 10 p. 100 par rapport aux quantités offertes.

Les éleveurs distribuaient en plus des tiges de maïs soit des feuilles et des tiges de bananier, soit de l'herbe coupée le long des routes, soit les deux. Sur les 25 élevages, 17 distribuaient des concentrés (essentiellement du tourteau de coton) à raison de 2 à 3 kg/j/vache indépendamment de la production laitière.

Des agents du Projet se rendaient sur chaque exploitation une fois par semaine, le matin, l'après-midi et le lendemain matin, pour peser les quantités d'aliments proposés et refusés. Ils pesaient également les quantités de lait produites à chaque traite (deux par jour, le matin et le soir).

Evaluation socio-économique du traitement

Il ne nous appartient pas, dans le contexte de cette publication, de dresser le bilan économique de l'opération de traitement dans la région concernée. Un tel travail requiert, en effet, la contribution de spécialistes. Toutefois, comme ce dernier avait été partiellement abordé dans le cadre plus général du Projet (18, 23), on a utilisé les résultats de l'enquête socio-économique lancée dès 1990 par le Projet chez 69 éleveurs représentant environ 25 p. 100 des exploitants distribuant des tiges traitées, pour en reprendre les principales conclusions afin de compléter les résultats zootechniques de l'essai alimentation.

Analyses statistiques

Les tests de comparaison de moyennes et d'analyse de variance du programme STATITCF (11) ont été utilisés pour évaluer les effets du traitement sur la production laitière.

Résultats

Essai sur vaches laitières

C'est finalement sur 15 vaches du lot tiges traitées et sur 10 des vaches du lot tiges non traitées qu'a porté l'analyse des résultats, 3 vaches avaient été affectées par la fièvre aphteuse dans le premier lot. Par ailleurs, dans le deuxième lot, 7 vaches n'avaient pas pu recevoir les quantités d'aliments concentrés prévues du fait d'une pénurie, et la production laitière de 4 autres avait chuté anormalement sans raisons apparentes.

Les quantités moyennes de tiges ingérées n'ont pas pu être mesurées de façon suffisamment précise tout au long de l'essai pour pouvoir apprécier l'effet du traitement sur leur ingestibilité. Traitées ou non, les quantités de MS ingérées ont été de l'ordre de 4 kg/j et ont représenté environ les deux tiers de la ration totale. Les refus effectués avec les tiges traitées ont eu toutefois tendance à diminuer avec le temps.

Les quantités moyennes de lait produites par vache et par jour des lots I et II étant devenues dissemblables - respectivement 6,1 et 5,3 kg (tableau V) - pendant la première période (voir plus haut), on ne peut comparer les lots entre eux que sur les variations des productions moyennes entre périodes.

Les productions moyennes des vaches du lot I (tiges NT) sont passées de 6,13 à 5,35 puis à 5,05 kg/j et celles du lot II (tiges T) de 5,28 à 5,74 puis à 5,01 kg/j, respectivement pendant les périodes 1, 2 et 3. Le passage du lot II aux tiges traitées (période 1 à 2) a permis de remonter

TABLEAU V Production laitière moyenne par vache et par jour suivant les périodes de contrôle et la nature des tiges de maïs distribuées en exploitation. Campagne 1990.

Numéro de période	Production laitière (kg/vache/jour)			Signification des variations de la production laitière entre périodes		
	1	2	3	2-1	3-2	3-1
lot 1 (n = 10) régime lait (ETR)	NT 6,13 (3,33)	NT 5,35 (2,70)	NT 5,05 (2,73)	P < 0,05	P < 0,01	P < 0,05
lot 2 (n = 15) régime lait (ETR)	NT 5,28 (1,98)	T 5,74 (2,15)	NT 5,01 (2,04)	P < 0,05	P < 0,01	NS

NT : tiges non traitées ; T : tiges traitées.

n : nombre d'animaux par lot.

ETR = écart-type réduit.

La durée de chaque période est de 4 semaines.

significativement ($P < 0,05$) la production laitière de 460 g/j alors que, dans le même temps, celle du lot I diminuait, également de manière significative ($P < 0,05$), de 780 g/j (tableau V). C'est ainsi que, malgré une chute significative ($P < 0,01$) de la production laitière pour les deux lots de la période 2 à la période 3, la décroissance globale de la production laitière sur tout l'essai a été importante et significative ($P < 0,05$) pour le lot tiges NT et non significative pour le lot tiges T.

Intérêt socio-économique

L'intérêt du traitement des tiges de maïs à l'urée, tant en fosse qu'en tas à l'échelle des coopératives a été apprécié et reconnu par les éleveurs (14, 18, 23). Très rapidement après les essais d'alimentation, 20 p. 100 d'entre eux ont traité eux-mêmes leurs propres tiges en fosse. L'enquête menée sur l'échantillon représentant 25 p. 100 des éleveurs distribuant des tiges traitées a révélé que 84 p. 100 d'entre eux émettaient des commentaires favorables : augmentation de l'acceptabilité du fourrage et de la production de lait.

Discussion

Aspects méthodologiques

Comme pour le suivi technique des traitements proprement dits et pour les mêmes raisons déjà évoquées, on pourrait reprocher à cet essai sa brièveté dans le temps

(12 semaines) et dans l'espace (39 vaches appartenant à 25 élevages). Il est en outre dommage de n'avoir pas pu distribuer simultanément des tiges en l'état et des tiges traitées à l'intérieur d'une même exploitation ni d'en peser les quantités ingérées de manière précise. Les résultats de cet essai sont cependant complétés par ceux des enquêtes menées par ailleurs.

Réponse des animaux

Contrairement aux témoignages (23) recueillis parmi la majorité des 276 éleveurs de la région ayant utilisé des tiges traitées, ces dernières, dans cet essai, ne semblent pas avoir été consommées en quantités plus importantes que les tiges non traitées. Il aurait été intéressant de pouvoir en connaître les raisons.

La substitution des tiges non traitées par les tiges traitées dans la ration n'a ainsi, toute complémentarité de ces tiges égale par ailleurs, entraîné une augmentation de la production laitière que de l'ordre de 0,8 kg de lait par vache et par jour.

Cette augmentation est inférieure à celles observées par ailleurs dans des conditions similaires, à Madagascar, où des vaches Zébu Malgache croisées Pie Rouge Norvégienne recevant 6 kg/j de pailles de riz traitées produisaient de 1,5 à 2,0 kg de lait en plus par jour par rapport à celles recevant les pailles en l'état (CHENOST, non publié).

L'augmentation de la production laitière constatée ici ne représente d'ailleurs que la moitié de celle qu'on aurait pu espérer en prenant les augmentations de valeur alimentaire des tiges de maïs (de l'ordre de 0,12 UF, 13 g de PDIN et 9 g de PDIE par kg de MS) calculées (10) à partir des résultats de laboratoire. Cette observation n'est pas nécessairement un constat de mauvaise utilisation des tiges traitées par les vaches. On sait en effet (4) que la valeur énergétique des pailles traitées calculée à partir des performances est souvent inférieure à celle calculée à partir de la mesure de digestibilité *in vivo*, surtout dans le cas où la complémentarité représente une part importante de la ration et où les quantités de pailles traitées ingérées ne sont pas plus élevées que celles de pailles non traitées, ce qui est le cas de cette étude.

Première appréciation de l'intérêt socio-économique du traitement des tiges de maïs

L'intérêt économique reste certes à estimer avec précision, mais il ressort des calculs effectués en 1990 (15, 18) que le coût du traitement proprement dit des tiges de maïs était de l'ordre de 5 à 10 Tsh (shilling tanzanien) et de 30 à 40 Tsh, pour les traitements en fosse et en tas, respectivement (tableau VI). Dans ces conditions et dans les conditions de prix pratiqués à cette époque, il apparaît qu'une production supplémentaire de 0,8 kg de lait

TABLEAU VI Quelques prix relevés à l'époque de l'étude (1990) dans la région Kilimandjaro-Arusha et coût du traitement des tiges de maïs à l'urée en fosse et en tas.

Matière	Prix (Tsh)
Urée (kg)	10
Lait (kg) payé au producteur	40 à 70
Aliment concentré vache laitière local	16 à 20
Film de plastique (rouleau de 50 kg, 12 ou 14 m de large, 150 µm d'épaisseur), importé de France	42 000
Tiges de maïs (kg)	3
Paille de riz (kg)	0,5 à 1,0
Fanes de haricots (kg)	2 à 3
Stipe de bananier (unité)	0 à 100
Salaire de journalier agricole	200 à 300
Location d'un pick-up pour trajet < 15 km (par jour)	1 000 à 3 000
Coût du traitement des tiges de maïs (par kg) — (15) —	
• en fosse	5 à 10
• en tas	30 à 40

1 Tsh (Shilling tanzanien) = 0,025 FF (Franc français).

par jour (obtenue avec une ingestion journalière de 6 kg de MS de tiges traitées) est à peine attractive par rapport aux tiges non traitées. Il est vrai que ce supplément de production est certainement, on l'a vu plus haut, sous-estimé.

Ainsi, dans le contexte technico-économique de l'époque à laquelle se rapportent ces résultats il apparaît, compte tenu des coûts de traitement et de transport, que ce sont finalement les exploitants les plus aisés, donc ceux pour lesquels le traitement est techniquement le moins indispensable (achats de concentrés non limités), qui constituaient les "cibles" bénéficiaires du traitement à grande échelle, contrairement aux petits éleveurs, cible initialement visée.

On aurait peut-être pu penser à des traitements à grande échelle au niveau de la coopérative, mais sans presse, pour en limiter le coût. En fait, les travaux culturaux survenant à cette saison excluent toute demande de travail supplémentaire de la part des exploitants. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'on n'a envisagé le traitement à grande échelle qu'à travers la mise en balle, source de gain de temps pour l'exploitant non seulement en ce qui concerne les travaux de traitement mais également, et surtout, en ce qui concerne la collecte et le transport des tiges de maïs. Le pressage, qui permet de multiplier par trois la capacité de chargement par rapport aux tiges en vrac, rend ainsi la motorisation rentable à partir de distances à parcourir supérieures à 5 km pour un pick-up et à 15 km pour un camion (14), ce qui est très fréquent dans la région. La mécanisation de la collecte et du

transport des tiges est en outre un moyen psychologiquement très attractif puisqu'elle réduit la pénibilité de ces opérations.

Pour être complet il aurait été bon de comparer l'intérêt respectif de l'urée non seulement en tant qu'agent de traitement améliorateur de la valeur alimentaire mais aussi en tant que complément alimentaire (source d'azote non protéique) et, également, en tant que fertilisant afin de savoir à travers quelle "filière" l'azote de l'urée était le mieux valorisé. Les conditions dans lesquelles on a travaillé ne permettent malheureusement pas de répondre à cette question au demeurant importante.

CONCLUSION

En Tanzanie, le traitement à l'urée des tiges de maïs de la région Kilimandjaro-Arusha permet d'améliorer leur valeur alimentaire et la production laitière, très modeste, des vaches des petits éleveurs de cette région pendant la saison sèche.

Sa réussite technique ne dépend pas du niveau auquel il est effectué : individuel en fosse avec les moyens disponibles localement ou à l'échelle de la coopérative en tas après mise en balles. L'intérêt du traitement en tas par rapport au traitement individuel réside surtout dans le fait qu'il amène à mécaniser les opérations de collecte, de conditionnement et de transport des tiges. Sa simplification grâce à une seule aspersion, qui doit être confirmée, est en outre prometteuse sur le plan de l'organisation des chantiers.

Les aspects techniques du traitement à l'urée des tiges et de leur utilisation ne constituent donc pas des facteurs limitants à l'introduction de cette méthode.

Les chances de succès de sa généralisation dans la région dépendront essentiellement des aspects zootechniques et économiques (coût des intrants, organisation des opérations) et de la qualité du réseau de l'encadrement qui y sera consacré.

Quant à la production, la réponse des animaux recevant des fourrages pauvres traités est d'autant plus marquée que la part de ces fourrages dans la ration est plus importante et que la période pendant laquelle ils sont distribués est plus longue (4). Le niveau de production laitière des vaches de la région autorise ainsi une contribution des tiges traitées dans la ration très intéressante. La période d'affouragement des tiges est, elle, de l'ordre de deux mois en moyenne dans la région. C'est une durée minimale sur le plan de l'intérêt nutritionnel du traitement. Le développement de cette méthode peut être en outre très certainement facilité par la présence des quantités importantes de pailles de riz du récent projet rizicole de 1 100 ha dans la plaine Masaï, financé par le Japon. Ces pailles, actuellement brûlées, peuvent être traitées à grande échelle suivant les mêmes techniques que les tiges de maïs, comme on a pu le montrer en 1990 où 42

tonnes traitées en tas et une seule aspersion, avec trois coopératives de la zone montagneuse, avaient été rapidement achetées par les éleveurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. BESLE (J.M.), SIGNORET (C.), CHENOST (M.), AUFRERE (J.), JAMOT (J.). Prediction of the organic matter digestibility of ammoniated and untreated staw by densitometry: comparison with other predictors. *In* : CHENOST (M), REINIGER (P.), Eds. Evaluation of Straw in Ruminant Feeding. London and New York, Elsevier Applied Science, 1989. p. 134-143.
2. CHENOST (M.), DULPHY (J.P.). Amélioration de la valeur alimentaire (composition, digestibilité, ingestibilité) des mauvais foin et des pailles par les différents types de traitements. *In* : DEMARQUILLY (C.), Ed. Les Fourrages secs : récolte, traitement, utilisation. Paris, INRA, 1987. p. 199-230.
3. CHENOST (M.), GAILLARD (F.), BESLE (J.M.). Les cannes de maïs dans l'alimentation des ruminants. Conservation à l'ammoniac et à l'urée et valeur alimentaire. *Prod. anim.*, 1991, 4 : 169-175.
4. DEMARQUILLY (C.), CHENOST (M.), RAMIHONE (B.). Intérêt zootechnique du traitement des pailles à l'ammoniac. *In* : Pâturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide. Paris, INRA, 1989. p. 441-455.
5. DIAS da SILVA (A.A.), MASCARENHAS-FERREIRA (A.), GUEDES (C.V.M.). Effect of moisture level, treatment time and soya bean addition on the nutritive value of urea-treated maize stover. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1988, 19 : 67-77.
6. DOYLE (P.T.), DEVENDRA (C.), PEARCE (G.R.). Rice straw as a feed for ruminants. Canberra, Australia, IDP, 1986. 117p.
7. DRYDEN (G.Mc L.), KEMPTON (T.J.). Digestion of organic matter and nitrogen in ammoniated barley straw. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1983, 10 : 65-75.
8. GAILLARD (F.). La récolte des tiges de maïs. *BTMEA, CEMAGREF*, 1987, 19-20 : 9-23.
9. HASSOUN (Ph.). Amélioration de la valeur nutritive de la bagasse de canne à sucre par un traitement à l'ammoniac (généré par hydrolyse de l'urée) et son utilisation par les ruminants. Rôle des microorganismes sur l'uréolyse. Thèse, Montpellier, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 1987. 225 p.
10. Institut national de la recherche agronomique (INRA). Alimentation des bovins ovins et caprins. Paris, INRA. 1988. 471 p.
11. Institut technique des céréales et des fourrages (ITCF). Logiciel d'analyses statistiques. Version 5. Paris, ITCF. 1991.
12. LAURENT (C.). End of assignment report. Moshi, Tanzanie, FAO, 1986. 30 p. (URT/81/016)
13. LAURENT (C.), CENTRES (J.M.). Elevage bovin laitier en Tanzanie. Un programme de développement pour les petits producteurs des régions Kilimandjaro et Arusha. Versailles. INRA. Département de Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, 1990. 110 p. (Document de travail de l'URSAD. Versailles, Dijon, Mirecourt)
14. LYIMIO (S.), ROYER (V.). Survey on small scale roughage treatment. Moshi, Tanzanie. FAO, 1990. mimeo 16 p. (URT/86/013)
15. LYIMIO (S.), ROYER (V.). Roughage compaction and large scale roughage treatment, 1990 campaign. Moshi, Tanzanie, FAO, 1990. mimeo 6 p. (URT/86/013)

M. Chenost V. Royer J.M. Centres F. Gaillard J. Davis

16. MORUNGU (L.S.). Feeding cows for milk production in the Arusha/Kilimanjaro coffee/banana belt of Tanzania. FAO Projet : assistance to smallholders in dairy development. Case study. In : Feeding Dairy Cows in the Tropics. Rome, FAO, 1991. p. 215-224. (FAO Animal Production and Health Paper No. 86)

17. REXEN (B.). Enzyme solubility: a method for evaluating the digestibility of alkali-treated straw. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 1977, 2: 205-218.

18. ROYER (V.). Large scale roughage treatment campaign, April 1989-February 1990. Moshi, Tanzanie, (FAO, 1990. mimeo 31 p. (URT/86/013)

19. SAADULLAH (M.), HAQUE (M.), DOLBERG (F.). Effectiveness of ammonification through urea in improving the nutritive value of straw in ruminants. *Trop. Anim. Prod.*, 1981, 5: 273-277.

20. SAHNOUNE (S.), BESLE (J.M.), CHENOST (M.), JOUANY (J.P.), COMBES (D.). Ammoniation of straw via the hydrolysis of urea. I. Ureolysis in low water medium. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 1991, 34: 75-93.

21. SCHIERE (J.B.), IBRAHIM (M.N.M.). Feeding of urea-ammonia treated rice straw. Wageningen, Pudoc, 1989. 125 p.

22. TILLEY (J.M.A.), TERRY (R.A.). A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassld Soc.*, 1963, 18: 104-111.

23. WUEST (U.), ROYER (V.). Large scale roughage treatment programme, survey: small holders' views on the programme. Moshi, Tanzanie, FAO, 1990. mimeo 16 p. (URT/86/013)

CHENOST (M.), ROYER (V.), CENTRES (J.M.), GAILLARD (F.), DAVIS (J.). Utilisation of urea-treated maize stalks by dairy cows in coffee and banana producing regions of Tanzania. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 597-608

From 1988 to 1990 the authors tested ammonia treatment via ureolysis of maize stalks from the Masai Plateau, Tanzania, either in pits (on the farm) or in large stacks (in the cooperative units). During the dry season, this feed is an essential dietary resource for the small farmers settled in the mountains. The procedures for pit and stack treatment are described in details in the paper. Increase in the crude protein content (N x 6.25) range from 37 to 48 and from 44 to 73 g/kg dry matter (DM) for pit and stack treatments, respectively. DM digestibility (expressed as % DM), measured by the Rexen Cellulase technique, increased by 10.0-14.1 and 11.9-16.1 points, respectively for pit and stack treatments. Substitution of untreated for treated maize stalks in the daily diet of moderately yielding cows (5-6 kg milk milked a day in addition to that suckled by the calf) receiving the same feed supplements led to an average milk yield improvement of 0.8 kg/cow/day in 25 farms. This increase was less marked than that expected from the improvement of the feeding value and in comparison with observations made elsewhere in similar conditions. This improvement was, however, appreciated by most of the 276 farmers participating in a socio-economic inquiry launched in 1990. The advantage of treating maize stalks at the large scale remains to be more thoroughly analysed in keeping with the socio-economic context and the conditions of animal production. It mainly consists in simplifying the collection and transport of maize stalks from the Masai Plateau to their site of utilisation (mountain slopes).

Key words : Cattle - Dairy cow - Fodder - Feeding - Maize - Stalk - Urea - Ammonia - *In vitro* digestibility - Nutritive value - Milk yield - Livestock economics - Tanzania.

CHENOST (M.), ROYER (V.), CENTRES (J.M.), GAILLARD (F.), DAVIS (J.). Tratamiento de los tallos de maíz con úrea y su utilización en la producción lechera en una región productora de café y de platanos en Tanzania. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 597-608

Entre 1988 y 1990, se experimentó un tratamiento a base de amoníaco por hidrólisis de la úrea, tanto a nivel individual, en fosas, como de la cooperativa, sobre pilas de tallos de maíz cultivado en la meseta Masai en Tanzania. Estos tallos constituyen un recurso indispensable durante la estación seca para el sistema forrajero de los pequeños productores lecheros, instalados sobre las vertientes montañosas de estas regiones. Se describen detalladamente las modalidades del tratamiento, en fosa y en pila. El aumento del contenido en equivalente nitrogenado (N x 6,25) se encuentra entre 37 y 48 y entre 44 y 73 g/kg MS para el tratamiento en fosa y en pila respectivamente. La digestibilidad de la MS (en porcentaje de MS), estimada mediante el método enzimático de celulasa de Rexen, aumenta con valores comprendidos entre 10,0 y 14,1 y entre 11,9 y 16,1 puntos para el tratamiento en fosa y en pila respectivamente. La sustitución de los tallos de maíz no tratados por aquellos tratados, en la ración diaria de las vacas de producción moderada (5 a 6 kg de leche por ordeño por día, además de la leche consumida por el ternero) permitió, a un mismo nivel de complementación, un aumento promedio de la producción lechera de 0,8 kg por vaca por día, la cual fue medida en 25 explotaciones. Esta mejora es inferior a la esperada, tanto con respecto al aumento del valor alimenticio, como en comparación a la observada bajo condiciones similares. Sin embargo, la mayoría de los 276 criadores apreciaron este aumento, el cual fue objeto de un estudio socio-económico en 1990. Debe profundizarse sobre el grado de interés que puede representar el tratamiento, así como su importancia a nivel socio-económico y zootécnico. La importancia actual se debe a la simplificación de las operaciones de colecta y transporte de los tallos de maíz desde el sitio de producción en la meseta, hasta su sitio de utilización en montaña.

Palabras claves : Bovino - Vaca lechera - Forraje - Alimentación - Maíz - Tallo - Urea - Amoníaco - Digestibilidad *in vitro* - Valor nutritivo - Producción lechera - Economía de la cría - Tanzania.

T. Dongmo¹
 M. Pouilles-Duplaix¹
 J.D. Ngou Ngoupayou¹
 E. Blesbois²
 M. De Reviere²

Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles.

I. Étude zootechnique chez les reproducteurs de l'espèce *Gallus domesticus*

DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), NGOU NGOUPAYOU (J.D.), BLESBOIS (E.), DE REVIERS (M.). Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles. I. Étude zootechnique chez des reproducteurs de l'espèce *Gallus domesticus*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 609-619

Trois expériences mesurent les effets du tourteau de coton (TC) sur les performances des coqs et poules reproducteurs. Essai 1 : 13 coqs "Isabrown" âgés de 12 mois reçoivent un aliment contenant 30 p. 100 de TC et 13 autres coqs un régime témoin à base de tourteau de soja (TS). Les deux aliments ont la même teneur en lysine. Ces coqs servent à inséminer 160 poules "Lohmann" recevant un régime à 30 p. 100 de TC. La fertilité mesurée sur 846 œufs n'est pas significativement différente d'un traitement à l'autre ($P > 0,05$). Essai 2 : 192 poules pondeuses "Shaver" âgées de 30 semaines reçoivent un régime contenant 23 p. 100 de TC complété avec 0,3 p. 100 de lysine et/ou 0,2 p. 100 de sulfate de fer, soit un régime témoin à base de TS. Malgré la complémentation en lysine, le poids de l'œuf, l'intensité de ponte, la masse d'œuf exportée, l'efficacité alimentaire et le gain de poids sont inférieurs pour les traitements TC par rapport aux TS. La complémentation en lysine et/ou la neutralisation du gossypol par sulfate de fer ne sont pas suffisantes pour avoir des performances comparables entre le TC et le TS. Essai 3 : 200 poussins "Lohmann" femelles et 156 mâles âgés de 1 jour sont utilisés dès l'âge d'1 jour à 21 semaines, la moitié des animaux reçoivent un régime contenant 30 p. 100 de TC et l'autre moitié, un aliment à base de TS. A l'âge de 21 semaines chaque groupe de poules est séparé en 2 lots de 40 qui reçoivent un régime de ponte de type TC ou de type TS jusqu'à 60 semaines d'âge. Des croisements sont effectués entre les coqs et les poules (dispositif factoriel : 4 traitements ponte x 2 traitements coqs). Malgré la complémentation en lysine, le tourteau de coton a un effet négatif sur la croissance des jeunes. Pendant la ponte les poules nourries au tourteau de soja se comportent mieux que les poules recevant le régime TC. Les poules TS en croissance, et TC en ponte, ont des performances intermédiaires entre les deux groupes extrêmes (tourteau de soja ou tourteau de coton). On n'obtient pas de différence de fertilité entre les traitements ($P \geq 0,05$). Les effets négatifs du TC s'expriment plus nettement sur les capacités de reproduction de poules que sur celles des coqs, mais l'action propre du gossypol mérite des analyses complémentaires pour pouvoir être dissociée des effets multiples causés par d'autres facteurs limitant la consommation ou la digestibilité du tourteau de coton entier.

Mots clés : Volailles - Coq - Poule pondeuse - Alimentation - Tourteau de coton - Tourteau de soja - Complément alimentaire - Lysine - Sulfate ferreux - Efficacité alimentaire - Croissance - Gain de poids - Performance de ponte - Fertilité - Croisement - Insémination artificielle.

1. Institut de recherches zootechniques, BP1457, Yaoundé, Cameroun.

2. Institut national de la recherche agronomique (INRA), Station de Recherches avicoles, 37380 Nouzilly, France.

Reçu le 2.3.1993, accepté le 20.4.1993.

INTRODUCTION

Le tourteau de coton (TC), abondant dans plusieurs pays tropicaux dont le Cameroun (25 000 t en 1990) pourrait être mieux utilisé en alimentation animale, notamment chez la poule domestique qui est l'espèce concernée ici. Par rapport au tourteau de soja (TS), le tourteau de coton a des caractéristiques nutritionnelles assez variables. Chez le poulet il est faible en énergie métabolisable (1 300 à 2 400 contre 2 400 à 2 700 kcal/kg), protéines brutes (40 à 45 p. 100 contre 44 à 50 p. 100) et en plusieurs acides aminés dont la lysine (1,7 p. 100 contre 2,7 à 3 p. 100) (7, 8, 13, 14). En outre, ces derniers constituants sont de moindre digestibilité (11) (POUILLES et al., non publié).

Le tourteau de coton contient par ailleurs des composés indésirables comme le gossypol, qui ralentit la croissance (3), diminue la viabilité des jeunes, peut donner une coloration verdâtre au vitellus (13, 15) et a des effets néfastes sur la fertilité des œufs (5, 9). L'huile résiduelle du tourteau contient aussi des acides gras cyclopropéniques, diminuant la viscosité du vitellus et provoquant une coloration rosâtre de l'albumen (19).

L'usage de tourteau de coton comme source protéique principale nécessite que ces inconvénients soient corrigés ou tolérés dans des conditions économiquement rentables. Son utilisation chez les volailles reproductrices mérite d'être étudiée car on ne recherche pas chez celles-ci une croissance maximum. Une alternative est d'utiliser du TC "glandless" (teneur en gossypol libre < 10 ppm). Une autre alternative est de supplémenter du TC classique en sulfate de fer (pour contrearrer le gossypol) et en lysine. Ces précautions suffisent-elles pour permettre la croissance suffisante des reproducteurs et une bonne reproduction des adultes ?

Deux séries d'expériences ont été entreprises. La première (deux essais) étudie l'aptitude à la reproduction chez des coqs et des poules adultes préalablement alimentés avec du tourteau de coton ; la seconde (un essai) évalue les effets du TC sur la croissance et la reproduction chez des animaux recevant du tourteau de coton depuis la naissance jusqu'à 60 semaines d'âge (tabl. I).

TABLEAU I *Thèmes des essais.*

Thème étudié	Titre de l'essai	Nombre d'animaux	Durée de l'essai	Paramètres étudiés
Effets du Tourteau de coton (TC) sur la reproduction des coqs et des poules	Essai 1. Effets du TC sur la fertilité des coqs d'adultes	26 coqs 160 poules	16 semaines	Fertilité, éclosivité
	Essai 2. Supplémentation en lysine ou en sulfate de fer des régimes contenant du TC : conséquences sur la ponte	192 poules	11 semaines	Consommation alimentaire, gain de poids, intensité de ponte, poids des œufs
	Essai 3. Effet du TC sur la reproduction — Croissance	200 poussins femelles, 156 poussins mâles	21 semaines	Consommation alimentaire, gain de poids
	— Reproduction	160 poules 62 coqs	23-60 semaines d'âge	Consommation alimentaire, gain de poids, intensité de ponte, fertilité, éclosivité, qualité du sperme
	— Croissance testiculaire	68 coqs	Age d'abattage : 12, 28 et 60 semaines	Poids des testicules

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Essai 1

Utilisation de tourteau de soja chez des coqs adultes préalablement nourris depuis le jeune âge avec du TC : incidence sur la fertilité

Animaux et régimes alimentaires (tabl. II)

- Vingt six coqs "Isabrown" nourris depuis la naissance avec un aliment contenant 30 p. 100 de tourteau de coton sont placés en cages individuelles à l'âge de 12 mois. La moitié de ces coqs sont maintenus avec le même régime, l'autre moitié recevant pendant 4 mois un aliment contenant 19 p. 100 de tourteau de soja. Ces deux régimes ont la même teneur en lysine et énergie métabolisable (2 800 à 2 900 kcal).

- Cent soixante poules "Lohmann" semi-lourdes âgées de 18 mois sont mises en cages par deux. Elles sont alimentées depuis la naissance et pendant l'expérience (4 mois) avec un régime contenant 30 p. 100 de tourteau de coton (tabl. III).

Éclairage et température ambiante

Pendant la durée de l'expérience tous les animaux sont soumis à 12 heures de lumière naturelle par jour. La température varie de 20 à 29°C. L'eau et l'aliment sont distribués à volonté.

Insémination artificielle et incubation

Chaque coq sert à inséminer un groupe de 8 poules, le sperme étant utilisé pur à l'état frais, et inséminé 15 min après collecte. Chaque poule est inséminée deux fois à 24 heures d'intervalle à raison de 200×10^6 spermatozoïdes par dose d'insémination. Les œufs sont collectés du 2^e au 8^e jour puis du 9 au 15^e jour après insémination (seuls les œufs d'une taille comprise entre 55 et 65 g sont incubés à cause des réglages thermiques de l'incubateur). Ces œufs sont stockés pendant 1 à 6 jours à température ambiante de manière à grouper les incubations. Celles-ci sont faites en conditions standard (température 37,4°C, hygrométrie relative 65,5 p. 100). La fertilité (nombre œufs fertiles/nombre œuf incubés), le taux de survie des embryons et l'éclosivité (nombre œufs éclos/nombre œufs fertiles) évalués sur 846 œufs au total, sont contrôlés respectivement à 7, 18 et 21 jours d'incubation.

TABLEAU II Composition et caractéristiques des régimes expérimentaux des essais 1 et 2.

	Essai 1			Essai 2	
	Mâles TS	Mâles TC	Femelles TC	Témoin ¹ (TS)	Expérimentaux ² (TC)
Tourteau de coton	—	30	30	—	23
Tourteau de soja	19	—	—	20	—
Maïs	65,35	58	51	55	53
Son de riz	13,65	9,8	3	7,2	5
Huile de palme	—	—	3	3	3
Farine de viande	—	—	2	2	2
Farine de sang	—	—	—	2	3
Coquillage	—	—	7,55	7,65	7,55
Concentré minéral ³ et vitaminé	2	2	2	2	2
L-lysine HCl	—	0,2	0,3	—	0,3 ²
SO ₄ Fe	—	—	—	—	0,2 ²
	100	100	100	100	100
Caractéristiques calculées					
Energie métabolisable (kcal/kg)	2 832	2 832	2 867	2 820	2 810
Protéines brutes (p. 100)	16,8	18,8	18,3	17,7	17,6
Calcium (p. 100)	0,4	0,4	3,7	3,6	3,6
Phosphore disponible (p. 100)	0,2	0,2	0,43	0,42	0,49
Lysine (p. 100)	0,82	0,87	0,95	1,0	0,84
méthionine (p. 100)	0,27	0,28	0,4	0,38	0,38
Gossypol libre (ppm)	—	150	150	—	114

TS : tourteau de soja ; TC : tourteau de coton.

(¹) A → TS.

(²) Dans l'essai 2 il y a 3 régimes avec tourteau de coton (TC) :

B → TC + 0,3 lysine.

C → TC + 0,2 p. 100 SO₄Fe.

D → TC + 0,3 p. 100 lysine + 0,2 p. 100 SO₄Fe.

(³) Le concentré minéral et vitaminé apporté par kg : 6 000 mg Mn, 4 000 mg Zn, 2 400 mg Fe, 25 mg Cu, 13 mg Co, 12 mg I, 11 mg Se, 520 000 IU Vit. A, 56 000 IU Vit. D₃, 700 mg Vit. E, 105 mg Vit. B₁, 160 mg Vit. B₂, 130 mg Vit. B₆, 1 050 mCg Vit. B₁₂, 25 mg acide folique, 655 mg acide nicotinique, 210 mg acide panthoténique, 7 700 mg choline, 155 mg Vit. C, 230 mg Vit. K₃, Ca 20 g, P 10,5 g, Na 7,7 g, Mg 1,3 g.

Essai 2

Supplémentation en lysine ou en sulfate de fer des régimes contenant du tourteau de coton : conséquences sur l'intensité de ponte et le poids moyen de l'œuf

Animaux et conditions d'élevage

Cent quatre vingt douze poules pondeuses de souche "Shaver" âgées de 30 semaines sont réparties par 2 dans 3 batteries de cages, chacune comportant 2 étages de 16 cages contiguës. La température varie de 20 à 29°C et l'éclairage est de 12 heures par jour. La durée totale de l'expérience est de 11 semaines.

Régimes alimentaires (tableau II)

Un régime A à base de 20 p. 100 de tourteau de soja (TS) sert de témoin. Les régimes B, C, D expérimentaux

TABLEAU III Caractéristiques chimiques des tourteaux de soja et coton (table INRA, 1984).

	Tourteau de coton	Tourteau de soja
Energie métabolisable (kcal/kg)	2 300*	2 375
Protéines brutes (p. 100)	40*	48
Cellulose brute de Weende (p. 100)	10,4*	3,4
Calcium (p. 100)	0,15	0,27
Lysine (p. 100)	1,72	3,05
Méthionine (p. 100)	0,66	0,66
Gossypol libre (ppm)	494*	—

* Valeurs mesurées sur le tourteau expérimental.

T. Dongmo, M. Pouilles-Duplaix, J.D. Ngou Ngoupayou, E. Blesbois, M. De Reviers

contiennent tous 23 p.100 de tourteau de coton. Les régimes B et C sont supplémentés respectivement avec 0,3 p. 100 de lysine ou 0,2 p. 100 de sulfate de fer (rapport Fe/gossypol de 3:1). Le régime D comporte ces 2 supplémentations. Ces 4 régimes sont distribués à raison de 4 cages consécutives par régime, de manière à disposer de 6 répétitions de 8 poules par régime.

Critères de mesure

Les animaux sont pesés après un jeûne de 12 heures au début et à la fin de l'essai pour étudier le poids vif et ses variations en relation avec la consommation alimentaire mesurée par période de 28 jours. Les œufs sont collectés chaque jour pour mesurer l'intensité de ponte (par poule présente), et pesés les 3 derniers jours de chaque période de 28 jours afin d'estimer la masse d'œuf exportée (nombre d'œufs pondus x poids). Enfin, l'indice de consommation est calculé en rapportant la consommation alimentaire journalière à la masse d'œuf exportée.

Essai 3

Conséquences de l'utilisation continue du tourteau de coton en remplacement du tourteau de soja chez des reproducteurs

Animaux et conditions d'élevage et d'alimentation (tabl IV)

- Deux cent poulettes Lohmann âgées d'un jour sont réparties en 2 parquets de 100, puis redistribuées à effectifs égaux (22) dans 8 cages collectives de type bungalow à l'âge de sept semaines. A l'âge de 21 semaines, 160 de ces poules sont placées par 2 dans les cages de 2 batteries californiennes (40 cages par batterie) en bâtiment ouvert.

Ces poulettes reçoivent un régime de démarrage (0 à 7 semaines d'âge) puis de croissance (7 à 21 semaines d'âge) comprenant respectivement soit 30 p. 100 de TC supplémenté en lysine HCl, soit 19 et 25 p. 100 de TS. La composition de ces régimes est calculée de sorte qu'à chaque période ils soient isoénergétiques et isoprotéiques. La quantité de lysine ajoutée est calculée en tenant compte des différences de digestibilité entre les deux tourteaux.

A 21 semaines d'âge, les quatre-vingts poules de chaque régime de croissance (S1 ou C1) sont subdivisées en 2 lots selon leur poids vif (40 "lourdes" L et 40 "légères" l), chaque lot recevant jusqu'à la fin de l'expérience (60 semaines) un aliment à base soit de TS (S2 : 20 poules), soit de TC (C2 : 20 poules). Il s'agit donc au total d'un plan factoriel : 2 régimes croissance (S1 ou C1) x 2 régimes "adulte" (S2 ou C2).

La température ambiante est ajustée à 32°C à l'âge de 1 jour puis diminuée de 2°C par semaine pour atteindre

25°C (température ambiante) à 5 semaines d'âge, elle varie ensuite entre 20 et 29°C selon les conditions climatiques.

L'éclairage journalier est permanent jusqu'à l'âge de 4 semaines puis ramené à 12 heures entre cet âge et 21 semaines. A ce moment, la durée d'éclairage est augmentée de 1 heure par semaine pendant 4 semaines consécutives. Les critères mesurés sur les poules sont les mêmes que pour l'expérience 2.

- Cent cinquante six coqs d'origine Lohmann, contemporains des poules, sont répartis également entre 2 loges jusqu'à l'âge de 7 semaines. Cent quarante huit de ces coqs sont alors placés en 8 cages collectives de 18 ou 19 coqs. Vingt-quatre de ces coqs sont abattus pour autopsie à 12 semaines d'âge. Les autres sont placés en cages individuelles à partir de l'âge de 21 semaines. Parmi ces derniers, 24 sont abattus pour autopsie à l'âge de 28 semaines ; le reste est utilisé pour l'insémination artificielle et enfin 20 sont abattus à 60 semaines d'âge. Ces coqs sont soumis aux mêmes conditions de température et d'éclairage que les poules.

Ils sont pesés à 1 jour, 7 semaines, 21, 28 et 60 semaines d'âge pour mesurer la variation du poids vif. La consommation alimentaire est estimée par périodes de 28 jours. A chaque abattage, nous mesurons les poids de carcasse, du foie, de la rate, du cœur et des testicules.

Récolte du sperme et insémination artificielle

A l'âge de 26 semaines, 62 coqs sont récoltés 3 fois par semaine. Le volume de chaque éjaculat est estimé par pipetage et sa concentration en spermatozoïdes par photométrie à partir d'un photomètre préalablement calibré pour le sperme de coq (IMV l'Aigle, France). La motilité des spermatozoïdes est estimée visuellement et notée subjectivement de 0 à 10 (12).

A 44 semaines, 8 groupes de 5 coqs producteurs de sperme sont constitués. Le sperme issu des cinq coqs d'un groupe est mélangé puis immédiatement dilué volume à volume dans du BPSE (18) et inséminé dans les 15 minutes suivant sa récolte à raison d'une insémination de 150 millions de spermatozoïdes par femelle.

Les inséminations sont faites de manière à ce que les coqs de chacun des 2 régimes alimentaires soient croisés avec des poules recevant chacun des 4 modes d'alimentation des poules. La récolte des œufs démarre 2 jours après la première insémination ; les œufs sont incubés tous les 6 jours. Deux mirages sont effectués après 7 et 18 jours d'incubation afin d'estimer la fertilité et la mortalité embryonnaire.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont effectuées suivant le cas par test χ^2 ou analyse de variance, à l'aide des logiciels Genstat ou Systat. Les modèles statistiques sont précisés pour chaque résultat.

Tableau IV. Essai 3. Effet du tourteau de coton sur la croissance et la reproduction des volailles de souche ponte. Composition et caractéristiques des régimes expérimentaux.

Ingrédients	Démarrage (0-7 semaines)		Croissance (7 à 21 semaines)		Reproduction mâles (21 à 60 semaines)		Reproduction femelles (21 à 60 semaines)	
	Soja	Coton	Soja	Coton	Soja	Coton	Soja	Coton
Maïs	55,3	50	65,35	61,18	62,2	57,3	51,18	52,14
Tourteau de soja/coton	24	30	19	30	25	30	25	30
Tourteau de palmiste	—	—	10	3	2,49	3	5	—
Son de riz	12,6	11,1	2,65	2,65	6,41	6,21	1,2	—
Huile de palme	2,0	2,5	—	—	—	—	2,8	3,15
Farine de viande	4	4	—	—	—	—	2,3	2,15
Coquillage	—	—	—	—	—	—	8,5	8,9
Concentré minéral et vitaminé ¹	2,1	2,1	2	2	2	2	2,12	2,02
L-lysine HCl	—	0,3	—	0,17	—	0,3	—	0,45
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Caractéristiques calculées								
Energie métabolisable (kcal/kg)	2 914	2 910	2 896	2 855	2 860	2 846	2 800	2 800
Protéines brutes (p. 100)	20,39	20,53	17,0	18,3	18,7	18,4	18,8	18,5
Lysine (p. 100)	1,05	1,05	0,83	0,84	0,97	0,95	1	1,06
Méthionine (p. 100)	0,42	0,43	0,29	0,33	0,31	0,30	0,41	0,41
Phosphore disponible (p. 100)	0,42	0,41	0,26	0,32	0,32	0,33	0,40	0,40
Calcium (p. 100)	0,71	0,70	0,42	0,38	0,50	0,40	3,9	3,9
Gossypol libre (ppm)	—	150	—	150	—	150	—	150

(¹) Voir tableau II, note 3.

RÉSULTATS

Essai 1

Effet du tourteau de coton sur la fertilité des coqs adultes

Le taux de fertilité des œufs, pendant la période 2-8 jours, est plus élevé avec les régimes à base de tourteau de coton (TC) qu'avec ceux contenant du tourteau de soja (TS), mais la différence entre les 2 traitements n'est pas significative dans nos conditions d'expériences (88,5 contre 82,9 p. 100, $P \geq 0,05$). L'éclosivité vraie des œufs fertiles n'indique pas non plus de différence significative entre les deux traitements : 88,3 p. 100 pour TS et 85,3 p. 100 pour TC ($P > 0,05$). Enfin, le taux d'éclosion est comparable : 73 et 75,5 p. 100 chez les coqs TS et TC respectivement (tabl. V).

Lors de la seconde semaine après insémination artificielle la fertilité moyenne chute de moitié dans les deux lots sans que la différence soit significative entre régimes (45 p. 100 pour les coqs TS et 37,6 p. 100 pour les coqs TC). Les taux d'éclosion suivent une baisse comparable et non significative entre régimes (36,4 et 30,5 p. 100 respectivement ; $P \geq 0,05$).

Essai 2

Supplémentation des régimes à base de tourteau de coton en lysine et/ou sulfate de fer : effets sur la ponte

Malgré une consommation alimentaire identique quel que soit le régime expérimenté, l'augmentation de poids des poules est inférieure avec les régimes TC ($P \leq 0,05$; tabl. VI). Cet effet est en grande partie compensé par un apport supplémentaire de lysine qu'il y ait sulfate de fer (153 g) ou non (161 g). Mais cette compensation n'a pas lieu si le sulfate de fer est employé seul (71 g).

T. Dongmo, M. Pouilles-Duplaix, J.D. Ngou Ngoupayou, E. Blesbois, M. De Reviere

TABLEAU V. Essai 1. Effet du tourteau de coton sur la fertilité des coqs adultes évaluée a posteriori pendant deux périodes successives (2-8 j et 9-15 j) après la dernière insémination.

	Période 2-8 jours			Période 9-15 jours		
	Fertilité (p. 100)	Éclosivité vraie	Éclosivité totale	Fertilité (p. 100)	Éclosivité vraie	Éclosivité totale
Aliment soja	82,9a (211) ¹	88,0a	73a	45a (220)	80,8a	36,4a
Aliment coton	88,5a (192)	85,3a	75,5a	37,6a (223)	80,9a	30,5a

(¹) Nombre d'œufs incubés.

TABLEAU VI. Essai 2. Effet d'une supplémentation d'un régime à base de tourteau de coton avec de la lysine et/ou du sulfate de fer (30 à 41 semaines) par rapport à un régime témoin à base de tourteau de soja chez des poules en ponte.

Traitements expérimentaux	Consommation alimentaire (g/j/poule)	Poids moyen des œufs (g)	Gain de poids (g/poule)	Intensité de ponte (p. 100)	Masse d'œuf exportée (g/j/poule)	Indice de consommation (g aliment/g d'œuf)
A. Témoin (tourteau soja)	116,8	62,7a	237a	87,3	54,7a	2,13a
B. 23 p. 100 tourteau de coton + lysine	116,0	59,6b	161ab	82,0	49,6ab	2,39b
C. 23 p. 100 tourteau de coton + SO ₄ Fe	116,8	59,5b	71b	78,0	46,4b	2,52b
D. 23 p. 100 tourteau de coton + SO ₄ Fe + lysine	117,5	59,7b	153ab	81,6	50,1ab	2,36b
SEM	0,3 NS	0,8**	34**	1,9 NS	1,71**	0,08**

NS : non significatif, ** : différence significative au seuil de $p \leq 0,05$.

Dans la même colonne les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas différents de façon significative au seuil de $p \leq 0,05$.

L'intensité de ponte suit une évolution assez comparable à celle du gain de poids : 87,3 p. 100 pour le traitement TS, 82 p. 100 pour le traitement TC + lysine et 81,6 p. 100 pour le traitement TC + sulfate de fer + lysine. Le régime supplémenté en sulfate de fer seul correspond à la plus faible intensité de ponte (78 p. 100), ces différences ne sont pas significatives ($P > 0,05$). Le poids des œufs est significativement plus élevé ($P \leq 0,05$) chez les poules TS (62,7 g) que chez les poules TC prises dans leur ensemble (environ 59,6 g). Pour ces dernières il n'y a pas de différence entre supplémentation en lysine et/ou supplémentation en sulfate de fer. La masse d'œuf exportée et l'indice de consommation varient plus comme l'intensité de ponte que comme le poids de l'œuf suivant les régimes. Ainsi, les poules témoins exportent 54,7 g d'

œuf par jour contre 50,1 g pour le lot TC + lysine + sulfate de fer, 49,6 pour le traitement TC + lysine et 46,4 g pour le régime contenant seulement du sulfate de fer.

Essai 3

Effet du tourteau de coton sur la croissance et la reproduction

Période de croissance

Malgré une consommation alimentaire journalière comparable jusqu'à 21 semaines d'âge, les oiseaux nourris au TC ont une croissance corporelle légèrement moins éle-

TABLEAU VII. Essai 3. Effet du tourteau de coton dans l'alimentation des reproducteurs : période de croissance (0-21 semaines).

Périodes	Femelles		Mâles		Sed
	Tourteau de soja (TS)	Tourteau de coton (TC)	Tourteau de soja (TS)	Tourteau de coton (TC)	
0-7 semaines					
Nombre d'animaux	100	100	78	78	—
Poids vif à 1 jour (g)	37	35	37	37	—
Gain de poids (g)	377	322	435	372	—
Consommation alimentaire (g/l)	22	22	32	31	—
Indice de consommation	2,7	3,2	3,4	3,9	—
Taux de mortalité (p. 100)	0	0	2,6	7,7	—
7-21 semaines					
Gain de poids (g)	1 343,0	1 239,0	1 964,0	1 888,0	28,4
Consommation alimentaire (g/j)	73,0	71,0	91,0	88,0	3,0
Indice de consommation	5,1	5,3	4,3	4,4	0,2
Taux de mortalité (p. 100)	1,0	1,0	1,3	2,8	0,6

Sed : erreur standard de la différence des moyennes.

Pas de différence significative entre les différentes moyennes $P \leq 0,05$.

TABLEAU VIII. Essai 3 Effets du tourteau de coton sur les performances des poules pendant la période de reproduction (23 à 60 semaines).

Régime de croissance	Régimes alimentaires				Sed
	Soja (TS)		Coton (TC)		
Régime de ponte	Soja (TS)	Coton (TC)	Coton (TC)	Soja (TS)	
Nombre de poules	40	40	40	40	
Consommation alimentaire (g/l)	123,6	130,3	126,4	123,6	5,4
Intensité de ponte	76,8	76,2	75,1	72,9	3,7
Poids des œufs (g)	62,2	60,3	58,9	61,0	1,0
Masse d'œuf exportée	47,8	45,9	44,2	44,5	1,9
Indice de consommation	2,6	2,8	2,9	2,8	0,39
Poids poules (g)					
23 semaines	1 734	1 747	1 645	1 615	98,0
60 semaines	2 176	2 287	2 167	2 118	77,0
Fertilité (p. 100)	57,6	57,7	58,3	60,7	4,90
Éclosivité vraie (p. 100)	86,9	88,7	87,8	86,1	2,71
Éclosivité totale (p. 100)	50,0	51,0	51	52	2,71

Sed : erreur standard de la différence des moyennes.

vée que ceux du groupe TS malgré la supplémentation en lysine, mais les différences restent non significatives ($P \geq 0,05$) (tabl. VII).

Période de reproduction

Comparés aux reproducteurs nourris toute leur vie avec le régime "soja" (TS-TS), ceux ayant reçu en permanence le régime "coton" ont, à consommation alimentaire quasi égale (124 vs 126 g), un gain de poids de 23 à 60 semaines plus élevé (442 vs 522 g) mais une intensité de ponte (76,8 vs 75,1 p. 100), un poids d'œuf (62,2 vs 58,9 g) et une masse d'œuf exportée diminués. Ces différences s'expliquent en partie par un âge d'entrée en ponte plus tardif des poules du régime coton (fig. 1).

L'emploi de tourteau de coton pendant la période adulte chez des poules nourries au tourteau de soja pendant la croissance (TS-TC) leur permet d'atteindre une intensité de ponte très voisine de celles n'ayant eu que du tourteau de soja (76,2 vs 76,8 p. 100) (tabl. VIII). Le poids d'œuf (60,3 vs 62,2 g) et la masse d'œuf exportée (45,9 vs 47,8 g/j) sont cependant diminués chez les premières, alors que la consommation alimentaire (130,3 vs 123,6 g/j) et le gain de poids (539,5 vs 442,0 g) sont au contraire augmentés.

Chez les poules nourries avec du tourteau de coton pendant la croissance puis avec du tourteau de soja pendant la période adulte, il y a, par rapport à celles recevant du tourteau de coton toute leur vie, dégradation de l'intensité de ponte (72,9 vs 75,1 p. 100) mais légère augmentation du poids de l'œuf (61,0 vs 58,9 g) ce qui, par compensation, conduit à une masse d'œuf exportée tout à fait comparable (44,2 vs 44,5 g/j) à gain de poids pratiquement égal (502,8 vs 522,0 g/j).

La qualité du sperme ne semble pas affectée par les régimes contenant du tourteau de coton. La fertilité moyenne des œufs, entre le second et le 8e jour suivant l'insémination (mesurée sur 9 250 œufs), reste comparable entre les 2 traitements en ponte (59,1 p. 100 pour le régime soja et 58 p. 100 pour le régime coton). Le taux d'éclosion est lui aussi comparable entre les traitements (88,5 p. 100 pour TC et 86,5 p. 100 pour TS, $P \geq 0,05$) (tabl. VIII).

Au total les variations induites par les différents régimes alimentaires des poules au niveau de l'intensité de ponte et du poids d'œuf montrent que l'emploi du tourteau de coton a toujours tendance à diminuer la masse d'œuf exportée (y compris chez les poules alimentées avec du tourteau de soja pendant la croissance) mais augmente le gain de poids vif des poules pendant la période de ponte.

DISCUSSION et CONCLUSION

De cet ensemble de résultats ressortent les conclusions suivantes :

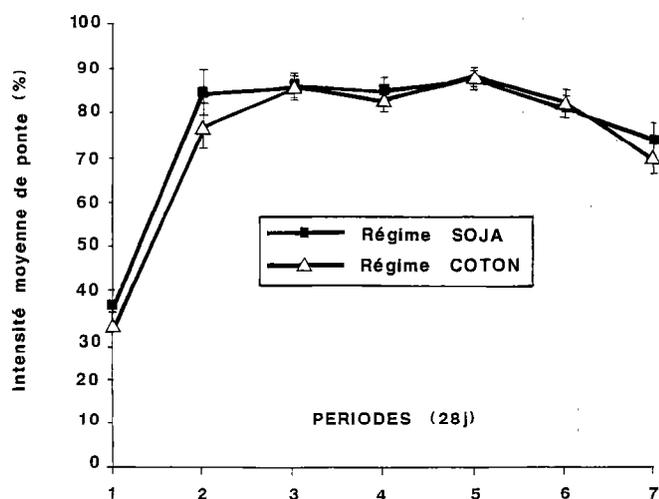


Figure 1 : Essai 3 : influence du régime de croissance sur l'intensité de ponte moyenne des poules ($n = 80$ poules/traitement) pendant 7 périodes de 28 jours.

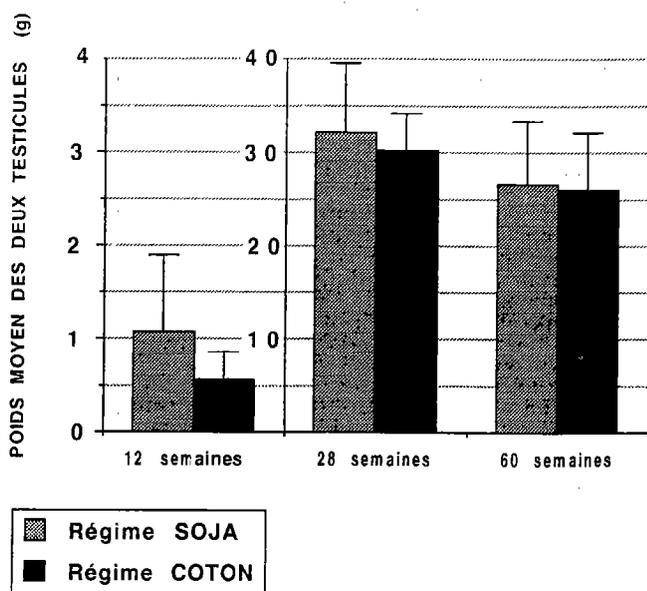


Figure 2 : Essai 3 : influence du régime alimentaire sur le développement testiculaire.

- Chez le coq reproducteur et dans nos conditions expérimentales, l'utilisation de tourteau de coton au lieu de tourteau de soja diminue la croissance corporelle et n'a pas d'effet nettement défavorable sur le développement pondéral des testicules (fig. 2), le volume des éjaculats et leur concentration en spermatozoïdes, non plus que sur la motilité de ces derniers. Il ne paraît pas non plus ressortir d'effet défavorable du tourteau de coton sur les taux de fécondation des œufs obtenus après insémination artificielle faite à partir de coqs alimentés au tourteau

de coton, que ce soit pendant la seule période adulte ou dès la croissance.

- Chez la poule, la réduction de croissance occasionnée par le tourteau de coton administré dès le jeune âge entraîne un retard d'entrée en ponte de quelques jours, réduit l'intensité de cette dernière (même si les poules reçoivent du tourteau de soja à l'âge adulte) et la masse d'œuf exportée, tout en augmentant le gain de poids corporel pendant la période adulte. Il s'agit peut-être d'une croissance compensatrice. Les effets défavorables du tourteau de coton sur ces deux derniers critères apparaissent encore s'il n'est distribué que pendant la période adulte. La supplémentation en lysine du tourteau de coton ne permet pas de remédier en totalité à son insuffisance nutritionnelle.

Cette disparité d'effets suivant le sexe des reproducteurs ne doit pas surprendre. Chez le coq une légère réduction de la croissance corporelle par restriction alimentaire affecte peu le développement testiculaire, à moins que ces restrictions ne soient sévères (2). Les besoins du coq reproducteur adulte semblent en fait se limiter à ses besoins d'entretien, si bien que la teneur de l'aliment en protéines brutes et en acides aminés peut y être largement réduite (par rapport à celle nécessaire chez la poule) sans inconvénient pour la quantité de spermatozoïdes produits. Il semble même qu'une teneur protéique élevée (> 10 p. 100) soit au contraire défavorable à la qualité des spermatozoïdes, alors qu'une alimentation énergétique libérale nuit à la facilité de récolte du sperme, en favorisant l'engraissement des coqs. Dans nos conditions expérimentales, les besoins des coqs vis-à-vis de la production de spermatozoïdes ont donc été probablement couverts en dépit de la moindre valeur nutritionnelle du tourteau de coton. En outre, l'apport de gossypol libre de ce tourteau n'a manifestement pas suffi pour altérer la qualité des spermatozoïdes, si l'on en juge par leur motilité ou les taux de fécondation obtenus.

Chez la poule au contraire, il est bien connu que la production d'œufs correspond à une exportation importante d'énergie et de protéines et qu'elle a donc, par rapport à son poids corporel, des besoins très supérieurs à ceux du coq pendant la période de reproduction. La future pondeuse supporte par contre assez bien les restrictions alimentaires pendant la croissance. Il lui faut cependant atteindre à la fin de celle-ci un développement corporel suffisant pour avoir une intensité de ponte optimum (4). Cette condition n'a pas été remplie ici chez les poules nourries au tourteau de coton, malgré une supplémentation en lysine. Ceci est sans doute dû au fait que les protéines (et acides aminés) de ce tourteau sont rendues peu digestibles par le chauffage qu'il aurait subi au moment de l'extraction d'huile, alors que les besoins en protéines et acides aminés de la poulette sont élevés entre 17 et 20 semaines d'âge et peuvent atteindre 19 p. 100 de matières azotées totales dans un régime équilibré et ayant une digestibilité normale, comme le montrent les résultats d'une alimentation en libre choix (17). C'est

peut-être pour cette raison que les poules adultes de l'expérience 3 supportent mieux le tourteau de coton pendant la période adulte si elles ont reçu au préalable du tourteau de soja jusqu'à l'entrée en ponte.

La déficience de la teneur en protéines digestibles du tourteau de coton ne suffit pas pour expliquer la réduction de la masse d'œuf exportée chez les poules adultes qui en consomment. En effet, on situe en moyenne à 67 et 84 p. 100 la digestibilité des protéines des tourteaux de coton ou de soja (16). Pour les régimes de l'expérience 3, contenant 18,5 p. 100 de protéines brutes et consommés à raison de près de 125 g/j, il y aurait donc apport respectif de 15,5 ou 19,4 g/j de protéines digestibles, quantités théoriquement suffisantes pour assurer les besoins en période de ponte (7). Un calcul similaire, aboutissant à des conclusions comparables peut être fait pour la lysine. S'il en est bien ainsi, c'est donc soit que la digestibilité des protéines du tourteau de coton est surestimée, soit que d'autres déficiences en acides aminés digestibles que la lysine existent.

On pourrait par ailleurs soupçonner un rôle néfaste du gossypol libre apporté par le tourteau. Dans notre régime expérimental (TC) la teneur en gossypol libre est de 150 ppm. Ce taux a-t-il eu un effet sur la croissance des animaux ? Ceci semble peu probable car l'effet dépressur du gossypol sur la croissance ne se manifeste généralement qu'au-delà de 200 ppm (6, 19) et sa toxicité ne s'exprime qu'à partir de 400-600 ppm (1, 10).

Quoi qu'il en soit les régimes à base de tourteau de coton même supplémentés en lysine ont un effet dépressur sur la croissance des coqs et poules reproducteurs et pénalisent la production des œufs et l'efficacité alimentaire. Ainsi le tourteau de coton déprime les capacités de reproduction des volailles même pour des concentrations de gossypol d'environ 150 ppm dans le régime. Les effets du tourteau de coton ne sont que partiellement compensés par l'addition de lysine au régime. L'action spécifique du gossypol mériterait donc d'être mieux précisée afin d'expliquer les faibles croissances des poussins et les effets sur la reproduction en les dissociant de ceux des acides gras cyclopropéniques, de la qualité des protéines, de la teneur en parois cellulaires et des autres constituants nutritionnels ou toxiques du tourteau de coton. La réduction des coûts alimentaires liée à l'emploi du tourteau de coton suggère donc une poursuite de l'effort de recherche sur cette matière première.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude au ministère français de la Coopération et à l'Institut des recherches zootechniques et vétérinaires du Cameroun pour le financement de ces travaux. Nos remerciements vont également à M. PICARD pour la correction du manuscrit, à M. Hans HOCKER pour les analyses statistiques, à MM. Simeon NGANWA et Jacques KAMMEGNI et à Mme TCHAKOUNTÉ pour leur assistance technique.

BIBLIOGRAPHIE

1. COUCH (J.R.), CHANG (W.Y.), LYMAN (C.M.). The effect of free gossypol on chick growth. *Poult. Sci.*, 1955, **34** : 178-183.
2. DE REVIERS (M.). Effets du rationnement alimentaire chez le coq de type chair. Interactions avec la durée quotidienne d'éclairage. *Prod. anim.*, 1990, **3** : 21-30.
3. EL BOUSHY (A.R.), RATERINK (R.). Replacement of Soyabean by cottonseed meal and peanut meal or both in low energy diets for broilers. *Poult. Sci.*, 1989, **68** : 799-804.
4. HARMS (R.H.). Feeding layers in hot tropical climates. *Poultry int.*, 1983, **22** (11) : 24-26.
5. HEYWANG (B.W.), BIRD (H.R.), ACTSCHUL (A.M.). The effect of pure gossypol on egg hatchability and weight. *Poult. Sci.*, 1950, **29** : 916-920.
6. HEYWANG (B.W.), BIRD (H.R.). Relationship between the weight of chicks and levels of dietary free gossypol supplied by different cottonseed products. *Poult. Sci.*, 1955, **34** : 1239-1247.
7. Institut national de la recherche agronomique (INRA). L'alimentation des monogastriques : porc, lapin, volaille. Paris, INRA, 1984. 282 p.
8. JONES (L.A.). Nutritional values for cottonseed meal. *Feedstuffs*, 1981, **53** : 21-24.
9. NABER (E.C.), MORGAN (C.L.). Fat supplementation of chick starting rations containing cottonseed meal. *Poult. Sci.*, 1957, **36** : 727-732.
10. NARAIN (R.), LYMAN (C.M.), COUCH (J.R.). High levels of free gossypol in hens diets: effects on body weight, feed consumption and egg production. *Poult. Sci.*, 1957, **36** : 1351-1354.
11. NWOKOLO (E.N.), BRAGG (D.B.), KITTS (W.). The availability of amino acid from palm kernel, soyabean, cottonseed and rape seed meal for growing chick. *Poult. Sci.*, 1976, **55** : 2300-2304.
12. PETITJEAN (M.J.). Recherches sur l'estimation du pouvoir fécondant des coqs. Poitiers, Mémoire d'Ingénieur du CNAM, 1965. 84 p.
13. PHELPS (R.A.). Cottonseed meal for poultry: from rescach to practical application. *Wld's Poult. Sci. J.*, 1966, **22** : 86-112.
14. PIERSON (E.E.M.), POTTER (L.M.), BROWN (R.D.). Amino acid digestibility of deshulled Soyabean meal by adult turkeys. *Poult. Sci.*, **59** : 845-848.
15. PONE (K.D.), NGROUPAYOU (J.D.N.), DONGMO (T.). The effect of feeding graded levels of cottonseed cake to laying chickens. *Revue sci. technol. Sér. Sci. zootech.*, 1987, **3** (2) : 181-188.
16. ROJAS (S.W.), SCOTT (M.L.). Factors affecting the nutritive value of cottonseed meal as a protein source in chicks diets. *Poult. Sci.*, 1969, **48** : 818-835.
17. SCOTT (T.A.), BALNAVE (D.). Responses of sexually maturing pullets to self selection feeding under different temperature and lighting regimes. *Br. Poult. Sci.*, 1989, **30** : 135-150.
18. SEXTON (T.J.). A new poultry semen extender. 1. Effect of extension on the fertility of chicken semen. *Poult. Sci.*, 1977, **56** : 1443-1446.
19. WALDROUP (P.W.). Cottonseed meal in poultry diets. *Feedstuffs*, 1981, **53** : 21-24.

DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), NGOU NGOUPAYOU (J.D.), BLESBOIS (E.), DE REVIERS (M.). Use of cottonseed oil-meal in poultry feeding. I. Study performed in *Gallus domesticus* breeding animals. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 609-619

Three experiments were carried out to determine the effects of cottonseed oil-meal (TC) on the performances of breeding cocks and hens. Trial 1 : 13 "Isabrown" 12-month old cocks received a diet containing 30 % TC and 13 other cocks were fed control diet based on soyabean oil-meal (TS). The lysine content of both diets was the same. These cocks were used to inseminate 160 "Lohmann" hens receiving 30 % TC in their diet. Fertility measured in 846 eggs was not significantly different from one treatment to another ($P > 0.05$). Trial 2 : 192 30-week old "Shaver" laying hens received a diet containing 23 p. 100 TC supplemented with 0.3 % lysine and/or 0.2 % iron sulphate, or a control diet based on TS. Despite lysine supplementation, the egg weight, egg-laying rate, exported egg mass, feed efficiency and weight gain were lower for TC than for TS groups. The lysine supplementation and/or the neutralisation of gossypol by iron sulphate did not result in similar performances in groups TC and TS. Trial 3 : 200 "Lohmann" female chicks and 156 males were used from the age of 1 day to 21 weeks. Half of the animals were fed a diet containing 30 % TC and the other half a diet based on TS. At the age of 21 weeks, each group of hens was separated into two groups of 40 and received an egg-laying diet of type TC or TS until the age of 60 weeks. Crossing were performed between the cocks and hens (a factorial design : 4 egg-laying treatments x 2 cocks treatments). In spite of lysine supplementation, cotton oil-meal had a negative effects on the growth of the young. During the laying periods, hens fed with soyabean oil-meal behaved better than those receiving the TC diet. The performances of TS growing hens and TC laying hens were located between the two extreme groups (soyabean oil-meal or cottonseed oil-meal). No difference in fertility was observed between treatments ($P \geq 0.05$). It may be concluded that the negative effects of TC were more marked on the reproductive abilities of hens than on those of cocks, but the specific action of gossypol should be further analysed and should be dissociated from the many effects caused by other factors limiting cottonseed oil-meal intake or digestibility.

Key words : Poultry - Cock - Laying hen - Feeding - Cottonseed cake - Soyabean meal - Feed supplement - Lysine - Ferrous sulfate - Feed efficiency - Growth - Liveweight gain - Laying performance - Fertility - Crossbreeding - Artificial insemination.

DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), NGOU NGOUPAYOU (J.D.), BLESBOIS (E.), DE REVIERS (M.). Uso de la torta de algodón en la alimentación aviar. I. Estudio zootécnico en reproductores de la especie *Gallus domesticus*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 609-619

Se midieron los efectos de la torta de algodón (TC) sobre el rendimiento de gallos y gallinas reproductores. Ensayo 1 : 13 gallos "Isabrown" de 12 meses de edad, recibieron un alimento con un contenido de 30 p. 100 de TC. Otros 13 gallos siguieron una dieta control, a base de torta de soja (TS). Los dos alimentos contenían el mismo porcentaje de lisina. Estos gallos se utilizaron para inseminar 160 gallinas "Lohmann", las cuales recibieron una dieta con 30 p. 100 de TC. La fertilidad, medida sobre 846 huevos, no diferió significativamente entre los dos tratamientos ($P > 0,05$). Ensayo 2 : 192 ponedoras "Shaver", de 30 semanas de edad recibieron un régimen alimenticio con 23 p. 100 de TC complementado con 0,3 p. 100 de lisina y/o 0,2 p. 100 de sulfato de hierro, o un régimen control a base de TS. A pesar de la complementación con lisina, el peso del huevo, la intensidad de postura, la masa exportada de huevo, la eficiencia alimenticia y la ganancia de peso, fueron inferiores para los tratamientos TC que para los TS. La complementación con lisina y/o la neutralización del gossipol con sulfato de hierro, no bastan para obtener rendimientos comparables entre TC y TS. Ensayo 3 : 200 pollitas "Lohmann" y 156 machos de 1 día de edad se utilizaron de un día a 21 semanas. La mitad de los animales recibió un régimen con 30 p. 100 de TC y el resto un alimento a base de TS. A 21 semanas, cada grupo de gallinas se separó en dos lotes de 40, a los que se administró un régimen de postura de tipo TC o de tipo TS hasta 60 semanas de edad. Se efectuaron cruces entre los gallos y las gallinas (dispositivo factorial: 4 tratamientos postura x 2 tratamientos, gallos). A pesar de la complementación en lisina, la torta de algodón tiene un efecto negativo sobre el crecimiento de los jóvenes. Durante la postura, las gallinas alimentadas con TS se comportaron mejor que las que recibieron TC. Las gallinas TS en crecimiento y las TC en postura tuvieron rendimientos intermedios entre los dos grupos extremos (torta de soja o torta de algodón). No se obtuvo una diferencia significativa en la fertilidad entre los distintos tratamientos ($p \geq 0,05$). En resumen, los efectos negativos de la TC se manifiestan más claramente sobre las funciones reproductivas de las gallinas que sobre las de los gallos. Sin embargo, la acción propia del gossipol merece análisis complementarios para poder dissociar los múltiples efectos provocados por otros factores limitantes del consumo o de la digestibilidad de la torta de algodón.

Palabras claves : Aves de corral - Gallo - Gallina ponedora - Alimentación - Torta de algodón - Torta de soja - Complemento alimenticio - Lisina - Sulfato ferroso - Eficiencia alimenticia - Crecimiento - Ganancia de peso - Rendimiento en la postura - Fertilidad - Cruzamiento - Inseminación artificial.

T. Dongmo¹
 M. Pouilles-Duplaix¹
 M. Picard²
 C. Mbi³
 M. De Réviers²

Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles.

II. Effets du gossypol sur les paramètres de la reproduction

DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), PICARD (M.), MBI (C.), DE REVIERS (M.). Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles. II. Effet du gossypol sur les paramètres de la reproduction. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 621-630

Trois expériences mesurent les effets du gossypol, administré par voie alimentaire, sur la reproduction des coqs et de poules adultes de souches ponte ou chair. Six cent cinquante grammes d'acétate de gossypol ont d'abord été extraits et cristallisés à partir de 80 kg de soapstock de coton. Le produit obtenu titrait 47,86 p. 100 de gossypol libre et 61,19 p. 100 de gossypol total. Des aliments équilibrés, dépourvus de tourteau de coton ont été complétés avec des doses croissantes de 0, 250, 400 et 800 ppm de gossypol libre et distribués à des coqs et à des poules reproductrices. Le premier essai a porté sur 128 poules et 45 coqs pubères ; il ne montre aucun effet de doses alimentaires inférieures ou égales à 400 ppm de gossypol libre sur la consommation alimentaire, la ponte, la production et la motilité du sperme, la fécondité et l'éclosabilité des œufs incubés. Les deux essais suivants ont servi à tester l'effet d'une concentration alimentaire de 800 ppm de gossypol libre sur respectivement 10 coqs reproducteurs de souche chair âgés de 82 semaines et rationnés et 12 coqs reproducteurs de souche ponte âgés de 29 semaines nourris *ad libitum*. A cette dose (environ 20 mg/kg PV/j) le gossypol libre a diminué la consommation alimentaire, le poids des animaux et des testicules des coqs de souche ponte et fait augmenter la proportion de spermatozoïdes anormaux dans les éjaculats des coqs de souche chair. Pour cette concentration on a observé une couleur anormale brun verdâtre des foies provenant de coqs ayant consommé les régimes complétés en gossypol. Compte tenu des concentrations du tourteau de coton en gossypol (en général inférieures à 250 ppm), il semble peu vraisemblable que le gossypol libre de ce tourteau soit directement responsable des troubles de la reproduction observés chez les volailles qui en consomment.

Mots clés : Volaille - Coq - Poule pondeuse - Poulet de chair - Alimentation - Tourteau de coton - Gossypol - Reproduction - Performance de ponte - Éclosabilité - Sperme - Poids.

INTRODUCTION

Le tourteau de coton (TC), utilisé comme principale source de protéines à la place du tourteau de soja dans l'alimentation des poules reproductrices, freine leur croissance et réduit le nombre et la taille des œufs pondus, même lorsque l'aliment est correctement supplémenté en lysine et sulfate de fer (10). Toutefois la fertilité et l'éclosabilité des œufs produits ne sont pas significativement

diminuées par la consommation du TC dans nos conditions expérimentales, alors que le gossypol ajouté seul à une ration ne contenant pas de TC réduit la fertilité des rats (27) et des singes (14) qui en consomment. Chez les volailles, AKANBI *et al.* (3) observent une réduction de la fertilité pour des concentrations alimentaires de gossypol supérieures ou égales à 1 000 ppm tandis que SAVILLE *et al.* (23) observent un effet similaire pour des doses dix fois inférieures. Il existe donc une incertitude sur les doses de gossypol alimentaire susceptibles d'affecter les facultés de reproduction des volailles.

Les variétés de coton "glandless", c'est-à-dire dépourvues de gossypol semblent bien utilisées par les poulets en croissance (28). Dès lors, quels sont les effets nocifs spécifiques du gossypol sur la croissance et la reproduction de ces animaux ? Beaucoup d'expériences publiées sur le TC dissocient mal l'effet du gossypol de celui des autres facteurs alimentaires ou toxiques pouvant agir simultanément sur les performances et l'état sanitaire des animaux. Le but du travail que nous rapportons ici est de tenter d'identifier et de quantifier les effets éventuels du seul gossypol sur la reproduction des coqs et poules reproducteurs, en dehors de son support alimentaire habituel : le tourteau de coton (tableau I).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Extraction et purification du gossypol

Les graines de coton contiennent en moyenne de 0,4 à 1,4 p. 100 de gossypol (4) ; le tourteau est beaucoup moins riche (environ 0,5 à 1,5 p. 100 de gossypol) que le "soapstock"* (4 à 6 p. 100).

Un échantillon de 1 kg de "soapstock" en provenance de l'huilerie de Garoua au Cameroun est placé dans un ballon de deux litres et lavé par agitation pendant deux minutes avec de l'hexane -SIGMA A6283- (300 ml/kg de soapstock). Le mélange est alors transvasé dans une ampoule à décanter et la fraction lourde est conservée. De cette fraction, 500 g sont introduits dans un ballon de deux litres avec 500 g d'acide méta-phosphorique -ALDRICH 31027- (dilué à 0,4M) et 500 g de butanone -SIGMA M2886- selon la méthode décrite par PONS *et al.* (21). Ce mélange est chauffé à 50°C et agité pendant 90

1. Institut de recherches zootechniques, BP 1457, Yaoundé, Cameroun.

2. Institut national de la recherche agronomique (INRA), Station de Recherches avicoles, 37380 Nouzilly, France.

3. Institut de recherches médicales et d'études des plantes médicinales, BP 193, Yaoundé, Cameroun.

Reçu le 2.3.1993, accepté le 20.4.1993.

* Soapstock : résidu de neutralisation issu de l'action de la soude sur les acides gras libres contenus dans l'huile brute.

TABLEAU I Thèmes des essais.

Thème étudié	Titre d'essai	Nombre d'animaux	Durée essai	Paramètres étudiés
	Essai 1. Effets de 250 et 400 ppm de gossypol sur les coqs et les poules	128 poules 45 coqs	9 semaines	— consommation alimentaire — intensité de ponte — poids des œufs — fertilité — éclosivité — qualité du sperme
Effets du gossypol l'aliment sur les paramètres de la reproduction	Essai 2 - Effets de 800 ppm de gossypol sur la production de spermatozoïdes de coqs de type chair rationnés.	10 coqs	6 semaines	— consommation alimentaire, — qualité du sperme + motilité + concentration des éjaculats + poids des éjaculats + morphologie des spermatozoïdes — poids des organes internes
	Essai 3. Effets de 800 ppm de gossypol sur la consommation alimentaire de coqs reproducteurs ponte nourris ad libitum.	12 coqs	7 semaines	— consommation alimentaire, — poids des organes — contrôles histologiques

minutes. La température et le temps ont été choisis pour maximiser le rendement d'extraction (à 50°C le gossypol se lie moins aux autres molécules (9)). Après refroidissement à température ambiante le mélange est introduit dans une ampoule à décanter et la phase légère est conservée. Cette fraction est concentrée au tiers du volume par évaporation sous vide et chauffage à 50°C. Après mesure du volume restant, la fraction est mélangée avec un tiers de volume d'acide acétique cristallisable -SIGMA A6283- dans un erlenmeyer de deux litres. Le mélange obtenu est agité puis laissé pendant 48 heures à la température du laboratoire (environ 25°C), avant d'être filtré sous vide sur papier filtre. Les cristaux d'acétate de gossypol sont lavés sur papier filtre à l'hexane jusqu'à obtention d'une couleur jaune pâle puis séchés à l'étuve à 40°C pendant 24 heures. Les cristaux secs d'acétate de gossypol sont pesés, placés dans un bécher puis dissous avec 6 ml de butanone par gramme de cristaux. Le gossypol est recristallisé sous la forme d'acétate par addition de 2 ml d'acide acétique cristallisable par gramme. Les cristaux sont immédiatement filtrés sous vide et séchés à l'étuve (40°C pendant 24 heures). Le rendement moyen obtenu est de 650 g d'acétate de gossypol brut pour 80 kg de soapstocks traités.

L'analyse de l'acétate de gossypol brut obtenu, réalisée par HPLC, indique une teneur de 61,19 p. 100 de gossypol total dont 47,86 p. 100 sous forme libre.

Essai 1

Effets de concentrations variables de gossypol (250 et 400 ppm) incorporé dans le régime alimentaire chez des coqs et des poules reproducteurs

La teneur en gossypol des aliments pour volailles fabriqués au Cameroun avec du tourteau de coton est en moyenne de 150 ppm. Les doses testées ici (250 et 400 ppm) sont donc supérieures aux concentrations maximales généralement rencontrées (20, 22).

Animaux

Cent vingt huit poules pondeuses semi-lourdes de souche "Lohmann" âgées de 21 semaines sont réparties dans 64 cages de 2 poules dans deux batteries californiennes identiques placées en bâtiment ouvert.

Quarante-cinq coqs de souche chair "Arbor Acres" âgés de 18 semaines sont logés individuellement dans des cages situées dans le même bâtiment que les poules. Tous les animaux ont reçu pendant leur croissance des aliments à base de maïs/soja sans tourteau de coton ni gossypol.

Aliments et répartition des animaux

Deux régimes de base sans tourteau de coton ni gossypol sont formulés pour satisfaire les besoins nutritionnels

des poules (nourries *ad libitum*) et des coqs (sur la base d'un rationnement quantitatif à 115 g d'aliment par animal et par jour) (tableau II). Le régime de ponte est supplémenté avec 0, 250 ou 400 ppm de gossypol libre en tenant compte des résultats analytiques (47,86 p. 100 de gossypol libre dans l'acétate brut). Le régime destiné aux coqs est supplémenté avec 0 ou 400 ppm de gossypol libre. A partir de 21 semaines d'âge, chacun des 2 aliments contenant du gossypol est distribué *ad libitum* à 32 poules (16 cages de 2) alors que le régime témoin sans gossypol est distribué *ad libitum* à 64 poules (32 cages de 2). A partir de 22 semaines d'âge, les aliments contenant respectivement 0 et 400 ppm de gossypol sont distribués (115 g/j) à 22 et 23 coqs. La durée totale de l'expérience est de 9 semaines. Pendant cette période, tous les animaux reçoivent un éclairage journalier de 16 h. Afin d'estimer l'incidence éventuelle du gossypol sur la fertilité des deux sexes, les poules témoins sont inséminées par du sperme provenant des coqs témoins ou recevant du gossypol, alors que les poules consommant du gossypol sont inséminées par du sperme produit par les seuls coqs témoins.

La répartition des poules suit un dispositif en 4 blocs randomisés. Chaque bloc, composé de 16 cages voisines, est subdivisé en 4 groupes de 4 cages. Chacun de ces groupes reçoit un traitement différent : aliment témoin (insémination par coqs témoins), aliment témoin (insémination par coqs consommant du gossypol), aliment 250 ppm de gossypol ou aliment 400 ppm de gossypol (insémination par coqs témoins).

Critères retenus

La consommation alimentaire et la production d'œufs (nombre et poids) sont enregistrées pendant toute l'expérience. Les coqs sont entraînés à la production de sperme par massage dorso-lombaire trois fois par semaine (6) puis le sperme de chaque coq est récolté et analysé quotidiennement pendant 5 jours consécutifs au cours de la 29e semaine d'âge (soit après 6 semaines de distribution des aliments expérimentaux). Le volume des éjaculats est mesuré avec une pipette graduée (précision : 0,01 ml), leur concentration estimée avec un photomètre préalablement étalonné pour le sperme de coq (IMV, l'Aigle, France) et sa motilité massale est évaluée subjectivement au microscope (19).

Après sept semaines de consommation des régimes expérimentaux pour les coqs et quatre semaines pour les poules, trois inséminations artificielles sont réalisées, les deux premières à 24 h d'intervalle et la troisième six jours plus tard. Chaque insémination est pratiquée en sperme pur avec 60 millions de spermatozoïdes issus des éjaculats mélangés des coqs d'un même traitement. Les œufs pondus pendant les 15 jours après la seconde insémination sont mis en incubation deux fois par semaine puis mirés aux septième et dix-huitième jours, pour estimer leur fertilité ainsi que la survie embryonnaire.

Tous les animaux sont pesés en début et en fin d'expérience (à 21 et 28 semaines d'âge pour les poules, 22 et 31 semaines d'âge pour les coqs). Chez les poules la consommation alimentaire, l'intensité de ponte, le poids des œufs, la masse d'œuf exportée, l'indice de consommation et l'index de coquille (calculé selon la formule de SCOTT et MUELLER (24)) sont mesurés pendant une période de 31 jours de 23 à 28 semaines d'âge, soit après une période d'adaptation aux régimes expérimentaux de 12 jours.

Chez les mâles le volume de sperme, sa concentration en spermatozoïdes et leur motilité sont estimés individuellement. Enfin, la fertilité et l'éclosivité des œufs sont analysées à partir des moyennes des mesures faites dans chaque lot expérimental (un coq ou un groupe de 8 poules).

Analyse statistique

Les données brutes sont comparées par analyse de la variance (dispositif en blocs) en utilisant le logiciel Systat. Dans le cas des proportions (pourcentages de fertilité, d'éclosivité) les données sont transformées en arcsinus racine carrée avant analyse. Les moyennes sont comparées par le test de NEWMAN et KEULS.

Essais 2 et 3

Effets de doses massives de gossypol (800 ppm) chez les coqs reproducteurs

La dose de gossypol alimentaire affectant significativement la reproduction chez le rat est de 20 mg/kg de PV/j (12, 26). La concentration de 800 ppm est choisie pour atteindre cette dose chez les coqs. L'essai 2 concerne des reproducteurs lourds de type chair rationnés quantitativement, alors que l'essai 3 se rapporte à des coqs reproducteurs de type ponte nourris *ad libitum* ; aucun de ces coqs n'a subi de traitement particulier avant l'expérience.

Pour l'essai 2, on a utilisé 10 coqs de souche label chair "T55" âgés de 82 semaines et logés individuellement dans les cages d'une cellule conditionnée en lumière (14 h/j) et température (20-23°C). L'essai 3 a été réalisé sur 12 coqs de souche ponte "Isabrown" âgés de 29 semaines et placés en cages individuelles dans les mêmes conditions d'environnement que les coqs de l'essai 2.

Aliments et répartition des animaux

Dans l'essai 2, un régime de base équilibré par rapport aux besoins nutritionnels des animaux (tableau II) est supplémenté ou non avec 800 ppm de gossypol libre (soit 1 672 ppm d'acétate de gossypol brut), alors que dans l'essai 3 la même supplémentation est réalisée

TABLEAU II Composition et caractéristiques calculées des régimes alimentaires des 3 essais.

	Essai 1		Essai 2	Essai 3
	Régime coq	Régime poule	Régime coq	Régime ponte
Maïs	65	56,3	33	40,5
Blé	—	—	49,5	25,63
Tourteau de soja	10,7	20,4	6	17,2
Tourteau de tournesol	—	—	—	1,25
Tourteau de maïs	12,28	—	—	—
Drèches séchées	6	—	—	—
Son de riz	0	5	—	—
Farine de sang	—	4,7	—	—
Farine de viande 60	—	—	4,2	2,85
Gluten de maïs	—	—	2,0	—
Huile de colza	—	—	—	1,55
Huile de palme	—	1	—	—
Graine 15	—	—	1,5	—
Concentré minéral*	4,5	3,8	—	—
Coquillage	0,4	7,7	—	—
Prémélange** vitaminique	1	1	0,9	1,45
Lysine HCl	0,12	—	—	—
DL-Méthionine	—	0,1	0,015	0,09
CaCO ₃	—	—	2,0	8,19
Phosphate bicalcique	—	—	0,8	1,29
Coccidiostat	—	—	0,075	—
	100	100	99,99	100
Caractéristiques calculées				
Energie métabolisable kcal/kg	2 710	2 721	2 880	2 700
Protéines brutes (p. 100)	14,9	17,9	14,6	17,26
Lysine (p. 100)	0,7	0,98	0,56	0,83
Méthionine (p. 100)	0,32	0,42	0,26	0,36
Phosphore disponible (p. 100)	0,47	0,4	0,6	0,38
Calcium (p. 100)	1	3,65	1,3	3,40

(*) Le Concentré minéral apporte par kg : P 10,5 g, Ca 20,0 g, Na 7,7 g, Mg 1,3 g.

(**) Le prémélange vitaminique apporte par kg : 2×10^6 UI de Vit. A, 3×10^5 UI Vit. D3, 3 g Vit. E, 25 g BHT, 1 g Vit. K3, 0,1 g Vit. B, 0,8 g Vit. B2, 5 g Vit. PP, 0,2 g Vit. B6, 1,6 mg Vit. B12, 335 ppm Co, 100 g chlorure de choline, 8 750 ppm Cu, 1 225 ppm I, 225 ppm Se, 84 000 ppm Zn, 44 000 ppm Fe, 106 000 ppm Mn.

dans le régime "ponte" que recevaient les coqs depuis plusieurs semaines (tableau II). Dans chaque essai, une moitié des coqs est alimentée avec le régime approprié sans gossypol afin de constituer les lots témoins. La durée des protocoles expérimentaux est de six semaines dans l'essai 2 et de sept dans l'essai 3. Les coqs de l'essai 2 sont rationnés à 100 g d'aliment par jour alors que les coqs de l'essai 3 sont nourris *ad libitum*. La consommation d'aliment est mesurée chaque semaine. Les animaux sont pesés en début et fin d'expérience puis sacrifiés et autopsiés. Les poids et l'aspect de plusieurs organes sont étudiés (foie, testicules, cœur, rate pour les deux essais et gras abdominal et reins dans le cas de l'essai 3). Au cours de l'essai 2, le sperme des coqs est récolté trois fois par semaine. Quatre éjaculats par coq sont analysés pendant les quatre derniers jours de l'expérience. Le poids de chaque éjaculat ($\pm 0,01$ g), la

concentration et la motilité du sperme sont évalués en utilisant les méthodes décrites pour l'essai 1. Un test de coloration à l'éosine-nigrosine permet d'estimer la proportion de spermatozoïdes vivants, malformés ou morts (16). A l'issue de l'essai 3, un prélèvement histologique est réalisé sur les foies, les testicules et la rate des coqs des deux groupes. Les tissus sont fixés dans du liquide de Bouin et examinés en microscopie optique après coloration à l'hémalun-éosine-safran (HES).

Analyse statistique

Les comparaisons de moyennes entre régime témoin et aliment contenant 800 ppm de gossypol sont effectuées par un test t après transformation des pourcentages en arcsinus racine carrée (spermatozoïdes morts, vivants ou malformés).

TABLEAU III Essai 1. Effet du gossypol sur la reproduction. Résultats moyens de la période 23-28 semaines d'âge.

Régimes poules (Nombre de poules)	Témoin (32)	Témoin (32)	250 ppm (32)	400 ppm (32)	SEM ¹
Régimes coqs	Témoin	400 ppm	Témoin	(Témoin)	
Consommation (g/p/j)	110,9	111,6	110,4	111,8	3,19
Intensité de ponte (p. 100)	79,9	84,3	82,2	80,8	3,2
Poids moyen des œufs (g)	52,4	52,7	54,0	53,4	0,72
Masse d'œuf produite (g/l/p)	41,9	44,5	44,5	43,2	2,10
Indice de consommation	2,65	2,54	2,51	2,62	0,14
Gain de Poids (g/poule)	150,8	129,8	156,3	176,5	17,0
Index de coquille (dg/cm ²)	7,68	7,71	7,48	7,75	0,09
Nombre d'œufs mis en incubation	344	390	377	411	
Fertilité (p. 100)	90,9	93,3	92,7	93,5	0,16
Éclosabilité vraie (éclos/fertiles) (p. 100)	61,3	68,1	67	70,8	0,27
Éclosivité totale (éclos/incubés) (p. 100)	55,6	63,5	62,1	66,1	0,32

(¹) SEM : Erreur standard de la moyenne. Aucune différence significative (au seuil de 5 p. 100) n'est apparue dans cet essai pour chacun des critères analysés.

RÉSULTATS

Essai 1

Effets de 250 et 400 ppm de gossypol dans le régime alimentaire sur la reproduction des coqs et des poules

Aucune mortalité anormale pouvant être attribuée à un traitement n'est notée au cours de la période expérimentale. Chez les poules les résultats moyens de consommation alimentaire, de taux de ponte et de caractéristiques des œufs, de variations du poids vif ne diffèrent pas significativement ($P > 0,05$) entre les traitements étudiés (tableau III).

L'addition de 250 ou 400 ppm de gossypol dans le régime ne réduit pas la consommation alimentaire quotidienne qui est comparable (110,4 et 111,8 g/j) à celle des poules consommant un aliment témoin (110,9 et 111,6 g/j). Il en est de même de la masse d'œuf moyenne exportée qui varie de 41,9 g/j pour l'un des groupes témoins à 44,5 g/j pour les animaux recevant un régime

contenant 250 ppm de gossypol. L'indice de consommation varie peu d'un traitement à l'autre (2,51 pour 250 ppm de gossypol à 2,65 pour le groupe témoin).

Les résultats moyens de fertilité et d'éclosivité sont comparables entre les groupes témoins et expérimentaux (tableau III). De même, les caractéristiques moyennes du sperme produit par les coqs au cours de cette expérience (tableau IV) ne diffèrent pas significativement ($P < 0,05$) selon que les coqs ont consommé ou non du gossypol (environ 13 mg/kg PV/j).

Essai 2

Effets de rations alimentaires contenant 800 ppm de gossypol sur la production de spermatozoïdes de coqs reproducteurs de type chair

La distribution quotidienne (pendant six semaines) de 100 g d'un régime contenant 800 ppm de gossypol libre à des coqs de souche chair entraîne une augmentation significative de la proportion de spermatozoïdes malformés dans les éjaculats (17,6 p. 100 contre 10,6 p. 100

T. Dongmo, M. Pouilles-Duplaix, M. Picard, C. Mbi, M. De Reviere

TABLEAU IV Essai 1. Effet du gossypol (400 ppm) sur la qualité du sperme.

Régime des coqs	Témoin	Gossypol (400 ppm)	SEM
Poids vif (g)	3 492a	3 510a	103
Consommation alimentaire (g/j)	115	115	—
Consommation de gossypol (mg/kg/j)	—	13,10	—
Motilité	5,13 ± 0,5a	5,37 ± 0,12a	0,16
Concentration (× 10 ⁹ Spz/ml)	6,92 ± 0,55a	8,12 ± 0,54b	0,25
Vol. éjaculat (ml)	0,18 ± 0,03a	0,20 ± 0,05a	0,02

TABLEAU V Essai 2. Effet du gossypol (800 ppm) sur la qualité du sperme.

Régime des coqs	Témoin	Gossypol (800 ppm)	SEM
Poids d'un éjaculat (g)	0,63 ± 0,34a	0,77 ± 0,23a	0,13
Concentration × 10 ⁹ Spz/ml)	5,47 ± 1,88a	5,91 ± 0,1a	0,64
Motilité	4,6 ± 2,3a	4,2 ± 1,4a	0,845
Spermatozoïdes morts (p. 100)	8,60a	9,2a	1,03
Spermatozoïdes malformés (p. 100)	10,61a	17,36b	1,22
Spermatozoïdes morphologiquement normaux	80,79a	73,35b	2,93

(a, b) : Les valeurs sur une même ligne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles (seuil : 5 p. 100).

pour les animaux témoins, $P < 0,05$; tableau V). La proportion de spermatozoïdes morts (respectivement 8,6 et 9,2 p. 100 pour les groupes témoin et gossypol) reste par contre inchangée ($P > 0,05$). De même, le poids moyen des éjaculats, leur concentration et leur motilité massale ne diffèrent pas significativement entre les deux traitements ($P > 0,05$).

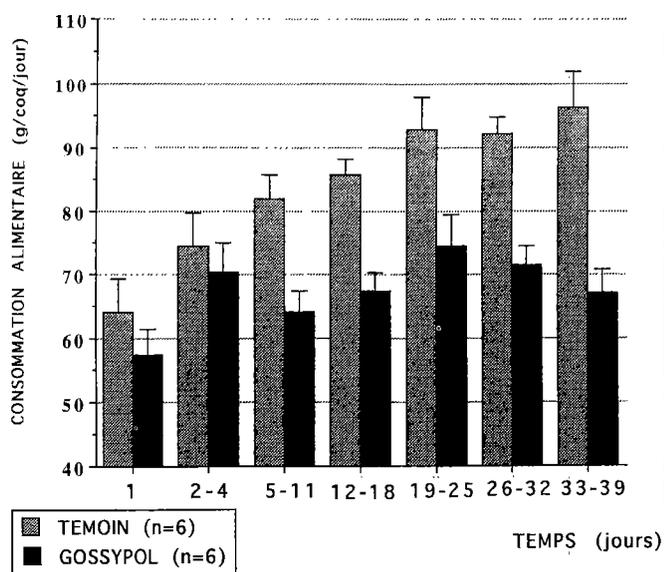


Figure 1 : Essai 3 : Consommation alimentaire moyenne (et écart-type de la moyenne) de coqs de souche ponte, recevant des régimes contenant 800 ppm de gossypol ou non

Toutefois, au plan zootechnique (tableau VI), les coqs consommant du gossypol ont une tendance (non significative) à moins consommer d'aliment (malgré le rationnement) que les témoins. La différence de consommation est de 3,4 g/j entre les deux traitements, elle induit une diminution de poids vif de 2,3 g/j, chez les coqs traités par rapport aux coqs témoins. Les poids moyens du foie et de la rate des coqs ayant consommé du gossypol est significativement ($P < 0,05$) supérieur à ceux des coqs témoins. Les poids des testicules et du cœur ne sont pas modifiés significativement. On note une couleur anormale cuivrée verdâtre des foies chez les coqs traités qui permet de différencier très nettement les coqs ayant consommé du gossypol de ceux ayant reçu les rations témoins.

Essai 3

Effets de 800 ppm de gossypol sur la consommation alimentaire de coqs reproducteurs ponte nourris *ad libitum*

Après une augmentation progressive de l'ingéré quotidien des animaux témoins pendant les deux premières semaines du test due à leur adaptation aux mangeoires individuelles, les jeunes coqs de souche ponte réduisent rapidement leur ingéré alimentaire (figure 1) lorsque l'aliment contient 800 ppm de gossypol. La différence entre les deux traitements est significative dès la seconde semaine de test ($P < 0,05$). Pendant les 7 semaines d'expérience la réduction moyenne de consommation alimentaire est de 22 p. 100 en valeur relative par rapport

TABLEAU VI Essai 2 et 3. Effet de 800 ppm de gossypol dans le régime des coqs reproducteurs de souches chair ou ponte sur la consommation alimentaire, le poids vif et le poids de différents organes.

	Témoin	Gossypol (800 ppm)	SEM
Essai 2 : coqs « chair » (durée de l'expérience : 6 semaines)			
Effectif	5	5	
Poids vif (g)	4 016 ± 239a	3 821 ± 177a	86
Consommation alimentaire (g/j)	97,4 ± 1,8a	94,0 ± 3,2a	1,06
Consommation de gossypol (mg/kg/jour)	—	19,4 ± 1	
Gain de poids (g)	26,8 ± 111,7a	- 69 ± 38,95a	37,4
Poids des organes (g)			
foie	31,3 ± 1,8a	35,0 ± 2b	0,86
testicules	34,2 ± 7a	40,5 ± 8,6a	3,64
cœur	15,4 ± 3a	14,1 ± 1,9a	0,96
rate	2,5 ± 0,6a	3,7 ± 0,6b	0,26
Essai 3 : coqs « ponte » (durée de l'expérience : 7 semaines)			
Effectif	6	6	
Poids vif (g)	2 807 ± 323a	2 537 ± 175b	106
Consommation alimentaire (g/j)	88,8 ± 8,8a	69 ± 7,9b	3,43
Consommation de gossypol (mg/kg/j)	—	21,2 ± 1,7	—
Gain de poids (g)	152,7 ± 76,9a	- 40,7 ± 36,66b	24,59
Poids des organes (g)			
foie	30,2 ± 5,8a	27,4 ± 4,9a	2,45
testicules	28,1 ± 3,9a	21,5 ± 3,7b	1,73
cœur	17,3 ± 2,6a	14,4 ± 2,1a	1,08
rate	3,2 ± 0,7a	3,1 ± 0,32a	0,25
reins	11,6 ± 1,38a	11,5 ± 2,9a	1,06
gras abdominal	34,02 ± 27,5a	4,6 ± 3,2b	8,95

(a, b) : Les valeurs sur une même ligne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles (seuil : 5 p. 100).

aux témoins soit près de 20 g par jour et par coq (tableau VI). Cette variation s'accompagne d'une diminution simultanée de la prise de poids d'environ 200 g (soit 3,9 g/j de traitement). On observe également une variation notable du poids de gras abdominal moyen (34 g/coq pour les animaux témoins et seulement 4,6 g/coq pour les animaux consommant du gossypol). Cette différence est significative au seuil de probabilité de 95 p. 100 malgré une variabilité individuelle élevée sur ce critère. De la même manière on observe un poids moyen des testicules plus faible chez les coqs ayant consommé du gossypol (21,5 g) par rapport aux témoins (28,1 g ; $P < 0,05$) à opposer à la tendance NS de l'essai 2.

Comme dans l'essai 2, l'aspect macroscopique des foies des coqs traités diffère nettement en couleur de celui des foies des coqs témoins. La couleur des organes provenant des coqs ayant consommé du gossypol est brun verdâtre et suggère une rétention biliaire. Cependant, les résultats d'analyse histologique n'ont révélé aucune lésion particulière tant au niveau des foies qu'à celui des testicules ou de la rate.

DISCUSSION

Le gossypol extrait de soapstock de coton, ajouté sous la forme d'acétate aux concentrations de 250 et 400 ppm de gossypol libre à des aliments équilibrés, distribués à des coqs et des poules pubères, pendant respectivement 9 et 7 semaines, n'a affecté aucune des performances de reproduction mesurées dans nos conditions d'expérience (milieu tropical). Ce résultat est en désaccord avec les travaux de nombreux auteurs dont WALDROUPE (25), BERARDI et GOLDBLATT (5), selon lesquels le gossypol diminuerait les capacités de reproduction des coqs et poules lorsqu'il est présent à des concentrations inférieures à 200 ppm. Il faut cependant remarquer que la plupart de ces expériences étudient des régimes à base de tourteau de coton dont la teneur en gossypol a été calculée à partir de celle du tourteau.

Les nombreuses réactions de liaison du gossypol avec d'autres composants du tourteau de coton (protéines, glucides) sont catalysées au cours du chauffage (4, 9). Les produits de ces réactions pourraient être éventuellement responsables d'une partie des effets, non reproduits dans ces essais en l'absence de tourteau de coton entier. On confirme ainsi plusieurs travaux sur poulets de chair (7, 11, 17) qui ne rapportent aucun effet du gossypol à des concentrations alimentaires égales ou supérieures à 400 ppm. D'autre part NARAIN *et al.*, en 1960 (18), constatent qu'un régime à concentration élevée en protéines peut compenser les effets négatifs du gossypol. Dans les travaux des auteurs, l'équilibre nutritionnel des aliments testés dans l'essai 1, pourrait avoir limité les effets éventuels du gossypol ajouté. Bien que la durée

limitée de l'expérience (9 semaines) d'une part et la productivité relativement faible des poules d'autre part (44 g d'œuf par jour) puissent avoir partiellement masqué l'effet du gossypol, les résultats de fertilité (> 90 p. 100) obtenus à partir de 1 522 œufs, suggèrent que des rations alimentaires équilibrées contenant 400 ppm de gossypol n'ont que peu ou pas d'action sur la reproduction. Pour une concentration supérieure (800 ppm) le gossypol réduit significativement la consommation alimentaire des coqs de souche ponte mais pas celle des coqs de souche chair. Huit cents ppm correspondent à environ 20 mg/kg de poids vif /j et les effets observés sont comparables à ceux publiés en 1985 par AKANBI (2) qui administre des doses de 0, 20, 40 et 80 mg/kg de gossypol à des coqs "White Leghorn" pendant 42 jours. Des concentrations aussi élevées ne correspondent pas à la situation nutritionnelle induite par l'utilisation de tourteau de coton comme source principale de protéines dans l'alimentation des volailles, mais se rapprochent plutôt des doses expérimentales utilisées chez certains mammifères (13, 15). L'action de doses élevées de gossypol sur le poids des testicules (8) ou celui des ovaires (1) ou encore sur la proportion de spermatozoïdes malformés (essai 2) peut être due à une action directe de cette substance sur les organes génitaux (les cellules germinales bénéficient pourtant de nombreuses protections tissulaires) ou bien des dysfonctionnements métaboliques induits par une intoxication par le gossypol. Celle-ci se traduit dans l'essai 2 par une augmentation du poids du foie et de la rate et dans l'essai 3 par une forte coloration hépatique et une réduction importante de l'ingéré alimentaire.

Il faut cependant faire remarquer que le régime alimentaire distribué aux coqs au cours de l'essai 3 est un aliment de ponte riche en calcium (3,5 p. 100). Cette concentration nettement supérieure aux besoins de l'animal pourrait éventuellement accentuer les effets du gossypol sur la réduction de l'ingéré. Ce dernier point constitue une hypothèse à vérifier compte tenu de la fréquente utilisation pratique des régimes de ponte dans l'alimentation des coqs reproducteurs.

Le dosage précis des résidus de gossypol dans les testicules, le sperme ou les ovaires et l'étude du mode d'action du gossypol sur les spermatozoïdes conservés *in vitro* devraient permettre de progresser dans la compréhension des mécanismes impliqués.

En résumé, les résultats des expériences rapportées dans ce travail et ceux de DONGMO *et al.* (10), ne soutiennent pas l'hypothèse d'une toxicité alimentaire du tourteau de coton sur la reproduction des volailles attribuable en totalité au gossypol libre, au moins pour les doses habituellement rencontrées dans cette matière première.

CONCLUSIONS

L'extraction et la purification de 650 g d'acétate de gossypol à partir de soapstock de coton ont permis d'étudier les effets de cette molécule sur la reproduction des volailles, en l'incorporant directement à des régimes équilibrés ne contenant pas de tourteau de coton.

Dans ces conditions, une concentration alimentaire de 400 ppm de gossypol libre n'a pas affecté les capacités de reproduction des coqs et des poules après respectivement 9 et 7 semaines de distribution (il faut rappeler ici que 400 ppm de gossypol libre correspond à une concentration bien supérieure à l'apport maximum possible du tourteau de coton dans un aliment pour volaille). Les effets du tourteau de coton sur la reproduction sont donc probablement imputables à d'autres facteurs que le gossypol libre à moins qu'ils ne révèlent des interactions entre cette molécule et d'autres nutriments.

A la concentration alimentaire de 800 ppm (ou 20 mg/kg PV/j) le gossypol étudié déprime l'ingéré alimentaire et le poids des coqs adultes de souche ponte après 6 à 7 semaines de distribution, tout en modifiant l'aspect macroscopique du foie. Dans ces conditions, le poids des testicules est réduit (sans altération histologique identifiable), et la proportion de spermatozoïdes anormaux par éjaculat augmente. Le mode d'action direct ou indirect du gossypol à ce niveau est discuté.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude au ministre français de la Coopération, à l'Institut de recherches zootechniques et vétérinaires du Cameroun et à l'INRA de Nouzilly pour le financement de ces travaux. Nos remerciements vont également à M. Patrice LEFÈVRE (CIRAD-EMVT), Mme MARQUIE (CIRAD-CA) pour leur contribution à la mise au point de la méthode d'extraction du gossypol, aux Drs NGOU NGOUPAYOU, BLESBOIS, BRILLARD et LETERRIER pour leurs conseils scientifiques. Enfin nous sommes reconnaissants à M. Siméon NGANWA, Mme TCHAKOUNTÉ, MM. PROCHORE, MESLIER et GAULTHER pour leur assistance technique.

BIBLIOGRAPHIE

1. AHMED (A.A.), SOLIMAN (M.M.), YOUNIS (M.), ZAKI (A.), KHALIFA (B.A.A.). Gossypol as antifertility agent in female rats. *Arch. exp. VetMed.*, 1988, **42** : 944-948.
2. AKANBI (O.C.). Reproductive effects of gossypol and cottonseed meal in male single comb White Leghorn chickens. *Diss. Abstr. int.B*, 1985, **45** (7) : 1977.
3. AKANBI (O.), NAKAVE (H.S.), ARSCOTT (G.H.). Addition of gossypol acetic acid in the feed on reproductive traits and androgen level of single comb White Leghorn (SCWL) roosters. *Poult. Sci.*, 1984 : 65-51 (abst.).
4. ALTSCHUL (A.M.). Processed plant protein foodstuffs. New York, Academic Press Inc. Publ., 1958. 955 p.
5. BERARDI (L.C.), GOLDBLATT (L.A.). Gossypol. In: LIENER (I.E.), Ed. Toxic constituents of plant foodstuffs. 2nd ed. New York, Academic Press, 1980. p. 183-237.
6. BURROWS (W.H.), QUINN (J.P.). The collection of spermatozoa from the domestic fowl and turkey. *Poult. Sci.*, 1937, **16** : 19-24.
7. COUCH (J.R.), CHANG (W.Y.), LYMAN (C.M.). The effect of free gossypol on chick growth. *Poult. Sci.*, 1955, **34** : 178-183.
8. COULSON (P.B.), SNELL (R.L.), PARISE (C.). Short term metabolic effects of the antifertility agent, gossypol on various reproductive organ of male mice. *Int. J. Andr.*, 1980, **3** : 507-518.
9. DECHARY (J.M.), KUPPERMAN (R.P.), THURBER (F.H.), ALTSCHUL (A.M.). Removal of gossypol from cottonseed by solvent extraction procedures. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1952 : 339-341.
10. DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), NGOU-NGOUPAYOU (J.D.), BLESBOIS (E.), DE REVIERS (M.). Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles. I. Etude zootechnique chez les reproducteurs de l'espèce *Gallus domesticus*. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 609-619.
11. EWING (W.R.). Poultry nutrition. 5th ed. Pasadena, USA, The Ray Ewing Company, Division of Hoffman-Laroche. 1963. 1475 p.
12. GIRIDHARAN (N.), SESIKERAN (B.), BAMJI, MAHTAB, MADHYASTHA (M.N.). Dose and time related changes in LDH-X activity, epididymal carnitine levels and fertility in gossypol treated male rates. *Contraception*, 1987, **35** : 89-100.
13. JENSEN (D.R.), TONE (J.N.), SORENSEN (R.H.), BOZEK (S.A.). Deposition pattern of the antifertility agent, gossypol in selected organs of male rats. *Toxicology*, 1982 **24** : 65-72.
14. KALLA (N.R.), FOO (J.T.W.), SHETH (A.R.). Studies on the male antifertility agent gossypol acetic acid. V. Effect of gossypol acetic acid on the fertility of male rats. *Andrologia*, 1982, **14** (6) : 492-500.
15. LAGERLÖF (K.R.), TONE (N.J.). The effect of gossypol acetic acid on female reproduction. *Drug Chem. Toxic.*, 1985, **8** (6) : 469-482.
16. LAKE (P.E.), STEWART (J.M.). Artificial insemination in poultry. London, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Her Majesty's Stationary office, 1978. (Bulletin 213)
17. NARAIN (R.), LYMAN (C.M.), COUCH (J.R.). High levels of free gossypol in hen diets : effects on body weight, feed consumption, and egg production. *Poult. Sci.*, 1957, **36** : 1351-1354.
18. NARAIN (R.), LYMAN (C.M.), DEYOE (C.W.), COUCH (J.R.). Effect of protein level of the diet on free gossypol tolerance in chicks. *Poult. Sci.*, 1960, **39** : 1556-1559.
19. PETITJEAN (M.J.). Recherches sur l'estimation du pouvoir fécondant des coqs. Poitiers, Mémoire d'Ingénieur du CNAM, 1965. 84 p.
20. PHELPS (R.A.). Cottonseed meal for poultry : from research to practical application. *Wild's Poult. Sci. J.*, 1966, **22** : 86-112.
21. PONS (W.A.), POMINSKI (J.), KING (W.H.), HARRIS (J.A.), HOPPER (T.H.). Recovery of gossypol from cottonseed gums. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1959, **36** : 328-332.
22. ROJAŚ (S.W.), SCOTT (M.L.). Factors affecting the nutritive value of cotton seed meal as a protein source in ducks diets. *Poult. Sci.*, 1969, **48** : 818-835.
23. SAVIJE (D.G.), SMITH (L.), NICHOLLS (P.). Cottonseed meal as a source of protein in diets for laying hens. *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.*, 1969, **9** : 413-416.
24. SCOTT (H.M.), MUELLER (D.N.). The porosity of the egg shell in relation to hatchability. *Poult. Sci.*, 1940, **19** : 163-166.
25. WALDROUP (P.W.). Cottonseed meal in poultry diets. *Feedstuffs*, 1981, **53** : 21-24.
26. WHITE (I.G.), VISHWANATH (R.), SWAN (M.A.), WOODMAN (B.P.D.). Studies of the mechanism of action of gossypol as a male antifertility agent. *Contraception*, 1988, **37** (3) : 269-277.
27. YANG (Y.G.), WU (X.Y.). Antifertility mechanisms of gossypol acetic acid in females rats. *J. Reprod. Fert.*, 1987, **80** : 425-429.
28. YO (T.). Utilisation directe des graines de coton décortiquées de variétés sans gossypol dans l'alimentation des poulets de chair en Côte-d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1991, **44** (3) : 355-360.

T. Dongmo, M. Pouilles-Duplaix, M. Picard, C. Mbi, M. De Reviere

DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), PICARD (M.), MBI (C.), DE REVIERS (M.). Use of cottonseed oil-meal in poultry feeding. II. Effects of gossypol on the reproductive parameters. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 621-630

Three experiments were carried out to determine the effects of gossypol, administered via the diet, on the reproductive performances of adult cocks and hens of egg-laying or broiler strains. A total of 650 g gossypol acetate were extracted from 80 kg cotton soapstock and crystallised. The product obtained included 47.86 % free gossypol and 61.19 % total gossypol. Balanced diets without cottonseed oil-meal were supplemented with increasing amounts of free gossypol (0, 250, 400, 800 ppm) and offered to breeding cocks and hens. The first trial was made with adult hens and cocks (128 and 45, respectively). It did not show any effect of using dietary gossypol amounts lower or equal to 400 ppm on feed intake, egg-laying, semen production and motility, fertility and hatchability of incubated eggs. The two following trials were performed to determine the effect of 800 ppm of dietary free gossypol on the performances of ten 82-week old breeding cocks of the broiler strain subjected to feed restriction and on twelve 29-week old breeding cocks of the laying strain fed *ad libitum*. This amount of free gossypol (about 20 mg/kg liveweight/day) reduced the feed intake and liveweight of the animals as well as the testicle weight of cocks of the laying strain and it increased the proportion of abnormal spermatozoa in the ejaculates of cocks of the broiler strain. In addition, the liver of cocks fed gossypol supplemented diets exhibited an abnormal brown-green colour. However, on account of the low gossypol concentrations of cottonseed oil-meal (< 250 ppm), the free gossypol contained in this meal is most likely not responsible for the reproductive disorders observed in poultry fed with this kind of feed.

Key words : Poultry - Cock - Layer hen - Broiler - Feeding - Cottonseed cake- Gossypol - Reproduction - Laying performance - Egg hatchability - Sperm - Weight.

DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), PICARD (M.), MBI (C.), DE REVIERS (M.). Uso de la torta de algodón en la alimentación aviar. II. Efectos del gossipol sobre los parámetros reproductivos. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 621-630

Los efectos del gossipol administrado por vía oral fueron medidos mediante tres experiencias, llevadas a cabo en reproductores adultos, hembras y machos, de postura o de carne. A partir de 80 kg de "soapstock" de algodón, se extrajeron y cristalizaron 650 g de acetato de gossipol. El producto final presentó un título de 47,86 p. 100 de gossipol libre y de 61,19 p. 100 de gossipol total. Los alimentos equilibrados, desprovistos de torta de algodón, fueron complementados con dosis crecientes de 0, 250, 400 y 800 ppm de gossipol libre y distribuidos a gallos y gallinas reproductoras. El primer ensayo se llevó a cabo sobre 128 gallinas y 45 gallos púberes. No se demostró ningún efecto con dosis alimenticias inferiores o iguales a 400 ppm de gossipol libre, sobre el consumo alimenticio, la postura, la producción y la motilidad espermáticas, la fecundidad o la tasa de eclosión de los huevos incubados. Los dos ensayos siguientes sirvieron para probar el efecto de una concentración alimenticia de 800 ppm de gossipol libre sobre 10 gallos reproductores de carne, de 82 semanas y con dietas racionadas, y doce gallos reproductores de postura, de 29 semanas y alimentados *ad libitum*. A esta dosis (alrededor 20 mg/kg PV/día), el gossipol libre disminuyó el consumo alimenticio, el peso de los animales y de los testículos de los machos de cepa postura e hizo aumentar la proporción de espermatozoides anormales en los eyaculados de gallos de carne. Con esta concentración, se observó un color anormal, café verdoso, en los hígados de los gallos que consumieron las dietas complementadas con gossipol. Dadas las concentraciones de gossipol en la torta de algodón (generalmente inferiores a 250 ppm), parece poco probable que el gossipol libre de esta torta sea el responsable directo de los disturbios reproductivos observados en las aves que lo consumen.

Palabras claves : Aves de corral - Gallo - Gallina ponedora - Pollo de engorde - Alimentación - Torta de algodón - Gossipol - Reproducción - Rendimiento en la postura - Eclosibilidad del huevo - Esperma - Peso.

H. Boly¹A. Koubaye¹M.C. Viguier-Martinez²A. Yenikoye³

Gestation et reprise de l'activité sexuelle après le part chez la brebis Djallonké, variété "Mossi"

BOLY (H.), KOUBAYE (A.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Gestation et reprise de l'activité sexuelle après le part chez la brebis Djallonké variété "Mossi". *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 631-636

Cette étude réalisée de juillet 1990 à avril 1991 vise à déterminer les caractéristiques physiologiques de la gestation et de la reprise de la cyclicité après le part chez la brebis Djallonké variété "Mossi" (n = 52). L'observation des gestations sur 20 brebis saillies naturellement en octobre et novembre (saison sèche et fraîche), permet d'évaluer à $149 \pm 2,4$ jours la durée de la gestation, à 92 p. 100 le taux de fertilité, à 118 p. 100 le taux de prolificité, à 108 p. 100 le taux de fécondité et à 7,1 p. 100 le taux de résorption embryonnaire. La croissance du fœtus et de ses annexes est lente durant les 2 premiers mois (< 10 g/j). A partir du troisième mois, elle s'accélère avec 27 g/j. La progestéronémie plasmatique maternelle augmente et passe de $5,58 \pm 0,85$ ng/ml à $13,71 \pm 2,32$ ng/ml durant cette deuxième période. Sur 14 autres brebis, le suivi de l'activité sexuelle après la parturition, par observation de la reprise des chaleurs pour des mises bas survenues entre décembre et janvier (saison sèche et froide), indique un intervalle agnelage-premier œstrus de $56,6 \pm 10$ jours. Le suivi d'un groupe expérimental de 18 brebis placées en boxes individuels avec un niveau alimentaire variable (80, 100 et 120 p. 100 des besoins) soumises à l'allaitement pendant 4, 5 et 6 semaines montre que le délai d'apparition des chaleurs dépend à la fois de ce niveau alimentaire et de la durée de l'allaitement (P < 0,05). Une alimentation couvrant tous les besoins et un allaitement court de 4 semaines permettent d'avancer de près de trois semaines la reprise des chaleurs, soit 35 jours après l'agnelage. Le dosage de la progestérone plasmatique montre que les premières ovulations se produisent plus précocement, en moyenne 25 ± 2 jours après le part. En conclusion, une amélioration substantielle des performances de reproduction chez la brebis Djallonké variété "Mossi" est possible, à condition que l'apport alimentaire couvre les besoins et que le sevrage des agneaux soit précoce.

Mots clés : Ovin - Brebis - Mouton Djallonké - Activité sexuelle - Gestation - Performance de reproduction - Fertilité - Sevrage - Fœtus - Parturition - Cycle œstral - Progestérone - Allaitement - Alimentation des animaux - Burkina Faso.

INTRODUCTION

La connaissance des caractéristiques de la gestation et de la reprise de l'activité sexuelle après le part est nécessaire à la mise en place d'une gestion rationnelle de la reproduction. Les données obtenues chez les races tropicales indiquent que ces paramètres varient selon chaque

race, les conditions climatiques et le mode d'élevage (2, 7, 8, 26). Quant aux mauvaises performances, elles sont liées à des avortements idiotypiques et à des reprises différées de la cyclicité (1, 5, 9, 10).

En vue du développement de l'élevage dans les zones soudano-sahéliennes par l'utilisation du mouton Djallonké (variété "Mossi") (5, 7, 11, 15), ces paramètres doivent être précisés en tenant compte de l'action spécifique des facteurs tels que la température, la photopériode, les carences alimentaires, le sevrage et la gestion du troupeau.

L'objet de cette étude est de préciser les caractéristiques de la gestation et de la reprise de l'activité cyclique de l'ovaire après le part chez cette brebis, en étudiant l'influence de l'alimentation et de la période de sevrage.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cadre expérimental et animaux

Les brebis utilisées sont issues du troupeau de la station expérimentale de Gampela, située à une vingtaine de kilomètres à l'est de Ouagadougou (12°22 latitude nord et 1°31 longitude ouest). La ration alimentaire est composée de paille de sorgho haché (50 p. 100), de son de blé (20 p. 100), de tourteau de coton (15 p. 100), de drêche de brasserie (15 p. 100), de pierre à lécher et d'eau à volonté. Les conditions d'élevage ont été précédemment décrites (4).

L'étude s'est déroulée de juillet 1990 à avril 1991 et a consisté en deux essais : le 1er traitant de la gestation porte sur 20 brebis, le 2e comprenant 32 brebis, concerne la reprise de la cyclicité après le part. Les brebis âgées de 2 à 6 ans ont été confirmées non gestantes et sans antécédents pathologiques de reproduction. Un bélier entier a été utilisé pour la saillie des femelles et un autre bélier vasectomisé muni d'un harnais marqueur a servi à la détection des brebis en chaleur.

Après 3 mois d'adaptation aux conditions expérimentales et de vérification de la régularité des cycles sexuels, les brebis ont subi le protocole expérimental décrit ci-après.

1. IDR, Université de Ouagadougou, 03 BP 7021, Burkina Faso.

2. Laboratoire de Neuro-endocrinologie, Faculté des Sciences, 37200 Tours, France.

3. Faculté des Sciences, Université de Niamey, Niger.

Reçu le 8.7.1992, accepté le 22.7.1993.

Protocole

Détermination des caractéristiques de la gestation (20 brebis)

Une semaine après le jour de la lutte = J_0 , une laparotomie exploratrice de l'état fonctionnel des ovaires est effectuée de façon à apprécier le nombre d'ovulations. La différence entre ce dernier et le nombre de produits obtenus permet d'avoir une estimation de la résorption embryonnaire (3). Les caractéristiques morphologiques du développement du fœtus ainsi que celui de ses annexes sont suivies par hystérotomie effectuée à 1, 2, 3 et 4 mois de gestation sur 16 brebis, soit 4 brebis par mois. Le plasma sanguin de 4 brebis dont la gestation est suivie jusqu'au terme est recueilli quotidiennement pour le dosage radio-immunologique de la progestérone selon le protocole développé par YENIKOYE (29).

Détermination de la reprise de l'activité sexuelle après le part (32 brebis)

Elles sont réparties en deux lots :

- un lot témoin de 14 brebis soumis au système d'élevage semi-intensif de la station en présence permanente d'un bélier vasectomisé pour la détection des premières chaleurs. Les animaux sont en stabulation libre et reçoivent leur ration à partir d'une mangeoire et d'un abreuvoir collectifs. Les agnelages ont lieu de décembre à janvier (saison sèche et froide) et l'allaitement s'effectue sans intervention jusqu'au sevrage qui se produit naturellement lorsque les agneaux n'arrivent plus à couvrir leurs besoins et parviennent à ingérer la fraction ramollie de la ration alimentaire ;

- un lot expérimental de 18 brebis, issues de la même période d'agnelage que précédemment, réparties en 3 groupes de 6 brebis suivant une variation quantitative de leur ration de base : 80 p. 100 des besoins pour le groupe 1, 100 p. 100 pour le groupe 2 et 120 p. 100 pour le groupe 3. Chaque groupe de niveau alimentaire ainsi défini est à son tour subdivisé en 3 sous-groupes correspondant à des périodes de sevrage de 4, 5 et 6 semaines (tabl. I). La progestérone plasmatique des 2 brebis du groupe 3 sevrées à 4 semaines, a été dosée selon le même protocole (28).

TABEAU I Répartition des brebis selon le niveau alimentaire et la durée de l'allaitement.

Niveau alimentaire	Groupe 1 (80 p. 100)	Groupe 2 (100 p. 100)	Groupe 3) (120 p. 100)
Allaitement (durée en semaine)	4 5 6	4 5 6	4 5 6
Nombre de brebis	2 2 2	2 2 2	2 2 2

Définition des paramètres de reproduction

Le taux de fertilité est défini comme étant le nombre de brebis pleines par rapport aux brebis mises à la reproduction. Le taux de prolificité est le nombre d'agneaux nés par brebis mettant bas et le taux de fécondité représente le nombre d'agneaux nés par femelle mise à la reproduction.

Analyse statistique

Les résultats obtenus ont été analysés au moyen du système SAS (25). L'étude des relations entre les différentes variables a été effectuée par les tests de corrélation de Pearson. Les effets des différents facteurs de variation sur la reprise de la cyclicité après le part ont été appréciés par l'analyse de variance non orthogonale à effet fixe (Proc.GLM). Les résultats sont exprimés en moyenne \pm écart-type et les différences considérées comme significatives au seuil de probabilité de $P < 0,05$.

RÉSULTATS

Caractéristiques de la gestation

Développement du fœtus et ses annexes embryonnaires - Durée de la gestation

Au premier mois, il est impossible de faire des mensurations précises sur le fœtus. A partir du 2^e mois, les différentes configurations morphologiques deviennent perceptibles. L'évolution des mensurations du fœtus et des enveloppes est rapportée dans le tableau II. La croissance est lente durant les deux premiers mois (< 10 g/j) ; elle s'accélère à partir du 3^e (environ 27 g/j). La longueur totale ou atlato-ischiale ($r = 0,99$ $P < 0,005$), la hauteur au garrot ($r = 0,99$ $P < 0,01$) et le volume des enveloppes fœtales ($r = 0,99$ $P < 0,05$) sont étroitement corrélés à l'âge du fœtus. La durée moyenne de la gestation est de $149,8 \pm 2,4$ jours.

Profil de la concentration de la progestérone plasmatique

La concentration moyenne de la progestérone pendant la gestation est de $9,64 \pm 1,13$ ng/ml. Son évolution comprend cependant deux phases : l'une avec une concentration basse de $5,58 \pm 0,85$ ng/ml durant $82,5 \pm 1,4$ jours et l'autre de niveau plus élevé : $13,71 \pm 2,32$ ng/ml qui se maintient jusqu'au terme de la gestation. Les niveaux maximaux sont obtenus entre le 116^e et le 126^e jour (fig. 1).

TABLEAU II Mensuration du fœtus et des annexes fœtales (moyenne \pm écart-type).

Age (mois)	PF (g)	GMQ (g)	PEF (g)	VF (ml)	VEF (ml)	LA (cm)	TT (cm)	HG (cm)	Observations
1	—	0,152 \pm 0,04	—	—	—	—	—	—	
2	9,1 \pm 0,8		18 \pm 0,05	150 \pm 2,2	200 \pm 1,8	5,6 \pm 0,02	5,08 \pm 0,04	3,26 \pm 0,01	Début mouvements respiratoires
3	319 \pm 1,8	9,96 \pm 0,1	350 \pm 0,77	305 \pm 1,8	396 \pm 1,4	16 \pm 0,55	13 \pm 0,60	11 \pm 0,12	Ouverture des lèvres et paupières
4	1 090 \pm 0,4	26,7 \pm 0,15	566 \pm 0,11	850 \pm 4,0	620 \pm 0,8	30 \pm 0,7	29 \pm 0,8	26 \pm 0,3	Mise en place des phanères
5	1 950 \pm 0,35	28,7 \pm 0,18	610 \pm 0,08	—	—	40 \pm 1,2	33,5 \pm 0,9	38,5 \pm 0,72	

PF : poids fœtal ; GMQ : gain moyen quotidien ; PEF : poids des enveloppes fœtales ; VF : volume fœtal ; VEF : volume des enveloppes fœtales ; LA : longueur atlasto-ischiale ; TT : tour du thorax ; HG : hauteur au garrot.

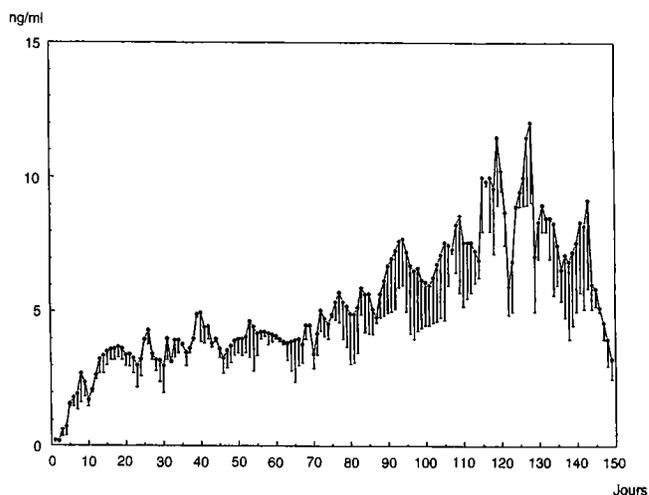


Figure 1 : Progesteronémie au cours de la gestation (Moy. \pm SEM). (SEM : Somme des écarts par rapport à la moyenne)

Les paramètres de reproduction

En moyenne 1,16 corps jaune par brebis avec 75 p. 100 des corps jaunes répartis sur l'ovaire droit ont été observés après laparotomie à J₇. Sur l'ensemble des brebis observées, les taux de fertilité, prolificité, fécondité et résorption embryonnaire sont respectivement de 92, 118, 108 et 7,1 p. 100.

Reprise de la cyclicité ovarienne

Durée

L'intervalle moyen entre l'agnelage et la première chaleur est de 56 \pm 10 jours. Le dosage de la progesterone plasmatique chez les deux brebis du groupe 3 indique cependant une reprise d'activité ovarienne plus précoce à

24,5 \pm 2 jours (fig. 2). Ces premières ovulations ne sont pas suivies de signes de chaleur qui apparaissent au cours de la 2e ovulation.

Influence de l'alimentation

Les 12 brebis recevant 100 et 120 p. 100 des besoins nutritionnels ont été observées pour la première fois en chaleur, après le part, en moyenne 48,8 \pm 5,0 et 42,2 \pm 4,0 jours, respectivement (P > 0,05). Ces intervalles sont significativement inférieurs (P < 0,05) à celui du groupe recevant 80 p. 100 de ses besoins nutritionnels avec 60,8 \pm 6,5 jours.

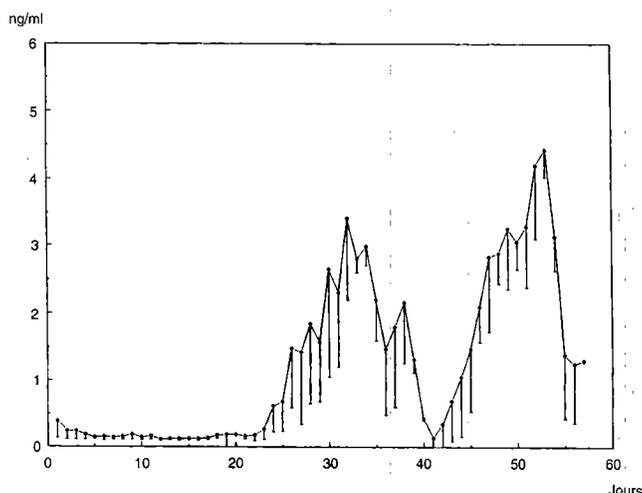


Figure 2 : Progesteronémie au cours de la reprise de la cyclicité (Moy. \pm SEM).

L'influence de la période d'allaitement

L'allaitement durant 5 et 6 semaines entraîne une reprise des chaleurs, respectivement à $54,5 \pm 5,2$ et $56,6 \pm 4,0$ jours, délai significativement plus long que dans le cas d'un allaitement de 4 semaines où le retour des chaleurs a lieu à $43,3 \pm 6$ jours après le part ($P < 0,05$). Ce facteur est donc important pour la conduite de l'élevage.

Influence combinée du niveau alimentaire et de la période de sevrage

En associant l'allaitement de 4 semaines aux niveaux alimentaires couvrant 100 et 120 p. 100 des besoins, on obtient la reprise précoce des chaleurs à $34,5 \pm 1,5$ jours. Lorsque le régime alimentaire couvre seulement 80 p. 100 des besoins, la diminution de la période d'allaitement ne permet pas une réduction significative ($P > 0,05$) de l'anoestrus post-partum (fig. 3).

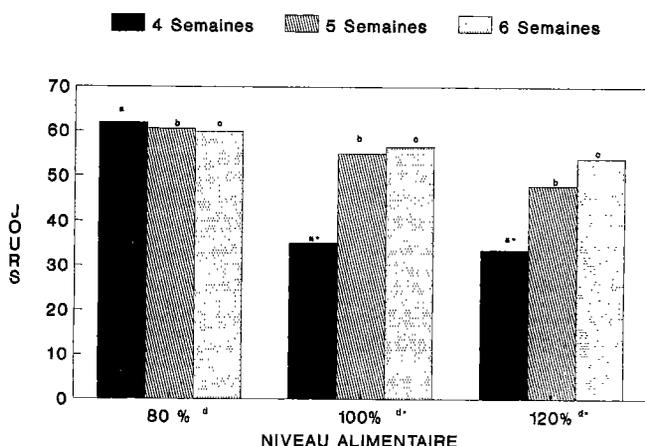


Figure 3 : Effets du niveau alimentaire et de la durée de l'allaitement (* indique la différence significative à $P < 0,05$).

DISCUSSION

Avec 149 ± 2 jours, la durée de la gestation de la brebis Djallonké variété Mossi est comparable à celle d'autres races tropicales et européennes : 149 à 152 pour la brebis Peul du Niger (30), 148,5 jours pour la brebis Djallonké de Côte-d'Ivoire (16) et 149,3 jours pour les brebis Mérinos x Dorset (24). Au cours de la gestation, le profil de la progestéronémie présente une première phase de sécrétion basse ($5,58 \pm 0,85$ ng/ml), plus longue (82,5 jours) comparativement au 70 jours de la brebis Peulh du Niger (29). A partir du 3e mois, il se produit une augmentation de la progestérone oscillant entre 12,07 et 15,36 ng/ml. Ces valeurs sont supérieures à celles observées chez la brebis Peul (29), ce qui pourrait être lié au taux de prolificité plus élevé chez la brebis Djallonké variété Mossi.

Les ratios de reproduction sont caractérisés par un taux de prolificité (118 p. 100) semblable à celui de la race Djallonké du Cameroun : 117 p. 100 (24) mais, en revanche, supérieur à ceux des races Djallonké de Côte-d'Ivoire : 112 p. 100 (2) et Peul du Niger : 106 p. 100 (29). Le taux de fécondité (108 p. 100) est inférieur à celui des brebis Djallonké de Côte-d'Ivoire : 149 p. 100 (2) ou Djallonké du Cameroun : 168 p. 100 (27). Cela pourrait être lié à l'origine de cette variété de Djallonké de la zone soudano-guinéenne avec fort taux de fécondité (2, 27) et les races Peul du Sahel moins fécondes (29). Le taux de résorption embryonnaire de 7,1 p. 100 est également inférieur à ceux des races maghrébines : 15 à 35 p. 100 (20) et européennes : 25 p. 100 (3). Ce faible taux peut être lié au faible taux d'ovulation (22), au faible rythme de croissance pendant les premières phases de développement embryonnaire ou tout simplement le résultat d'une alimentation satisfaisante dans un environnement sanitaire bien maîtrisé. Ce résultat mérite cependant d'être confirmé par l'utilisation des techniques échographiques qui permettent des observations plus précoces et un suivi continu sur un plus grand nombre de brebis.

Le délai de la reprise de l'activité sexuelle de la brebis Djallonké variété Mossi par observation des chaleurs sur 14 brebis maintenues en élevage semi-intensif est proche de celui d'autres brebis comme la Djallonké de Côte-d'Ivoire et la brebis Oudah qui ont respectivement 60 (16) et 61 jours (12). En revanche, elle est tardive comparativement aux 42 jours de la brebis Peulh du Niger élevée en station (28). Cette valeur est proche des résultats de cette étude en box avec alimentation et sevrage contrôlés et confirme l'influence des effets troupeau et mode de suivi des reproducteurs (19). Lorsque la taille du troupeau est réduite, il y a très peu de compétition alimentaire entre les animaux. Le dosage de la progestérone indique que l'activité cyclique de l'ovaire reprend 3 à 4 semaines après le part. Les chaleurs apparaissent surtout au cours du 2e cycle ovulatoire et ceci confirme d'autres observations faites chez les ovins (23), et les bovins (17, 21). La réduction du délai de la reprise des chaleurs après le part paraît dépendre surtout du niveau alimentaire. Pour un sevrage à 4 semaines, une alimentation couvrant les besoins de l'animal (100 p. 100 et 120 p. 100) permet d'avancer la reprise des chaleurs de 22 jours par rapport au lot alimenté à 80 p. 100 des besoins. La sous-alimentation, tout comme l'allaitement, exerce des effets inhibiteurs sur la décharge ovulatoire de LH (6, 13, 18) et induit une baisse de la sensibilité ovarienne aux gonadotropines (14, 17). La mise en place d'un protocole associant la détection des premières chaleurs avec un suivi endocrinien (LH et progestérone) devrait permettre de préciser si l'effet négatif de la sous-alimentation s'exerce sur la reprise de l'activité cyclique de l'ovaire ou sur l'expression des chaleurs lors des premières ovulations.

CONCLUSION

La brebis Djallonké variété Mossi possède une durée de gestation de $149,8 \pm 2,4$ jours. Les ratios de reproduction sont les suivants : fertilité : 92 p. 100, fécondité : 108 p. 100, prolificité : 118 p. 100 et résorption embryonnaire : 7,1 p. 100. L'étude montre que la reprise des chaleurs après le part est de l'ordre de 2 mois, mais cet intervalle est soumis à des variations liées à l'alimentation et la durée de l'allaitement. Un régime couvrant les besoins de la mère, associé à un sevrage précoce à 4 semaines des agneaux, permettent une réduction de près de moitié du délai de la reprise des chaleurs. Ceci contribue à améliorer significativement les performances de reproduction de la brebis Djallonké variété Mossi, du moins dans des conditions d'élevage bien contrôlées.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs remerciements au Dr M. THIBIER, Directeur du Laboratoire pour le Contrôle des reproducteurs (UNCEIA) à Maisons-Alfort (France) et au Dr J.C. MARIANA, de la Station de Physiologie de la reproduction (INRA, Nouzilly, France) pour leurs conseils éclairés.

BIBLIOGRAPHIE

- AMEGEE (Y.). La prolificité du mouton Djallonké en milieu villageois au Togo. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1983, **36** (1) : 85-90.
- BERGER (Y.), GINISTY (L.). Bilan de 4 années d'étude de la race ovine Djallonké en Côte-d'Ivoire. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, **33** (1) : 71-78.
- BERTRAND (M.). Mortalité embryonnaire. *Inf. tech. Serv. vét.*, 1972, **39-40** : 25-27.
- BOLY (H.), MAGAGI (L.), KONATE (T.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Cycle œstral et croissance folliculaire de la brebis Djallonké variété "Mossi". *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, **45** (3-4) : 335-340.
- BOURZAT (D.), BONKOUNGOU (E.), RICHARD (D.), SANFO (R.). Essais d'intensification de la production animale en zone sahélo-soudanienne : alimentation intensive des jeunes ovins dans le Nord du Burkina. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1987, **40** (2) : 151-156.
- CARRUTHERS (T.D.), HAFS (H.D.). Suckling and four times daily milking, influence on ovulation oestrus and serum-luteinizing hormone glucocorticoid and prolactin in post-partum Holsteins. *J. Anim. Sci.*, 1980, **50** : 919-925.
- CHARRAY (J.), HAVET (A.). Performance de reproduction de brebis naines de l'Afrique de l'Ouest entretenues en région centre de la Côte-d'Ivoire. In : Colloque sur la reproduction des ruminants en zone tropicale. Petit-Bourg (Guadeloupe, France), 8-10 juin 1983. 10 p.
- CHEMINEAU (P.), MALPAUX (B.), PELLETIER (J.), DELGADILLO (J.A.), GUERIN (Y.), THIMONIER (J.). Effets de la lumière et de la température sur la production des petits ruminants. In : Journée de l'Association pour l'étude de la reproduction, Maisons-Alfort, 25 janvier 1990. F1-11.
- DIANDA (D.). Contribution à l'étude des paramètres zootechniques de l'élevage traditionnel ovin dans le bloc pastoral de Sondré-Est. Mémoire fin d'étude. Ouagadougou, IDR, 1981. 70 p.
- DIARRA (D.). Étude des paramètres de la reproduction des ovins de Gampela. Mémoire fin d'étude. Ouagadougou, IDR, 1989. 67 p.
- DUMAS (R.), RAYMOND (H.). L'élevage des petits ruminants dans les circonscriptions de Kaya, Ouahigouya et du Sahel. Paris, SEDES, 1974.
- GAILLARD (Y.). Caractéristiques de la reproduction de la brebis oudah. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1979, **32** (3) : 285-290.
- GAUTHIER (D.), YAOUANC (A.), COCHAUD (J.), MAULEON (P.). Influence d'une sous-alimentation de la vache allaitante sur l'induction de l'ovulation par l'hormone gonadotrope sérique (PMSG) au cours du post-partum. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1981, **21** : 577-583.
- GINISTY (L.). Amélioration de la productivité des petits ruminants. Rapport annuel 1977. Bouaké, Côte-d'Ivoire, CRZ, 1978.
- GOURO (A.S.). Contribution à l'étude de l'activité ovarienne de la vache zébu Azawak par le dosage radio-immunologique de la progestérone plasmatique. *Bull. Dossiers tech. vét. GTV*, 1988.
- HAUMESSER (J.B.), GREBALDI (P.). Observation sur la reproduction et l'élevage du mouton Oudah nigérien. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, **33** (2) : 205-213.
- HUMBLOT (P.). Les paramètres de l'anoestrus post-partum. In : Compte-rendu des journées de l'information UNCEIA-ITEB, mars 1982. Paris, ITEB, 1982 : 5-18.
- HUMBLOT (P.), THIBIER (M.). Anomalies fonctionnelles de la reproduction chez la vache. In : Journée d'information UNCEIA-ITEB, novembre 1977. Paris, ITEB, 1978. p. 66-88.
- HUMBLOT (P.), THIBIER (M.). Utilisation de schémas thérapeutiques dans un programme de contrôle de l'infécondité dans un troupeau de vaches laitières. *Recl. Méd. Vét.*, 1981, **157** : 91-104.
- LAHLOU-KASSI (A.). Reproduction ovine. Maroc, Rabat, Institut agronomique et vétérinaire (IAV) Hassan II, 1991. 54 p.
- MORROW (D.A.), ROBERTS (S.J.), McENTREE (H.), GRAY (H.G.). Post-partum ovarian activity and uterine involution in dairy cattle. *J. Am. vet. med. Ass.*, 1966, **149** : 1596-1609.
- RICORDEAU (G.), POIVEY (J.P.), LAJOUS (D.), EYCHENNE (F.). Genetic aspects of ovulation rate and embryo mortality in Romanov ewes. In : DICKERSON (G.E.), JOHNSON (R.K.) Eds. Proceedings of the 3rd World congress on genetics applied to livestock production, Lincoln, Nebraska, USA, July 16-22. 1986. XI. Genetics of reproduction, lactation, growth, adaptation disease, and parasite resistance. The University of Nebraska Board of Regents. 1986. P. 90-95.
- SHIRAR (A.), COGNIE (Y.), LOUAULT (F.), LEVASSEUR (M.C.), MARTINET (J.). Resumption of oestrous behaviour and cyclic ovarian activity in suckling and non suckling ewes. *J. Reprod. Fert.*, 1989, **87** : 789-794.
- SMITH (M.F.). Hormon treatment and use of calf removal in post-partum beef cows. *J. Anim. Sci.*, 1987, **48** : 1285-1294.
- Statistical Analysis System, SAS Institute Inc. SAS/STAT Guide for personal computers, version 6. Cary, USA, SAS, 1987.

H. Boly A. Koubaye M.C. Viguier-Martinez A. Yenikoye

26. THIMONIER (J.), TERQUI (M.), CHEMINEAU (P.). Conduite de la reproduction des petits ruminants dans les différentes parties du monde. In : Nuclear and related techniques in Animal production and health. Proceedings of a symposium, Vienna, 17-21 March 1986, jointly organized by IAEA and FAO. Vienna, IAEA, 1986. P. 135-147.

27. VALLERAND (F.), BRANCKAERT (R.). La race ovine Djallonké au Cameroun : potentialités zootechniques, condition d'élevage, avenir. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1975, **28** (4) : 523-545.

28. YENIKOYE (A.). Variations annuelles du comportement d'œstrus du taux et des possibilités d'ovulation chez la brebis Peulh du Niger. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1984, **24** (1) : 11-19.

BOLY (H.), KOUBAYE (A.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Pregnancy and resumption of sexual activity after parturition in "Mossi" Djallonké ewes. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 631-636

The present study (July 1990-April 1991) aimed at determining some physiological parameters of pregnancy and resumption of cyclicity after parturition in Djallonké "Mossi" ewes (n = 52). The observation of 20 ewes naturally mated between October and November (dry and cool season) showed a pregnancy length of 149 ± 2.4 days, a fertility rate of 92 %, a prolificacy rate of 118 %, a fecundity rate of 108 and 7.1 % of embryoresorption. Foetal growth and that of its membranes were slow (< 10 g/day) during the first two months. After three months, the growth rate increased (about 27 g/day). The maternal plasma progesterone concentration rose during this period from 5.58 ± 0.85 to 13.71 ± 2.32 ng/ml. The study of cyclicity resumption (December-January) conducted in 14 other ewes showed that the first oestrus appeared 56.6 ± 10 days after parturition. A trial made in 18 ewes housed in individual boxes and receiving different levels of feeding (80, 100 and 120 %), and with a suckling period of 4, 5 and 6 weeks showed that the return to heats was related both to the level of feeding and to the suckling length. A dietary regimen meeting all nutrient requirements and a suckling period of 4 weeks led to reducing the interval from parturition to first oestrus by about 3 weeks, i.e. 35 days after lambing. The maternal plasma progesterone levels showed that the first ovulation occurred 25 ± 2 days after parturition. In conclusion, these parameters indicate that the reproductive performances of Mossi Djallonké ewes may be improved provided that the feed supply is large enough and that the lambs are weaned early.

Key words : Ewe - Djallonké sheep - Sexual activity - Pregnancy - Reproductive performance - Fertility - Weaning - Foetus - Lambing - Oestrous cycle - Progesterone - Suckling - Animal feeding - Burkina Faso.

29. YENIKOYE (A.). Étude de l'endocrinologie sexuelle et de la croissance folliculaire chez la brebis nigérienne de race Peulh : influence de la saison de reproduction. Thèse doct. es-Sci. Nat. Tours, Université François Rabelais, 1986. p. 96.

30. YENIKOYE (A.). Variations saisonnières des teneurs plasmatiques de PRL, FSH et LH et du rétrocontrôle de FSH et LH chez la brebis Peulh du Niger. In : African small ruminant research and development : Proceedings of a conference held at Bamenda, Cameroun, 18-25 January 1989. Addis Ababa, Ethiopie, Africa small ruminant research network, ILCA, 1989. p. 287-302.

BOLY (H.), KOUBAYE (A.), VIGUIER-MARTINEZ (M.C.), YENIKOYE (A.). Gestación e inicio de la actividad sexual post parto, en la oveja Djallonké, variedad "Mossi". *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 631-636

El estudio se realizó entre julio 1990 y abril 1991. El objetivo fue determinar las características fisiológicas de la gestación y del inicio de la ciclicidad post parto en la oveja Djallonké, variedad "Mossi" (n = 52). La observación de los períodos de gestación de 20 ovejas, expuestas a monta natural entre octubre y noviembre (estación seca y fresca), permitió la determinación de la duración de la gestación ($149 \pm 2,4$ días) de la tasa de fertilidad (92 p. 100), de la tasa de prolificidad (118 p. 100), de la tasa de fecundidad (108 p. 100) y de la tasa de reabsorción embrionaria (7,1 p. 100). El crecimiento del feto y de sus anexos es lento durante los dos primeros meses (< 10 g/día), aumentando a partir del tercer mes (27 g/día). Durante este último período, la progesterona plasmática materna aumenta, pasando de $5,58 \pm 0,85$ ng/ml a $13,71 \pm 2,32$ ng/ml. Se siguió la actividad sexual post parto de otras 14 ovejas, mediante la observación de retorno a celo en animales que parieron entre diciembre y enero (estación seca y fría), obteniéndose un intervalo parto-primer celo de $56,6 \pm 10$ días. La observación experimental de 18 ovejas en estabulación individual, con un nivel alimenticio variable (80, 100 y 120 p. 100 de las necesidades) y amamantando durante períodos de 4, 5 y 6 semanas, muestra que el retraso en la aparición de celos depende, tanto del nivel alimenticio, como del momento del destete ($P < 0,05$). Una alimentación que satisfaga todas las necesidades y un período de amamantamiento corto, de 4 semanas, permiten un retorno a celo tres semanas antes, es decir, 35 días post-parto. La dosificación de la progesterona plasmática muestra que las primeras ovulaciones se producen antes, alrededor de 25 ± 2 días post parto. Se concluye que una mejora substancial de los índices reproductivos en la oveja Djallonké variedad Mossi es posible, siempre y cuando el aporte nutricional cubra las necesidades y el destete de los corderos sea precoz.

Palabras claves : Oveja - Ovino Djallonké - Actividad sexual - Gestación - Reproductividad - Fertilidad - Destete - Feto - Parto - Ciclo estral - Progesterona - Lactancia - Alimentación animal - Burkina Faso.

B. Rey¹U. Jacob²

Modalités d'exploitation des caprins dans la province de Ngozi, Burundi

REY (B.), JACOB (U.). Modalités d'exploitation des caprins dans la province de Ngozi, Burundi. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 637-644

Cet article présente les modalités d'exploitation des caprins dans la province de Ngozi au Burundi. Les données ont été recueillies sur deux ans par un suivi zootechnique de 251 éleveurs. Parmi ceux-ci, 158 avaient des caprins croisés Alpine et étaient encadrés par le Projet caprin de Ngozi. L'évolution de la taille et de la composition génétique des troupeaux d'une part, les pratiques de vente, d'autoconsommation et de traite d'autre part, sont analysées. Les variations de comportement des différents types d'éleveurs sont soulignées. La fonction d'épargne que jouent les caprins dans ce système agraire a eu comme résultat une forte fluctuation de cette population au sein des troupeaux et la permutation des éleveurs avec l'abandon de l'élevage caprin par 6,3 p. 100 d'entre eux chaque année. Ce risque d'abandon est d'autant plus marqué que le troupeau est de petite taille, tout en restant indépendant de la possession de caprins croisés. L'adoption des caprins croisés par une fraction des éleveurs s'est accompagnée de modifications des pratiques d'exploitation. Soixante-cinq p. 100 d'entre eux ont accepté la traite et la vente du lait ; ils ont vendu leurs chèvres à un âge moyen plus élevé, alors que les chevreaux l'ont été au même âge. Les chevreaux les plus lourds de la race locale ont néanmoins fait l'objet d'une sélection, au contraire des chevreaux croisés. Les performances numériques d'exploitation ont cependant été inférieures chez ces éleveurs, qui ont par ailleurs maintenu dans leurs troupeaux une fraction constante de caprins de race locale.

Mots clés : Caprin - Chèvre Alpine - Système d'élevage - Croisement - Amélioration des animaux - Production laitière - Commercialisation - Economie de l'élevage - Burundi.

INTRODUCTION

Les hautes terres d'Afrique centrale (Burundi, Rwanda, est du Zaïre, Ouest tanzanien et Ouganda) sont caractérisées par de fortes densités de population rurale. Les systèmes agraires, fondamentalement agricoles, évoluent rapidement pour s'adapter à une pression foncière croissante. Dans le domaine agricole, on observe une intensification de l'utilisation du milieu : réduction des jachères, association de cultures, mise en culture de terres marginales. Dans le domaine de l'élevage, la population bovine régresse progressivement au bénéfice des petites espèces (ovins, caprins, volailles, rongeurs) qui consomment moins d'espace et valorisent mieux la main-d'œuvre excédentaire. Ces espèces ont fait l'objet, au cours de la dernière décennie, d'un nombre croissant

de projets de développement. Lorsqu'ils concernent les caprins, ils sont souvent fondés sur un programme de croisement avec des génotypes exotiques, utilisant soit des races à aptitude viande (Boer), soit des races laitières (Alpine, Toggenburg par exemple).

Le projet caprin de Ngozi au Burundi fonctionne depuis 1980 dans le cadre de la coopération entre le ministère de l'Agriculture et de l'Élevage du Burundi et le ministère de la Coopération économique allemand. Son objectif est une augmentation des revenus des petites exploitations à travers l'amélioration de l'élevage caprin et la promotion de sa production laitière (7). L'activité principale est le croisement des chèvres de race locale avec des boucs de race alpine mis à la disposition des éleveurs dans des centres de monte. Le croisement avec du matériel génétique introduit devient la principale innovation technologique autour de laquelle est organisée la vulgarisation de cultures fourragères, de traitements vétérinaires et la construction d'une étable. L'achat du lait et sa commercialisation sont assurés par le projet dans un rayon de 20 km environ. En 1989, l'encadrement individuel de tous les éleveurs croisant au moins une de leurs chèvres dans un centre de monte a été interrompu au profit d'un encadrement axé sur la création de groupements d'éleveurs.

Ce projet vise donc à modifier les modalités d'élevage autour de l'acquisition de caprins croisés. S'appuyant sur l'analyse des données collectées durant deux ans par un suivi conjoint du Centre international pour l'Élevage en Afrique (CIPEA/ILCA) et du projet caprin de Ngozi, cet article compare les pratiques d'exploitation des caprins de race locale et croisés chez différents types d'éleveur. Il étudie ainsi les modifications induites par le projet, et en particulier celles relatives à l'exploitation "viande". La compréhension des stratégies sous-jacentes permet d'envisager les conditions nécessaires à la pérennité de tels projets de croisement pour de petits troupeaux caprins dans des systèmes à dominante agricole.

L'évolution de la taille et du croît de ces troupeaux, ainsi que celle de leur composition génétique, reflète les comportements paysans quant à leur gestion. Leur exploitation sera considérée en analysant les pratiques de vente, d'autoconsommation et de traite.

L'altitude moyenne de la province de Ngozi (nord du Burundi) est de 1 800 m et la pluviométrie annuelle d'environ 1 400 mm, avec un régime saisonnier bimodal. Les températures annuelles varient entre 6,6°C et 28,2°C. La plupart des activités économiques se rapportent à l'agriculture qui emploie 97 p. 100 de la population (495 000 habitants en 1985) (8).

1. CIRAD-EMVT, mis à la disposition du CIPEA, POB 5689, Addis-Abeba, Éthiopie.

2. GTZ/Projet caprin de Ngozi, BP 45, Ngozi, Burundi.

Reçu le 21.7.1993, accepté le 5.10.1993

Le système agricole repose sur les cultures vivrières suivantes : haricots, bananes, maïs, manioc, patate douce, colocase et sorgho. Le café est la principale culture de rente. Depuis quelques années la pression démographique (337 habitants par km²) a conduit à l'aménagement et à la mise en culture des bas-fonds en saison sèche, pour le riz essentiellement. Ces activités répartissent les besoins spécifiques en main-d'œuvre tout au long de l'année, avec un pic d'emploi lors de la période de récolte du café, de mars à juin (5).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Un échantillon de troupeaux caprins, répartis dans les sept communes qui constituent le périmètre laitier du projet, a fait l'objet d'un suivi démographique et de productivité entre novembre 1989 et décembre 1991. Cent quatre exploitations ont été choisies de façon aléatoire parmi celles encadrées par le projet après avoir participé au programme de croisement, auxquelles s'ajoutent 93 exploitations pratiquant un élevage "traditionnel", sans chèvres croisées. Par ailleurs, 54 éleveurs ont été choisis par le projet comme de futurs producteurs d'animaux améliorés en milieu rural. Ces "sélectionneurs", font l'objet d'un encadrement particulier mais sont restés soumis au même suivi. Les auteurs (6) ont montré qu'il n'y avait pas de différence de structure d'exploitation entre les élevages traditionnels et encadrés. Les éleveurs sélectionneurs disposent par contre de plus de terre et de force de travail familiale.

Le suivi des caprins individuellement identifiés s'est fait à raison de deux visites par mois. Il a été précédé d'une enquête retrospective sur les structures d'exploitation et les pratiques d'élevage et a concerné un effectif moyen de 1 600 animaux. Quarante-cinq p. 100 de ces caprins étaient de race locale ; 19 p. 100 demi-sang Alpine (F1) et 22 p. 100 trois-quarts Alpine (R1). Les 14 p. 100 restant correspondent aux autres niveaux de croisement. Les événements démographiques, naissances, achats, ventes, etc., et la quantité de lait trait ont été enregistrés à chaque visite. Les chevreaux ont été pesés une fois par mois, et les adultes chaque trimestre.

L'abandon de tout élevage caprin durant la période suivie a été analysé avec un modèle de régression logistique utilisant les 3 facteurs suivants : type d'élevage, commune, nombre de chèvres adultes au début du suivi.

L'âge à la vente et l'âge à l'abattage familial ont été analysés en utilisant un modèle linéaire comprenant 5 facteurs : sexe et génotype, type d'élevage et interactions (sexe x génotype) et (sexe x type d'élevage).

Les critères de vente des chevreaux mâles ont été étudiés en analysant leur probabilité d'être toujours présents dans le troupeau (vs être vendus) à l'âge d'un an, à l'aide d'un modèle de régression logistique utilisant leur poids à 180 jours et leur saison de naissance (sèche/pluies). Le modèle a utilisé pour les chevreaux croisés une fonction

directe du poids vif ; celui pour les chevreaux de race locale est une fonction quadratique.

RÉSULTATS

Évolution de la population suivie

Nombre d'éleveurs

Entre janvier 1990 et décembre 1991, 25 des 251 exploitants suivis ont abandonné tout élevage caprin, soit 13 élevages traditionnels, 11 encadrés et 1 éleveur sélectionneur, soit respectivement 14, 11 et 2 p. 100.

Parmi les causes de ces abandons, les raisons volontaires dominent. Treize éleveurs ont vendu toutes leurs chèvres, la plupart pour satisfaire des besoins monétaires immédiats tels que : frais scolaires, mariages etc. Quatre en ont fait don à leurs héritiers. Un de ces éleveurs s'est débarrassé de toutes ses chèvres pour acheter un bovin pour des raisons de prestige. Parmi les autres raisons, cinq ont abandonné l'élevage à la suite d'une forte mortalité et deux après le vol de leur cheptel.

Par contre, les éleveurs-sélectionneurs, soumis à un encadrement plus rapproché, et dotés des meilleures structures d'exploitation (6) n'ont pas abandonné. La régression logistique sur le risque d'abandon pour les élevages traditionnels et encadrés n'a pas démontré d'effet du type d'élevage. L'abandon de l'élevage caprin a donc été indépendant de la possession ou non de chèvres croisées. La taille du troupeau au début du suivi, exprimée par le nombre de femelles adultes, ajusté pour la commune enquêtée, a par contre eu un effet significatif ($P < 0,01$). La figure 1 présente la probabilité d'abandon en deux ans de l'élevage caprin en fonction du nombre initial de chèvres : celle-ci a été de 5,38 p. 100 ($s_m = 2,150$) avec un troupeau de 3 chèvres et de 0,71 p. 100 ($s_m = 0,689$) avec un troupeau de 5 chèvres. Enfin, le risque d'abandon a varié suivant les communes enquêtées ($P < 0,01$).

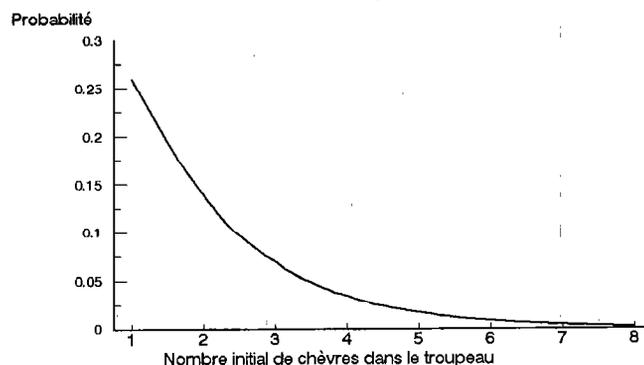


Figure 1 : Probabilité de disparition d'un élevage caprin en deux ans en fonction du nombre initial de chèvres dans le troupeau.

Croît du troupeau

Les troupeaux caprins dans la région de Ngozi sont de petite taille : 5,8 caprins dont 2,8 chèvres adultes en moyenne. Aux fluctuations saisonnières près, le nombre de caprins présents chez chaque éleveur traditionnel ayant conservé des animaux est resté stable entre décembre 1989 et décembre 1991. En revanche, le nombre de caprins par élevage a diminué dans les deux autres catégories (tableau I).

Le croît numérique brut des troupeaux (effectif de fin d'année moins effectif de début d'année divisé par l'effectif de début d'année) a varié d'une année à l'autre: +6,7 p. 100 ($S_m = 3,7$) en 1990 et -7,4 p. 100 ($S_m = 3,8$) en 1991 ($P < 0,01$). L'effet du type d'élevage sur le croît brut des troupeaux en 1990 et en 1991 considérés indépendamment n'a cependant pas été significatif.

Composition génétique des troupeaux

Au début du suivi, tous les élevages traditionnels, à l'exception de l'un d'entre eux, ne possédaient que des animaux de race locale. En deux ans, trois autres éleveurs traditionnels ont obtenu au moins un animal croisé. L'évolution de la composition génétique des troupeaux suivis chez les éleveurs encadrés et chez les sélectionneurs est présentée dans la figure 2. Elle permet de remarquer les faits suivants :

- ces éleveurs ont conservé une fraction à peu près constante (de 24 à 21 p. 100) de leur cheptel en race locale sur les deux ans. Cette fraction a varié de 32 à 29 p. 100 dans les élevages encadrés et de 11 à 9 p. 100 chez les sélectionneurs. Quarante-trois p. 100 des caprins de la race locale chez ces éleveurs étaient des chèvres ou des chevrettes ;

- la structure de la population de chèvres croisées s'est par contre modifiée notablement. Le pourcentage de croisés F1 a connu la plus forte baisse (de 33 à 22 p. 100 de la population suivie dans ces élevages), alors que celui des niveaux R1 et R2 est resté relativement constant avec 32 à 30 p. 100, et 8 à 9 p. 100. Cette diminution s'est effectuée au bénéfice des rétrocroisements avec des races locales et des autres croisements, dont la proportion a augmenté de 2 à 14 p. 100.

Exploitation et pertes

Les figures 3 et 4 indiquent en nombre la mortalité et l'exploitation des cohortes de chevreaux et chevrettes nés en 1990 en fonction de leur âge jusqu'à un an. L'exploitation propre (ventes, abattage pour l'autoconsommation et dons) a été du même ordre de grandeur que la mortalité caprine pour l'ensemble des troupeaux : 1 175 caprins morts et 1 298 exploités sur deux ans. La vente des chevreaux a débuté dès l'âge de six mois. A un an, la moitié des chevreaux mâles ayant survécu avaient quitté l'exploitation, alors que ce pourcentage était plus faible pour les femelles (5 p.100).

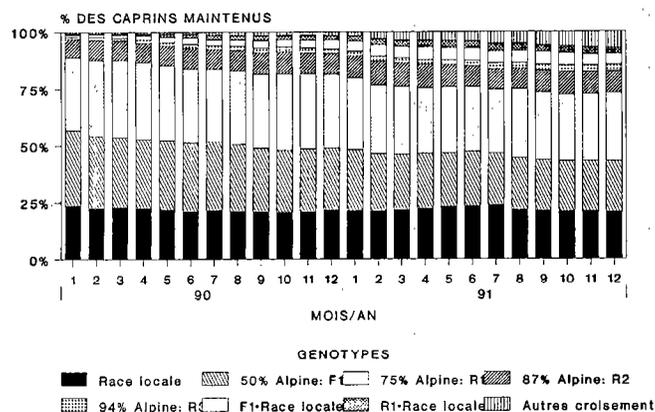


Figure 2 : Evolution de la composition génétique des troupeaux des élevages encadrés et sélectionneurs.

TABLEAU I Evolution de la taille moyenne des troupeaux caprins par type d'élevage au cours du suivi (en nombre de caprins par troupeau).

Date	Elevages traditionnels	Elevages encadrés	Elevages sélectionneurs
Décembre 1989	5,0	6,6	8,0
Juin 1990	6,1	7,5	9,4
Décembre 1990	5,5	6,4	8,4
Juin 1991	6,0	6,5	8,4
Décembre 1991	5,3	5,8	7,2

Ventes

Les ventes ont concerné toutes les catégories d'animaux et les différents types d'élevages. Les animaux vendus ont surtout été destinés à l'abattage, parfois à l'élevage dans d'autres exploitations. Le pourcentage des animaux vendus parmi les populations des différents types génétiques a été identique, à l'exception des croisés R1 (75 p. 100 Alpine) qui ont fait l'objet de plus nombreuses transactions avec 282 ventes observées en deux ans pour un effectif mensuel moyen de 392 têtes.

Bien que des ventes aient lieu toute l'année, elles ont été plus nombreuses de juillet à octobre et de février à mars (figure 5). Ces deux périodes correspondent aux époques d'achat des intrants pour les deux principales saisons de culture et sont directement liées aux besoins monétaires(5). Il est remarquable à ce sujet que les vols de caprins aient également été enregistrés aux mois de février, mars et septembre.

L'analyse de variance de l'âge de vente des caprins a montré un effet significatif de leur sexe et de leur génotype, ainsi que du type d'élevage (tableau II). Les moyennes ajustées montrent que les chevreaux mâles ont été vendus à un an, sans qu'il y ait de différence entre les types génétiques ou entre les types d'élevages. L'âge de vente des femelles a par contre varié avec ces deux facteurs. Les chevrettes croisées ont été vendues plus jeunes que celles de race locale : 2 ans contre 3 ans

TABLEAU II Âge à la vente et à l'abattage pour l'autoconsommation (moyennes établies par la méthode des moindres carrés).

Facteurs	Modalités	Âge à la vente (j)			Âge à l'abattage (j)		
		n	x	S _m	n	x	S _m
Moyenne générale	(Prob.)	1 065	0,0001 701	15,8	108	0,0001 748	46,5
Sexe	(Prob.)		0,0001			0,0001	
	Mâle	554	369	22,3	76	387	50,9
	Femelle	511	1 033	22,2	32	1 109	77,9
Génotype	(Prob.)		0,0001			0,0176	
	Croisé	593	541	26,4	60	585	78,0
	Race locale	472	861	31,3	48	912	86,1
Type d'élevage	(Prob.)		0,0001			ns	
	Traditionnel	345	533	35,6	35	652	112,3
	Encadré	420	723	27,7	39	855	79,5
	Sélectionneur	300	845	34,7	34	737	92,1
Sexe (M/F)* génotype	(Prob.)		0,0001			0,0430	
	F* croisé	259	731	37,4	19	807	127,3
	F* locale	252	1 335	39,0	13	1 412	128,7
	M* croisé	334	351	37,1	41	362	90,3
	M* locale	220	387	49,1	35	412	114,3
Sexe (M/F)* type d'élevage	(Prob.)		0,0001			ns	
	F* encadré	206	1 063	37,0	12	1 345	127,1
	F* sélectionneur	134	1 310	47,2	13	1 078	137,1
	F* traditionnel	171	725	48,6	7	905	189,8
	M* encadré	214	383	41,2	27	365	95,6
	M* sélectionneur	166	380	50,9	21	397	122,9
	M* traditionnel	174	342	52,1	28	399	120,1

n : nombre d'observation (pour chaque modalité) ; x : moyenne estimée (méthode des moindres carrés) ; S_m : erreur standard de l'estimation ; Prob. : niveau de signification statistique de l'effet considéré.

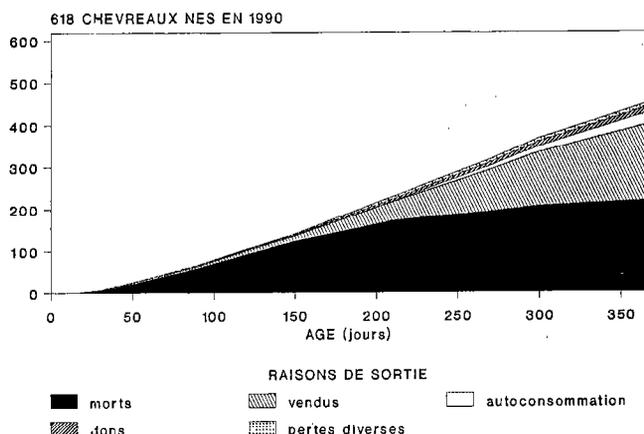


Figure 3 : Mortalité et exploitation des chevreaux nés en 1990.

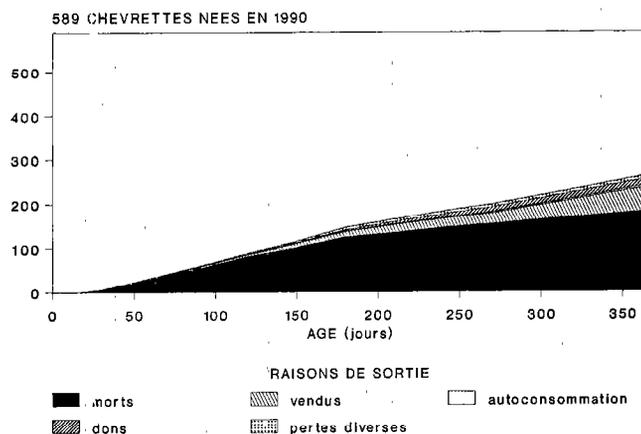


Figure 4 : Mortalité et exploitation des chevrettes nées en 1990.

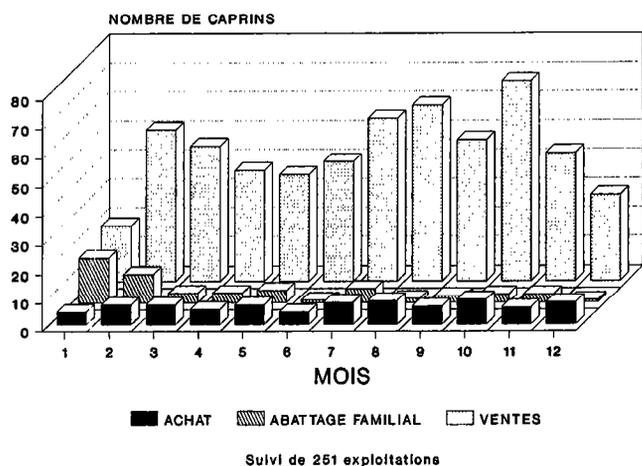


Figure 5 : Répartition mensuelle des ventes, achats et abattages familiaux (1990-1991).

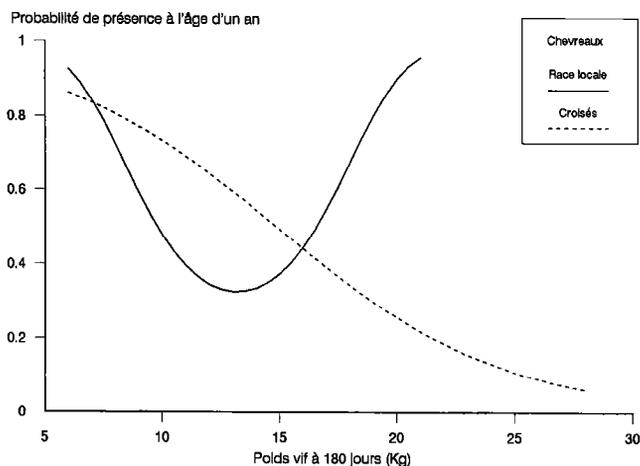


Figure 6 : Probabilité de la présence dans le troupeau d'un chevreau à un an en fonction de son poids vif à 180 jours.

et demi ($P < 0,01$). Elles ont été vendues à 2 ans dans les élevages traditionnels, à 3 ans par les éleveurs encadrés et à 3 ans et demi par les éleveurs sélectionneurs ($P < 0,01$).

Le modèle de régression logistique a été appliqué à un échantillon de 127 chevreaux de race locale et 188 chevreaux croisés pour lesquels le poids vif à six mois était connu, et qui ont été vendus entre 6 et 12 mois ou étaient encore présents à l'âge d'un an. Les facteurs suivants ont eu un effet significatif : la saison de naissance, le poids vif pour les deux génotypes, et le poids vif au carré pour les chevreaux de race locale uniquement.

La figure 6 présente la probabilité pour un chevreau vivant à 180 jours de ne pas être vendu avant l'âge d'un an en fonction de son poids à cet âge. Elle permet de constater ce qui suit :

- les chevreaux croisés ont eu d'autant plus de chance d'être vendus qu'ils étaient les plus lourds à 6 mois ; les animaux ayant eu la meilleure croissance ont donc quitté les élevages le plus tôt ;

- la situation des chevreaux de race locale a été différente : le poids moyen à six mois des chevreaux vendus n'était pas différent de celui des chevreaux conservés. Jusqu'à 12 kg de poids vif, la tendance est similaire à celle observée pour les chevreaux croisés. Les individus les moins performants ont été conservés pour être vendus après l'âge d'un an. Au-delà du poids vif à 6 mois, la tendance est inversée et les chevreaux de race locale les plus lourds ont été conservés.

Autoconsommation et dons

Le nombre d'animaux abattus pour l'autoconsommation a été faible : 108, soit 6 p. 100 de l'effectif mensuel moyen suivi. L'abattage familial a touché en plus grande proportion les animaux croisés avec 60 contre 48 de race locale. Un tiers des animaux abattus étaient des femelles. L'autoconsommation est apparue concentrée à l'époque du Nouvel An, et dans une moindre mesure en juillet (figure 5), mois durant lequel la situation financière des exploitations est meilleure après la récolte du café, et pendant lequel les mariages sont plus nombreux (2).

Un faible pourcentage des éleveurs a pratiqué l'abattage familial. Cent huit têtes ont été abattues chez 72 éleveurs : 39 caprins chez 23 encadrés, 34 chez 21 sélectionneurs et 35 chez 28 éleveurs traditionnels. L'abattage familial a donc plutôt concerné les sélectionneurs.

L'âge moyen à l'abattage a varié avec le sexe et le génotype des chevreaux et a pris des valeurs similaires à celles de l'âge à la vente (tableau II). Contrairement à ce dernier, il n'a cependant pas varié selon le type d'élevage, quel que soit le sexe des chevreaux considérés.

Cent neuf animaux ont fait l'objet de dons, les mâles en moyenne à l'âge de dix mois, les femelles vers 18 mois. Il n'y a pas eu de différence selon les types génétiques ou les types d'élevage.

Taux d'exploitation

Le taux d'exploitation annuel, défini comme le rapport du nombre d'animaux vendus, abattus ou donnés au nombre de caprins présents en début d'année, a été différent ($P < 0,05$) en 1990 et 1991 : 39 p. 100 ($S_m = 2,4$) et 47 p. 100 ($S_m = 2,422$) respectivement. Bien qu'aucune différence ne soit détectée entre les types d'élevage pour chaque année prise indépendamment, le taux moyen sur deux ans a présenté une différence significative ($P < 0,01$) entre les élevages traditionnels d'une part (49 p. 100, $S_m = 2,9$) et les élevages encadrés et sélectionneurs de l'autre (respectivement 39 p. 100 $S_m = 2,7$ et 40 p. 100 $S_m = 3,6$).

Achats

Les éleveurs concernés ont acheté peu de caprins en 1990 et 1991 : 163 têtes. Les achats ont surtout concerné des femelles (129/163), dans une proportion compa-

nable à celle des femelles présentes dans l'échantillon suivi. Sur le plan génétique, les caprins de race locale étaient dominants (95/163), et peu d'animaux de niveaux de croisement élevé (supérieur à 3/4 alpine) ont été achetés.

Traite des chèvres croisées

Les chèvres de race locale ne sont pas traitées au Burundi. La logique sous-jacente au croisement des chèvres avec des géniteurs de race Alpine résidait dans la possibilité de les traiter pour améliorer l'alimentation humaine (7). La figure 7 indique, sur la base des mesures effectuées par les enquêteurs, la fraction des chèvres croisées traitées par les éleveurs dans les semaines suivant la mise bas. Le lait était destiné à la vente soit au projet, soit sur un marché local (où il se substitue au lait de vache), soit à l'autoconsommation.

Durant les 3 premiers mois de lactation, près de la moitié des chèvres croisées ont été traitées le jour de la visite de l'enquêteur. Ce pourcentage a été supérieur pour les chèvres de niveau élevé de croisement. Il a ensuite diminué progressivement.

Le comportement des éleveurs sélectionneurs vis-à-vis de la pratique de la traite a été différent de celui des éleveurs encadrés. Sur deux ans, la presque totalité des premiers ont traité au moins une fois devant l'enquêteur, alors que ce pourcentage n'était que de 65 p. 100 chez les seconds. De même, chaque mois, une moyenne de 60 p. 100 des sélectionneurs et de 30 p. 100 des éleveurs encadrés ont traité leurs chèvres.

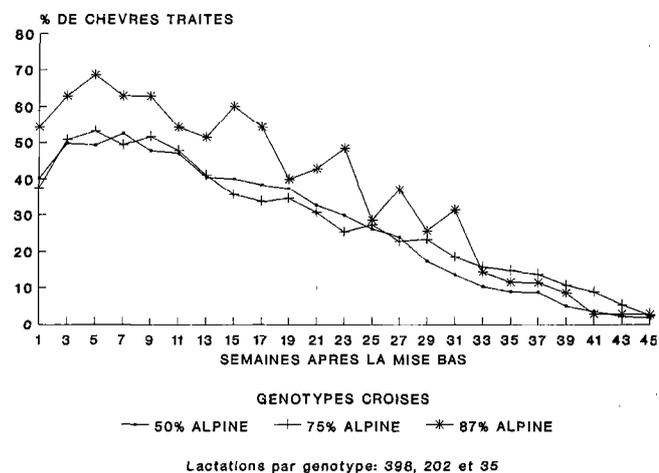


Figure 7 : Pourcentage de chèvres croisées traitées dans les semaines suivant la mise bas.

DISCUSSION

Les conséquences du rôle des caprins dans ces systèmes de production

Les pratiques d'exploitation observées lors de ce suivi d'élevages confirment le rôle de réserve monétaire facilement mobilisable attribué aux caprins par la primauté donnée à la vente sur l'autoconsommation, l'époque et les types d'animaux vendus. La plupart de ces ventes correspondent à des abattages effectués par des bouchers en milieu urbain, et non à des transactions entre éleveurs. Le nombre limité d'animaux achetés par les éleveurs suivis, et l'évolution du croît des troupeaux reflètent par ailleurs la faible capacité d'épargne de ces systèmes de production. Des observations similaires sur le rôle microéconomique des petits ruminants ont été réalisées par FAUGÈRE *et al.* (3, 4) au Sénégal.

Le suivi de ces élevages a permis en outre d'apprécier les fluctuations de la possession de caprins en fonction de leur rôle économique. Si l'on exclut les sélectionneurs soumis à une plus grande pression de vulgarisation, le pourcentage de paysans abandonnant l'élevage est de 6,3 p. 100 par an, qu'ils aient ou non des animaux croisés. Il est cependant probable que dans le même temps, des paysans non suivis aient repris ou commencé l'élevage caprin comme forme de capitalisation. Le grand nombre de femelles vendues et la proportion des chèvres parmi les animaux achetés permettent de faire cette hypothèse. La relative constance du nombre de chèvres dans la province tient sans doute à ces permutations internes.

Cette pratique a plusieurs conséquences pour un projet de développement basé sur l'amélioration génétique. Elle réduit potentiellement son impact, puisque cette dernière est freinée par l'instabilité des élevages. Par ailleurs, la perception par les éleveurs du risque d'abandonner l'élevage peut ne pas les inciter aux investissements en travail et en capital exigés en contrepartie des génotypes introduits.

L'influence du nombre de femelles dans le troupeau sur le risque d'abandon étant notable, on pourrait penser à moduler le message de la vulgarisation sur ce critère : pour les petits troupeaux, viser à y stabiliser l'élevage, en proposant éventuellement une source alternative de financement pour éviter la vente de caprins ; pour les plus grands, rechercher des investissements productifs.

Les pratiques d'exploitation

L'innovation technologique principale du projet est la modification des génotypes. L'ensemble des autres techniques proposées constitue le "produit technique" d'accompagnement tels que logement, traitements sani-

taires, etc. La gestion de ce matériel génétique était la première pratique analysée, avant son exploitation.

Parmi les élevages concernés, il n'a pas été constaté de substitution de l'ensemble des animaux de race locale par des animaux croisés, mais au contraire le maintien à un niveau stable d'une population de race locale. Cela, loin d'être interprété comme une attitude conservatrice, pourrait signifier une stratégie de gestion du risque : conserver une base de croisement et assurer la sécurité de l'élevage en cas de problèmes avec les croisés. C'est ce que suggère la proportion de femelles parmi ces animaux (83 p. 100), alors qu'elle était de 75 p. 100 pour l'ensemble des caprins suivis à Ngozi.

La population croisée a néanmoins varié au cours du temps. Le maintien d'un pourcentage stable à 75 p. 100 de sang Alpine (R1) pourrait indiquer une préférence relative des éleveurs pour ce niveau de croisement, correspondant à une évaluation subjective de leur adaptation au système de production. Le faible accroissement du nombre d'animaux de niveaux de croisement supérieurs (R2 et R3) serait donc lié aux difficultés de leur élevage (mortalité, sensibilité aux maladies, etc.), et à leur exploitation moins rentable sinon déficitaire en raison d'un risque pressenti par les éleveurs. La comparaison du niveau productif de ces génotypes devrait apporter des éléments de réponse. Des différences ont été perçues entre les types d'éleveurs quant aux pratiques de vente des mâles et des femelles.

L'âge moyen à la vente des mâles a été comparable pour tous les éleveurs. L'objectif essentiel (répondre à des besoins monétaires) s'est traduit par la vente des chevreaux dès que ces derniers atteignaient un poids commercialisable. La tendance générale à vendre d'abord les chevreaux présentant la meilleure croissance, a entraîné le risque de saillies par des chevreaux peu performants en terme de croissance corporelle, puisqu'il n'y a que rarement castration. Ce dernier thème de vulgarisation a eu en effet peu d'impact puisqu'on n'a compté sur ce suivi que 26 castrations de chevreaux de race locale, dont 22 dans des élevages traditionnels et 58 de chevreaux croisés sur la même période.

Cependant, et contredisant l'argument de sélection négative parfois avancé (2), il semble que les meilleurs chevreaux de race locale aient été identifiés et conservés, sans doute pour la reproduction, contrairement aux chevreaux croisés.

La participation au projet a aussi modifié les conditions de cession des jeunes femelles ; celles-ci, indépendamment de leur génotype, ont été plus rapidement vendues par les éleveurs traditionnels que par les éleveurs encadrés et sélectionneurs. Cela pourrait être lié à une flexibilité financière plus grande résultant du commerce du lait chez ces derniers.

Malgré ces différences de gestion, les performances d'exploitation par ventes, autoconsommation et dons des

élevages ayant des caprins croisés, ont été inférieures à celles des élevages traditionnels. Ces derniers ont maintenu un effectif par élevage constant alors que celui des premiers est en légère diminution. Les auteurs pensent que la différence d'exploitation est due aux taux de mortalité. BA *et al.* (1) ont montré par simulation la variation existant entre les différents génotypes du quotient de mortalité des chevreaux de moins de six mois : 37 p.100 pour les croisés contre 23 p. 100 pour les chevreaux de race locale. La mortalité des génotypes introduits constitue ainsi une contrainte majeure pour les éleveurs ayant adopté cette innovation.

Chez ces éleveurs, l'utilisation du lait a pu compenser le moindre taux d'exploitation pour la viande. Le résultat des mesures de la production laitière illustre l'acceptation de la pratique de la traite par un tiers des éleveurs d'animaux croisés. Les producteurs choisis comme sélectionneurs ont été plus sensibles à ce thème de vulgarisation.

Cependant, malgré les efforts pour ne pas forcer les éleveurs à traire en raison de la visite de l'enquêteur, les données mesurées ne sont probablement qu'un reflet partiel de la réalité des quantités et des fréquences de traite.

CONCLUSION

Dans l'évolution des systèmes agraires des régions de haute altitude en Afrique de l'Est, les caprins se substituent progressivement aux bovins pour la production de viande et même de fumier. Le projet de Ngozi, qui vise à leur faire aussi jouer ce rôle pour la production laitière, a modifié la structure du troupeau caprin de cette province du Burundi, avec l'adoption de caprins croisés par le paysannat. Mais la modification des pratiques d'élevage la plus notable a été l'acceptation de la traite par une fraction des éleveurs. Les pratiques de vente ont également changé, en particulier celle des femelles qui est devenue plus tardive. L'adoption du croisement pour disposer de chevreaux plus lourds à la vente paraît néanmoins un objectif pour un grand nombre d'éleveurs qui ne traient pas.

Les performances numériques d'exploitation ont cependant été inférieures chez ces derniers, en raison d'une plus forte mortalité des sujets croisés. Ceci est à relier à leur mode de gestion des génotypes, et donc du risque, avec un apparent refus d'une substitution complète du cheptel local par des animaux croisés, même chez les sélectionneurs les plus engagés dans le projet.

Dans ces systèmes de production économiquement fragiles, les stratégies de vente semblent essentiellement guidées par les contraintes financières. Les caprins y jouent donc un rôle de réservoir monétaire important. Il en résulte de fortes fluctuations de leur population avec le risque d'abandon de l'élevage, ce qui peut ruiner le volet amélioration génétique. Le projet de développement ne doit pas négliger les dangers de cette attitude.

B. Rey U. Jacob

BIBLIOGRAPHIE

1. BA (M.), REY (B.), MESFIN SHIBRE. Mortalité de cohortes de chevreaux croisés Alpine au Burundi. *In* : 2e Conférence biennale du réseau africain de recherche sur les petits ruminants, Arusha, Tanzanie, 7-11 décembre 1992.
2. BRANCKAERT (R.), HABONIMANA (A. de G.), NIVYOBIZI (A.). Contraintes essentielles et recherche prioritaires dans le développement de l'élevage des petits ruminants dans les zones densément peuplées des hautes terres africaines. *In* : Compte rendu du séminaire sur la coordination de la recherche pour le développement des petits ruminants en Afrique, CTA/CEE/GTZ/IEMVT, Montpellier, 13-17 octobre 1986. p. 71-90.
3. FAUGÈRE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGÈRE (B.). L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. I. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Kolda. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 249-259.
4. FAUGÈRE (O.), DOCKES (A.C.), PERROT (C.), FAUGÈRE (B.). L'élevage traditionnel des petits ruminants au Sénégal. II. Pratiques de conduite et d'exploitation des animaux chez les éleveurs de la région de Louga. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, **43** (2) : 261-273.
5. JONES (W. I.), EGLI (R.). Farming systems in Africa. Washington DC, World Bank, 1984. 117 p. (World Bank technical paper n° 27)
6. REY (B.) JACOB (U). Farm structure and participation in the Ngozi crossbreeding project in Burundi. *In* : Proceedings of the 9th workshop of the SR-CRSP, Nairobi, Kenya, 3-8 march 1991. p. 141-148.
7. SCHMIDT (U). Evolution et résultats de neuf années de projet germano-burundais dans le cadre de la coopération technique. *Capricorne*, 1990, **3** (1) : 15-20.
8. Service National des Etudes et Statistiques (SNES). Systèmes de production et analyse de la situation alimentaire et nutritionnelle dans la région de Buyenzi. Bujumbura, Ministère du Plan, République du Burundi, 1987. 1. Rapport de synthèse, 57 p. ; 2. Les enquêtes et annexes.

REY (B.), JACOB (U.). Goat offtake strategies in Ngozi province, Burundi. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 637-644

The offtake practices among goat producers in the Ngozi Province, Burundi, are described. Data were collected by monitoring 251 farmers' flocks during two years. Out of the 251 farmers, 158 maintained crossbred Alpine goats and benefited from the Ngozi Goat Production Project assistance. Variations during the two years in herd size and genetic composition on the one hand and in sales, milking practices and direct consumption by the householder on the other hand have been analysed ; variations in the strategies used by the different types of goat owners are also highlighted. Goat plays a savings role in this farming system and this was responsible for substantial variations in goat numbers within herds and for changes in the goat owners population, with 6.3 % abandons every year. The smaller the herd, the greater the risk for the goat owner to quit goat production, irrespective of the possession of crossbreds or not. Adoption of crossbreds by part of the producers had triggered some changes in the offtake practices: 65 % of them took up the practice of milking and milk sales; they sold their goats at an elder mean age, although male kids were all sold at the same age. It seemed however that the best kids from the local breed were being kept for breeding, unlike crossbred kids. However, the offtake figures were lower for producers with crossbreds, who had elected to maintain a constant fraction of goats from the local breed in their herds.

Key words : Goat - Alpine goat - Farming system - Crossbreeding - Animal breeding - Milk yield - Commercialization - Livestock economics - Burundi.

REY (B.), JACOB (U.). Prácticas de explotación de caprinos en la provincia de Ngozi (Burundi). *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 637-644

El presente estudio describe las prácticas de explotación de caprinos en la Provincia de Ngozi, Burundi. Los datos fueron colectados durante dos años, mediante encuestas zootécnicas efectuadas regularmente en 251 fincas. Ciento cincuenta y ocho de los establecimientos poseían caprinos cruzados con la raza Alpina y asesoría técnica por parte del proyecto Ngozi. Durante estos dos años, se analizó la evolución del tamaño y de la composición genética del rebaño, así como las características de la venta, del consumo familiar y del ordeño de los caprinos. Se subrayan las diferencias de estrategia de manejo entre los diferentes tipos de ganaderos. En este sistema agrario, los caprinos representan un ahorro, lo que provoca una fuerte fluctuación de la población animal y la reconversión de los ganaderos, 6,3 p. 100 de los cuales abandonan la actividad caprina cada año. Este abandono de la ganadería caprina es más frecuente en los rebaños de pocas cabezas, pero es independiente del hecho de poseer caprinos cruzados. La adopción de caprinos cruzados por una parte de los criadores se acompaña de modificaciones en las prácticas de explotación : 65 p 100 de los productores aceptaron el ordeño y la venta de la leche ; las cabras se vendieron a una edad promedio mayor, mientras que los cabritos se vendieron a la misma edad. A diferencia de los jóvenes cruzados, los mejores cabritos de la raza local parecen ser el objeto de una selección. Los productores de caprinos cruzados obtuvieron rendimientos menores y mantuvieron en sus hatos una fracción constante de caprinos locales.

Palabras claves : Caprino - Cabra Alpino - Sistema ganadero - Cruzamiento - Mejoramiento animal - Producción lechera - Comercialización - Economía de la cría - Burundi.

J.J. Lauvergne¹P. Souvenir
Zafindrajaona¹F. Minvielle¹D. Bourzat²V. Zeuh³

Un gène de réduction de la longueur des cornes de la chèvre au Nord Cameroun et au Tchad

LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), MINVIELLE (F.), BOURZAT (D.), ZEUH (V.). Un gène de réduction de la longueur des cornes de la chèvre au Nord Cameroun et au Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 645-650

Les histogrammes des longueurs des cornes de deux populations de chèvres femelles adultes (39 au Nord Cameroun et 51 au Tchad) présentant un aspect plurimodal ont été soumis à une analyse qui a permis d'isoler 3 sous-populations de moyenne respectivement $m_1 = 16,00 \pm 0,80$ cm, $m_2 = 10,70 \pm 1,70$ cm et $m_3 = 4,60 \pm 0,80$ cm pour le Nord Cameroun, et $m_1 = 21,60 \pm 2,60$ cm, $m_2 = 14,80 \pm 1,80$ cm et $m_3 = 6,00 \pm 0,00$ cm pour le Tchad. Les deux populations semblent porter le même mutant de réduction de la longueur des cornes, provisoirement considéré comme autosomal à dominance intermédiaire et à pénétrance totale ou sub-totale. L'effet moyen de substitution de l'allèle muté par l'allèle sauvage est de $5,80 \pm 0,45$ cm au Nord Cameroun et de $7,18 \pm 0,70$ cm au Tchad, avec un rapport de réduction de 0,73, très proche de celui qui affecte la hauteur au garrot quand on passe du Tchad au Nord Cameroun (0,75). Le gène muté a été appelé *HR^r* (*reduced*) au locus *HR* (*Horn Reduction*), l'allèle sauvage *wild* ayant pour symbole *HR^s*. La fréquence *q* du gène muté a été estimée par le maximum de vraisemblance, en même temps que le coefficient de sélection *s* de l'hétérozygote, dans l'hypothèse où les coefficients qui affectent les homozygotes sont nuls. Par itération on obtient $q = 0,44$ et $s = 2,40$. La supériorité des hétérozygotes sur les 2 homozygotes est donc très forte et on est en présence d'une situation d'équilibre stable où *q* prend une valeur proche de la valeur 0,50 attendue si les deux coefficients de sélection des homozygotes sont égaux.

Mots clés : Caprin - Mensuration corporelle - Corne - Gène - Cameroun - Tchad.

INTRODUCTION

Le Projet régional de Recherches sur les Petits ruminants (PRRPR) au Niger, Tchad et Cameroun qui est mis en œuvre depuis 1991 par le CIRAD-EMVT au Laboratoire de Recherches vétérinaires et zootechniques (LRVZ) de Farcha (Tchad) comporte un volet "ressources génétiques caprines". Ce volet a donné lieu à une enquête de terrain au Nord Cameroun et au Tchad en juin 1992. Lors du dépouillement des données on s'est aperçu que deux problèmes devaient préalablement être résolus :

1. Département de génétique animale de l'INRA, Laboratoire de génétique factorielle, Bât 211, CRJ/INRA, 78352 Jouy-en-Josas Cedex, France.

2. CIRAD-EMVT, Laboratoire de recherche vétérinaire et zootechnique (LRVZ) de Farcha, BP 433, N'Djamena, Tchad.

3. Laboratoire de recherche vétérinaire et zootechnique (LRVZ) de Farcha, BP 433, N'Djamena, Tchad.

Reçu le 9.4.1993, accepté le 14.9.1993.

- la probable ségrégation d'un gène de réduction de la longueur des cornes ;
- la définition du type de cornage.

On va s'efforcer dans la présente note d'élucider la première question.

Revue sur le déterminisme héréditaire de la longueur des cornes chez la chèvre

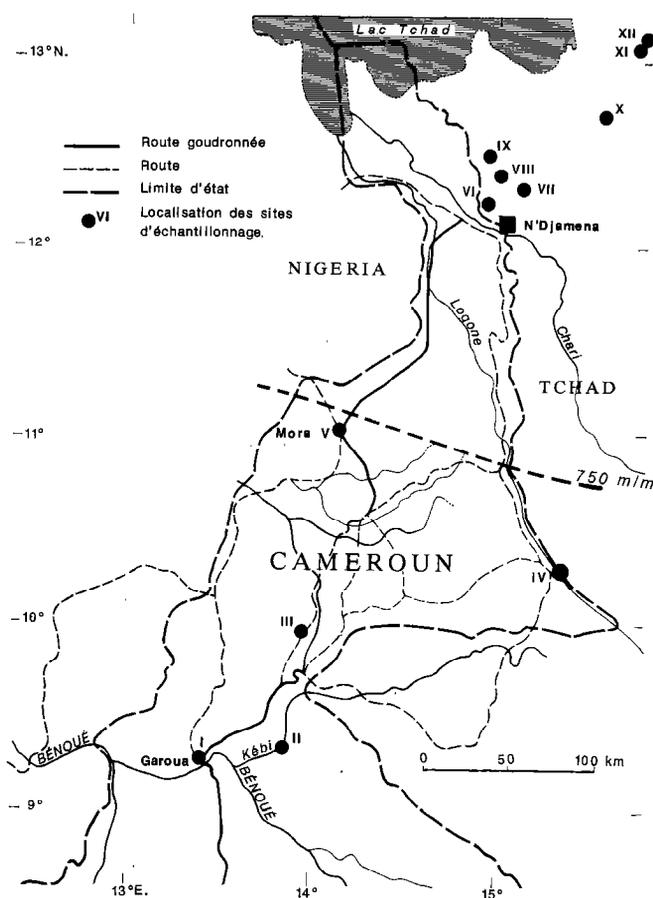
Chez la chèvre la croissance des cornes en longueur et en durée n'a été qu'assez rarement étudiée. On sait seulement que les animaux ayant atteint l'âge de 4 ans semblent avoir pratiquement achevé leur croissance, aussi bien pour le corps que pour les cornes (12). On sait en outre que la croissance peut être totalement inhibée par l'action d'un facteur mendélien (11). Ce gène *Ho^p* (*polled*) est situé au locus *Horns* (*Ho*), selon la terminologie du Comité de nomenclature génétique des Ovins et Caprins (6). Il est autosomal dominant et a un effet pléiotropique sur le déterminisme du sexe, induisant diverses anomalies, la plus frappante étant la masculinisation des organes sexuels des femelles homozygotes. Son action a été caractérisée par une série de coefficients d'expressivité et de pénétrance selon le sexe et le génotype (5).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Données disponibles

Les données de cette étude proviennent d'une enquête de terrain effectué en juin 1992 dans le cadre du projet précédemment cité (PRRPR). Deux zones situées entre 9° et 13° de latitude nord, dont les centres de gravité étaient distants d'environ 300 km, ont été inventoriées au Nord Cameroun (zone 1) et au Tchad (zone 2) : 12 sites et un total de 20 troupeaux (carte 1). Lors de cette enquête 215 animaux ont été examinés avec une grille d'enquête de 32 observations ou mensurations dont 4 se rapportaient au cornage :

- longueur de la corne (LC) ;
- distance pointe/pointe (PP) ;
- distance pointe/base (PB) ;
- distance base/base (BB).



Carte 1 : Sites d'échantillonnage.

Pour la présente étude, seule la longueur des cornes des femelles adultes a été analysée. La détermination de l'âge a été faite par examen de la dentition selon la méthode proposée par QUITTET (9). Étaient considérés comme adultes les animaux âgés de plus de 4 ans. De cette manière 90 femelles adultes ont été retenues (39 au Nord Cameroun et 51 au Tchad).

Méthodes d'analyse

Formulation d'une hypothèse biallélique

Les histogrammes de la longueur des cornes aussi bien au Nord Cameroun qu'au Tchad présentaient trois pics (fig. 1 a et b), ce qui a conduit les auteurs à formuler l'hypothèse d'un mutant dominant capable de réduire la longueur des cornes avec une expressivité intermédiaire chez l'hétérozygote. On peut légitimement penser que les animaux à grandes cornes portent l'allèle normal HR^+ (wild), HR^- (reduced) étant l'allèle muté à un locus que, selon les normes préconisées par ANDRESEN et al., (1), on propose d'appeler *Horn Reduction* (HR).

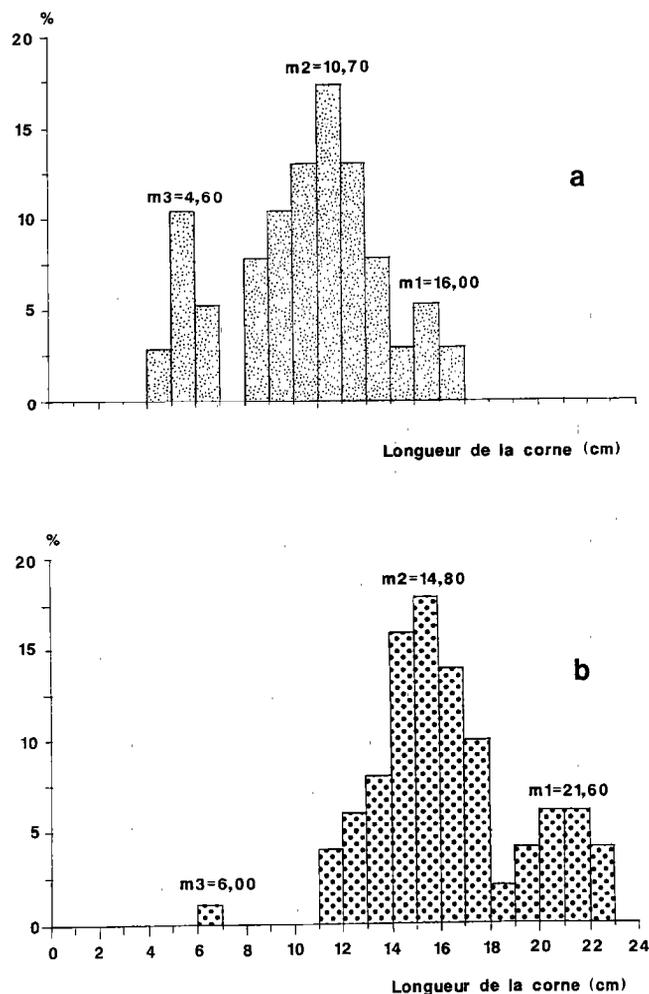


Figure 1 : Histogrammes de la longueur des cornes. a) Nord-Cameroun ; b) Tchad.

Isolément des sous-populations et mesure de leurs caractéristiques

L'analyse a consisté tout d'abord à isoler les trois sous-populations des histogrammes de la figure 1 à partir d'un sous-programme extrait de la bibliothèque des logiciels SAS (Statistical Analysis System) qui permet d'identifier des sous-populations et d'estimer leurs moyennes et écarts-types. Le travail a été effectué sur un terminal connecté avec le CTIG (Centre de traitement de l'information génétique) du Département de Génétique animale de l'INRA.

Facteur de réduction générale de la croissance

Les deux populations du Nord Cameroun et du Tchad différaient non seulement par la longueur moyenne des cornes (12,20 cm en moyenne générale au Nord Cameroun pour 16,05 cm au Tchad) mais aussi par des caractéristiques biométriques telles que la hauteur au garrot

(50,20 cm en moyenne générale au Nord Cameroun pour 66,50 cm au Tchad) ou la longueur de l'oreille (de 12 cm de moyenne au Nord Cameroun pour 20 cm au Tchad). Cela laisse à penser que ces deux populations diffèrent par un facteur général de croissance agissant en particulier sur la longueur des os et des cornes.

C'est ainsi que l'on a procédé à une analyse de variance du logarithme de la longueur des cornes à deux sources de variations : zone (Nord Cameroun et Tchad) et génotype (les 2 homozygotes et l'hétérozygote). Il s'agissait d'évaluer l'effet relatif de ce facteur d'allométrie, au Nord Cameroun par rapport au Tchad, par un calcul de contraste entre les deux zones. Le facteur de réduction est alors simplement l'exponentielle de la valeur obtenue par le contraste (si ce dernier est significatif).

Effet moyen de substitution d'un gène au locus *HR*

Si le rapport de réduction est différent de 1 on pourra alors évaluer l'effet moyen de substitution indépendamment dans chaque zone. On testera ensuite l'hypothèse la plus simple, celle où la longueur moyenne des cornes des hétérozygotes est médiane par rapport à celle des 2 homozygotes. Cette hypothèse est formulée par l'équation du premier degré où la longueur moyenne des cornes (y) est fonction de nombre d'allèles HR^* ($x = 0, 1, 2$), où a est la pente de la droite de régression linéaire qui est égal à l'effet moyen de substitution et b la longueur moyenne des cornes de l'homozygote muté :

$$y = ax + b \quad (1)$$

Le coefficient de détermination R^2 qui permet de vérifier les conditions de linéarité prescrites par TOMASSONE *et al.*, (13), est obtenu par une analyse de variance de la longueur des cornes à une source de variation ($x =$ nombre d'allèles HR^*) ainsi que les estimées des paramètres de la droite de régression.

Estimation de la fréquence génique et conditions d'équilibre

Il faut en premier lieu vérifier si l'équilibre de la fréquence génique selon la loi de Hardy-Weinberg est réalisé (8). Si ce n'est pas le cas dans la population d'adultes observée ici - qui est caractérisée par un système d'élevage que l'on peut considérer comme panmictique -, une explication simple sera celle de la "sélection zygotique, gènes autosomaux" (7).

L'estimation simultanée de cette fréquence et de ces coefficients se fait en écrivant la vraisemblance de l'échantillon observé et en annulant les dérivées par rapport aux variables à estimer, ce qui conduit à un système de n équations à n inconnues (3, 4).

Si on appelle σ_1 , σ_2 et σ_3 les valeurs sélectives affectant chaque génotype (respectivement HR^*HR^* , HR^*HR et $HRHR^*$), elles sont égales à respectivement $1+s_1$, $1+s_2$

et $1+s_3$, s_1 , s_2 et s_3 étant les coefficients de sélection à évaluer.

Dans le cas présent, il y avait un excès marqué d'hétérozygotes et les fréquences des homozygotes étaient assez proches (tabl. I) ce qui permet de penser a priori que la fréquence génique a atteint un équilibre stable (7).

Comme les effectifs sont faibles, on a supposé que le coefficient de sélection était le même pour les deux homozygotes : $s_1 = s_3 = 0$ pour les deux zones. Cela conduit à ne considérer que le coefficient de sélection des hétérozygotes et à poser $s_2 = s$. L'équation de vraisemblance s'écrit alors comme suit :

$$L = cp_1^{n_1} \cdot p_2^{n_2} \cdot p_3^{n_3}$$

avec :

$$p_1 = q^2/[1 + 2q(1 - q)s]$$

$$p_2 = 2q(1 - q)(1 + s)/[1 + 2q(1 - q)s]$$

$$p_3 = (1 - q)^2/[1 + 2q(1 - q)s]$$

L étant la longueur des cornes, c une constante et n_1 , n_2 et n_3 les effectifs des génotypes, avec $n_1 + n_2 + n_3 = N$

On a alors : $\ln L = \ln c + n_1 \ln p_1 + n_2 \ln p_2 + n_3 \ln p_3$

On obtient la vraisemblance maximum en annulant les dérivées de $\ln L$ selon s et selon q :

$$\delta \ln L / \delta s = n_2 / (1 + s) - 2Nq(1 - s) / [1 + 2q(1 - q)s] = 0 \quad (2)$$

$$\delta \ln L / \delta q = (2n_1 + n_2) / q - (n_2 + 2n_3) / (1 - q) -$$

$$2Ns(1 - 2q) / [1 + 2q(1 - q)s] = 0 \quad (3)$$

Ce système de deux équations non linéaires à 2 inconnues peut alors être résolu en utilisant un sous-programme FORTRAN qui procède de la méthode de calcul itératif de Newton développée par HAGER (2).

TABLEAU I Moyennes et écarts-types des trois sous-populations de longueur des cornes et rapport de réduction Nord Cameroun/Tchad.

Sous-population de longueur des cornes	Nord Cameroun	Tchad	Rapport de réduction
	$m_i \pm 2\sigma$ (cm) ¹	$m_i \pm 2\sigma$ (cm) ¹	
Sous-population 1 (normale)	16,00 ± 0,80	21,60 ± 2,60	0,73
Sous-population 2 (réduite)	10,70 ± 1,70	14,80 ± 1,80	
Sous-population 3 (courte)	4,60 ± 0,80	6,00 ± 0,00	

¹ $i = 1$ (cornes normales), 2 (cornes réduites) ou 3 (cornes courtes).

RÉSULTATS

Les 3 sous-populations de longueur des cornes isolées dans les histogrammes de la figure 1 montrent très peu de recouvrement. Les moyennes et les écarts-types sont donnés dans le tableau I.

Le logarithme du contraste entre les effets des deux zones étant significatif à $P < 0,0001$, on peut prendre en considération un rapport de réduction entre le Nord Cameroun et le Tchad de 0,73 ($e^{-0,32}$) (tabl. I).

L'estimée du coefficient de détermination R^2 (0,80 pour le Nord Cameroun et 0,70 pour le Tchad) est très élevée, ce qui justifie l'hypothèse d'un effet de substitution linéaire.

L'estimée de la pente de la droite de régression - qui a valeur d'effet moyen de substitution d'un allèle HR^+ par un allèle HR^- sur la longueur des cornes - est de $a_1 = 5,80 \pm 0,45$ cm pour le Nord Cameroun et $a_2 = 7,18 \pm 0,70$ cm pour le Tchad et l'équation (1) s'écrit alors :

$$y_1 = 5,80x + 4,78 \text{ pour le Nord Cameroun}$$

$$y_2 = 7,18x + 7,58 \text{ pour le Tchad}$$

Ces droites sont représentées dans la figure 2. Le test de la loi de Hardy-Weinberg est donné dans le tableau II.

Les résultats du χ^2 du tableau II indiquant que la loi de Hardy-Weinberg n'est pas vérifiée, l'excès d'hétérozygotes étant très significatif, on a procédé aux estimations de s et q selon les équations (2) et (3), ce qui donne :

$$s = 2,40 \text{ et } q = 0,44$$

DISCUSSION

Mise en évidence de la ségrégation

La configuration des histogrammes de la figure 1 et les résultats du tableau I corroborent parfaitement l'hypothèse d'un mutant agissant sur la longueur des cornes. Sa dominance serait intermédiaire, réduisant cette longueur déjà chez l'hétérozygote.

Il s'agit évidemment du même mutant au Nord Cameroun et au Tchad. Ce mutant agit indépendamment du ou des facteurs qui affectent la croissance aussi bien des cornes que de membres des chèvres du Nord Cameroun comparées à celles du Tchad, dans un rapport de réduction de 0,73.

Même en l'absence de données concernant les mâles et de données de ségrégation on peut, au moins provisoirement, admettre l'existence d'un mutant à dominance intermédiaire et à pénétrance totale (*reduced: r*) au locus autosomal *Horn Reduction* (symbole *HR*), comme proposé précédemment.

Indépendance d'avec le locus *Ho*

L'hypothèse selon laquelle la ségrégation observée dans les histogrammes de la figure 1 serait due au gène *Ho^p*

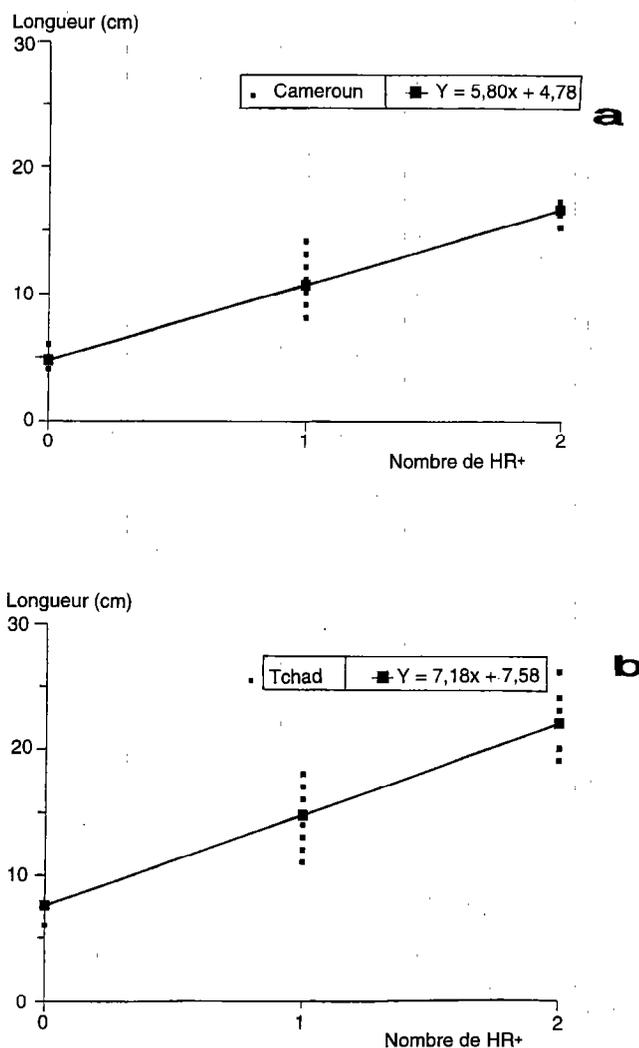


Figure 2 : Effet moyen de substitution de l'allèle HR^- par HR^+ . a) Nord-Cameroun ; b) Tchad.

précédemment évoqué peut être écartée ; il faut en effet noter que :

- le gène Ho^p n'a pas d'action à l'état hétérozygote sur la longueur de la corne (5), ce qui est en contradiction avec l'existence des 3 pics des histogrammes de la figure 1 ;
- dans tous les cas de réduction que nous observons, même les plus extrêmes, l'appendice continue à être présent alors que RICORDEAU a montré son absence chez les homozygotes Ho^p/Ho^p (10) ;
- dans les 2 zones, on n'a jamais observé les anomalies de développement des organes sexuels qui accompagnent le gène Ho^p (5).

TABLEAU II Test de conformité à la loi de Hardy-Weinberg.

Zone	Génotypes			χ^2
	HR ⁺ HR ⁺	HR ⁺ HR ⁻	HR ⁻ HR ⁻	
Tchad	1 (12,75)	41 (25)	9 (12,75)	21,30 HS
Nord Cameroun	7 (9,75)	28 (19,50)	4 (9,75)	7,88**
Tchad + Nord Cameroun	8 (22,20)	69 (45)	13 (22,50)	26,15 HS

Entre parenthèses, les effectifs théoriques.

HS : Hautement significatif à $P < 0,0001$; ** : Significatif à $P < 0,01$.

Effet moyen de substitution

L'équation qui donne la longueur de la corne en fonction du nombre d'allèles HR⁺ étant linéaire (R^2 très élevé) on peut parler d'un effet moyen de substitution d'un allèle HR⁺ par HR⁻ et estimer sa valeur qui est de $a_1 = 5,80 \pm 0,45$ cm au Nord Cameroun et de $a_2 = 7,18 \pm 0,70$ cm au Tchad. Le rapport de réduction de la longueur des cornes entre le Nord Cameroun et le Tchad de 0,73 est le même que celui de la hauteur au garrot (0,75), ce qui conforte l'hypothèse de l'existence de un ou plusieurs facteurs héréditaires inhibant la croissance des phanères et des os.

La fréquence du gène et son équilibre

Les tests du χ^2 du tableau II montrent que la loi de Hardy-Weinberg n'est vérifiée ni au Nord Cameroun ($\chi^2 = 7,88$ à $P < 0,01$) ni au Tchad ($\chi^2 = 21,30$ à $P < 0,0001$) ni pour les deux zones confondues ($\chi^2 = 26,15$ à $P < 0,0001$) car il y a un excès notable d'hétérozygotes, comme déjà observé à première vue.

Dans l'hypothèse où $s_1 = s_3$, on remarque tout d'abord que la valeur de la fréquence à l'équilibre doit être de 0,50. Or l'estimation donne 0,44, une valeur assez proche de la valeur attendue. Cela justifie *a posteriori* le choix de la simplification $s_1 = s_3$ pour l'écriture des équations de vraisemblance, un choix dicté également par la faiblesse des effectifs de certaines classes.

En terme de coefficients de sélection l'estimation de $s = 2,40$ révèle un avantage sélectif considérable des hétérozygotes par rapport aux deux homozygotes. Ce fait mériterait d'être confirmé. À la naissance les hétérozygotes auraient ainsi 3,4 fois plus de chances de parvenir à l'âge de la reproduction que les homozygotes. Dans ce cas de figure il s'agit évidemment d'un équilibre stable.

CONCLUSION

L'hypothèse d'un mutant autosomal à dominance intermédiaire capable de réduire la longueur des cornes n'est pas infirmée par les analyses que nous venons de faire. Apparemment l'effet moyen de substitution est linéaire et, en passant du Nord Cameroun au Tchad, on trouve le même rapport de réduction de sa valeur que celui que l'on observe pour la hauteur au garrot. Il reste à savoir quel est le comportement dudit gène dans le sexe mâle. Des preuves issues d'analyses de ségrégation seraient également souhaitables.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRESEN (E.), BROAD (T.), DI STASIO (L.), DOLLING (C.H.S.), HILL (D.), HUSTON (K.), LARSEN (B.), LAUVERGNE (J.J.), LEVÉZIEL (H.), MALHER (X.), MILLAR (P.), RENIERI (C.), TUCKER (E. M.). Guidelines for Gene Nomenclature in Ruminants. *Génét. Sél. Évolut.*, 1991, 23 : 461-466.
- HAGER (W.W.). Applied Numerical Linear Algebra. Pennsylvania State University, 1988. p. 164-191.
- KEMPTHORNE (O.). The Design and Analysis of Experiments. New-York, London, Wiley Publications in Statistics, 1952. p. 25-26.
- KENDALL (M.G.), STUART (A.). The Advanced Theory of Statistics. Vol. 2. London, Griffin (Ch.) and Compagny Ltd., 1961. p. 35-74.
- LAUVERGNE (J.J.). Progrès des connaissances génétiques sur l'intersexualité associée à l'absence de cornes chez la chèvre d'origine alpine. In : RICORDEAU (G.), LAUVERGNE (J.J.), CORTEEL (J.M.). Actes du Séminaire sur l'intersexualité de la chèvre sans cornes. *Annls Génét. Sél. anim.*, 1969, 1 : 403-412.
- LAUVERGNE (J.J.). Standardized Genetic Nomenclature for Sheep and Goat 1987. Loci for other Visible Traits than Colour and Blood and Milk Polymorphism. Paris, BRG, Lavoisier, 1989. p. 132-133.
- L'HÉRITIER (Ph.). Traité de génétique. La génétique des populations. Tome II. Paris, Presses universitaires de France, 1954. p. 404-436.
- PIRCHNER (F.). Population Genetics in Animal Breeding. San Francisco, Freeman (W.H.) and Compagny, 1969. p. 32-38.
- QUITTET (E.). La chèvre. Guide de l'éleveur. Paris, La Maison rustique, 1977. p. 36-37.
- RICORDEAU (G.). Distinction phénotypique des caprins homo- et hétérozygotes sans cornes. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 1972, 4 : 469-475.
- RICORDEAU (G.), LAUVERGNE (J.J.), CORTEEL (J.M.). Actes du Séminaire sur l'intersexualité de la chèvre sans cornes. *Annls Génét. Sél. anim.*, 1969, 1 : 337-481.
- SPAGNESI (M.), CAGNOLARO (L.), PARCO (F.), SCALA (C.). Capra di Montecristo (*Capra aegagrus hircus*, Linnaeus, 1758). Ozzano del l'Emilia (Bologna). Istituto Nazionale di Biologia della Selvaggina, 1986. p. 50-68.
- TOMASSONE (R.), LESQUOY (E.), MILLER (C.). La regression, nouveaux regards sur une ancienne méthode statistique. Paris, Masson, 1983. p. 15-31.

LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), MINVIELLE (F.), BOURZAT (D.), ZEUH (V.). A gene for reducing horn length of goats in North Cameroon and Chad. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 645-650

The histograms of horn length of 2 populations of adult female goats (39 in North Cameroon and 51 in Chad) with a plurimodal shape was analysed and 3 sub-populations were isolated with means of $m_1 = 16.00 \pm 0.80$ cm, $m_2 = 10.70 \pm 1.70$ cm and $m_3 = 4.60 \pm 0.80$ cm for North Cameroon, and $m_1 = 21.60 \pm 2.60$ cm, $m_2 = 14.80 \pm 1.80$ cm and $m_3 = 6.00 \pm 0.00$ cm for Chad. The two populations seemed to carry the same mutation for a reduction of horn length provisionally considered as an autosomal gene with intermediate dominance and with total penetrance. The average effect of substitution of the mutation allele for the wild type allele was 5.80 ± 0.45 cm in North Cameroon and 7.18 ± 0.70 cm in Chad, with a ratio of 0.73, which is very close to that affecting wither height when moving from Chad to North Cameroon (0.75). The mutation was called HR' (*reduced*) at the *Horn Reduction* locus HR , with the wild type allele *wild* denoted as HR^+ . The gene frequency q was estimated by Maximum Likelihood at the same time as the coefficient of selection, s , of the heterozygote, assuming that the coefficients affecting the homozygotes were zero. By iteration $q = 0.44$ and $s = 2.40$. The superiority of heterozygotes over the two homozygotes was thus very strong and the situation approached that of a stable equilibrium where q has a value close to 0.50 provided that the two coefficients of selection of the homozygotes are the same.

Key words : Goat - Body measurement - Horn - Gene - Cameroon - Chad.

LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), MINVIELLE (F.), BOURZAT (D.), ZEUH (V.). Un gen de réduction de la longueur de los cuernos de la cabra en el norte de Camerún y Chad. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 645-650

Los histogramas de las longitudes de los cuernos de dos poblaciones de cabras adultas (39 en el norte de Camerún y 51 en Chad) presentaron un aspecto plurimodal. El análisis de estos histogramas permitió el aislamiento de 3 sub-poblaciones, de promedios $m_1 = 16,00 \pm 0,80$ cm, $m_2 = 10,70 \pm 1,70$ cm y $m_3 = 4,60 \pm 0,80$ cm para el norte de Camerún y de $m_1 = 21,60 \pm 2,60$ cm, $m_2 = 14,80 \pm 1,80$ cm y $m_3 = 6,00 \pm 0,00$ cm para Chad. Ambas poblaciones parecen ser portadoras del mismo mutante de reducción en la longitud de los cuernos, considerado por el momento como autosomal de dominancia intermedia y de penetración total o sub total. El efecto medio de la sustitución del alelo mutante por el alelo silvestre es de $5,80 \pm 0,45$ en el norte de Camerún y de $7,18 \pm 0,70$ cm en Chad, con una relación de reducción de 0,73, cercana de la que afecta la altura al garrote cuando se pasa de Chad al norte de Camerún (0,75). El gen mutante fue llamado HR' (*reduced*) en el locus HR (*Horn reduction*), el alelo silvestre *wild*, simbolizado por HR^+ . Se estimó la frecuencia q del gen mutante, por el máximo de similitud, así como el coeficiente de selección s del heterocigoto, bajo la hipótesis de que los coeficientes que afectan los homocigotos son nulos. Por iteración se obtienen los siguientes resultados : $q = 0,44$ y $s = 2,40$. La superioridad de los heterocigotos sobre los 2 homocigotos es muy fuerte, se encuentra en una situación de equilibrio estable, donde q toma un valor próximo de 0,5, valor esperado si los dos coeficientes de selección de homocigotos son iguales.

Palabras claves : Caprino - Medida corporal - Cuerno - Gen - Camerún - Chad.

J.J. Lauvergne ¹D. Bourzat ²P. Souvenir
Zafindrajaona ¹V. Zeuh ³A-C. Ngo Tama ⁴

Indices de primarité de chèvres au Nord Cameroun et au Tchad

LAUVERGNE (J.J.), BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), ZEUH (V.), NGO TAMA (A.-C.). Indices de primarité de chèvres au Nord Cameroun et au Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 651-665

Une enquête de juin 1992 sur les ressources génétiques caprines dans le cadre du Projet régional de recherches sur les petits ruminants (PRRPR, au Niger, au Cameroun et Tchad) portait sur 12 sites (5 au Nord Cameroun et 7 au Tchad). Au total 215 chèvres femelles adultes (105 au Nord Cameroun et 110 au Tchad) ont été examinées. Comme les populations après la domestication se caractérisent par une grande variabilité de l'extérieur - due à l'accumulation de mutants qui ne sont plus éliminés par la sélection naturelle que l'homme a considérablement atténuée en maintenant les animaux sous sa protection - on a utilisé ce phénomène pour mesurer le degré d'appartenance à la catégorie taxonomique appelée "population primaire". Deux indices ont ainsi été utilisés : l'indice de primarité loci en ségrégation (IPs) et l'indice de primarité allèles au locus *Agouti* (IPa). Ces deux indices peuvent varier de 0 (race complètement standardisée : absence de variabilité de l'extérieur) à 1 (primarité totale, avec conservation de tous les variants accumulés depuis les débuts de la domestication). Pour IPs les estimées étaient de 0,77 au Nord Cameroun et de 0,84 au Tchad et pour IPa de 0,75 au Nord Cameroun et de 0,88 au Tchad. Des valeurs aussi élevées indiquent que, dans les deux pays, on est pratiquement en présence de populations primaires, au moins avec ce mode mesure. Ces valeurs sont fort proches de celles mesurées sur d'autres populations également considérées comme primaires, dans le Bassin méditerranéen et au Brésil [la SRD (*Sem Raça Definida*) du Ceará]. L'emploi de ces indices de primarité, est suggéré pour la cartographie des ressources génétiques caprines africaines, au moins dans une première phase d'approche.

Mots-clés : Caprin - Indice de primarité - Gène - Cameroun - Tchad.

INTRODUCTION

En Afrique centrale un Projet régional de recherches sur les petits ruminants (PRRPR) a débuté en 1991. Il est piloté par le Laboratoire de Recherches vétérinaires et zootechniques (LRVZ) de Farcha au Tchad (responsable : D. BOURZAT), en liaison avec l'Institut de recherche zootechnique et vétérinaire (IRZV) de Yaoundé au Cameroun et l'Université de Niamey au Niger. Un des volets de ce projet - qui couvre les trois pays sus-nommés (Cameroun, Niger et Tchad) - est l'inventaire

1. Département de génétique animale de l'INRA, Laboratoire de Génétique factorielle, Bât. 211, CRJ/INRA, 78352 Jouy-en-Josas Cedex, France.

2. CIRAD-EMVT, Laboratoire de Recherches vétérinaires et zootechniques (LRVZ), Farcha, BP 433, N'Djamena, Tchad.

3. Laboratoire de Recherches vétérinaires et zootechniques (LRVZ), Farcha, BP 433, N'Djamena, Tchad.

4. Institut de Recherches zootechniques et vétérinaires (IRZV), BP 1457 Yaoundé, Cameroun.

Reçu le 16.7.1993, accepté le 14.9.1993.

des ressources génétiques ovines et caprines. Pour les ressources génétiques caprines une enquête de terrain a été conduite en juin 1992 au Nord Cameroun et au Tchad et certaines des données recueillies alors ont déjà servi à l'étude de la ségrégation d'un variant de longueur des cornes (30). Le présent article, quant à lui, est consacré à la mesure des indices de primarité.

LA NOTION DE POPULATION TRADITIONNELLE OU PRIMAIRE

Genèse et définition

Pour désigner le premier stade d'évolution d'une espèce après sa domestication LAUVERGNE a proposé le terme de population traditionnelle (20) qu'il a renommée primaire (27).

Une population traditionnelle ou primaire selon cet auteur est une population dans laquelle on n'a pas encore procédé à des sélections avec création d'isolats génétiques. Elle est caractérisée par la panmixie : accouplements se faisant au hasard et effectifs illimités (39).

Propriétés des populations primaires

Après la domestication les populations primaires se mettent à diverger génétiquement de leur ancêtres sauvages par leur aspect extérieur comme le remarquait déjà BUFFON : "Les chevaux varient beaucoup plus que les ânes par la couleur de leur poil, ils sont par conséquent plus anciennement domestiques, puisque tous les animaux domestiques varient par la couleur beaucoup plus que les animaux sauvages de la même espèce" (6). Au siècle suivant DARWIN fera la même remarque à propos des pigeons (9). Ce phénomène s'explique très bien en terme de génétique des populations (26) :

- certains mutants apparus après la domestication ont un avantage sélectif dû à la nouvelle ambiance qui favorise leur maintien. Il s'agit de mutants viables (en particulier ceux de coloration du pelage) dont l'élimination en milieu naturel se ferait par rejet de la part de leurs congénères ou par action des prédateurs;

- dans un premier temps (qui peut durer fort longtemps, et ce pourrait être le cas en Afrique) l'homme ne veut ou ne peut pas éliminer ces variants, se contentant d'assurer à tous les animaux de son troupeau des chances égales de se reproduire quelle que soit leur apparence.

Il est possible d'utiliser cette propriété d'accumulation de variants à effet visibles pour mesurer un différentiel de variabilité génétique accumulée après la domestication (26) et aussi pour mesurer le degré de primarité (33).

Critères d'identification de la primarité

Pour identifier *a priori* une population primaire il faut s'assurer en premier lieu que l'on est dans une situation de panmixie remontant si possible aux premiers stades après la domestication. La variabilité visible est aussi, comme on vient de le voir, un bon indice de primarité. Toutefois il faut vérifier qu'il ne s'agit pas d'une variabilité visible "secondaire" à la suite de croisements désordonnés entre races standardisées, ou qu'une réduction de la variabilité consécutive à un passage par un goulet d'étranglement démographique de la population, n'ait pas réduit la variabilité sans perte du caractère de primarité (effet de dérive génétique).

Critères de mesure de la primarité

La propriété d'accumuler des gènes à effet visible a été utilisée pour évaluer le "degré de primarité" de populations domestiques au moyen de deux indices : un indice de primarité "loci à effet visible en ségrégation" et un indice de primarité "allèles identifiés au locus *Agouti*" que l'on symbolisera ici respectivement par IP_s et IP_a (33).

RAPPEL SUR L'ETHNOGRAPHIE CAPRINE AFRICAINE

Depuis le 17^e siècle (8) de nombreux travaux dont la synthèse en a été faite par EPSTEIN ont été consacrés à la description et au recensement des ressources génétiques caprines en Afrique (16).

Après la seconde guerre mondiale, DOUTRESSOULE a exploré l'ancienne Afrique Occidentale Française (11) pendant que MASON énumérait les principales races, types et variétés caprines d'Afrique dans la première édition de son dictionnaire mondial (34). Par la suite sont venus les travaux d'EPSTEIN, de MASON, DEVENDRA et BURNS, WILSON (10, 16, 34, 43).

Avec les critères évoqués ci-avant, le peuplement caprin africain apparaît *a priori* de type primaire mais la variabilité des caractéristiques extérieures n'a pas été pour autant utilisée par les ethnographes cités précédemment dans leurs taxonomies. Ils ont préféré faire appel à des critères biométriques, en particulier la taille.

Ainsi une classification en chèvres de grande taille (parfois nommées à longues pattes *longipes* : 70 cm au garrot), chèvres de taille intermédiaire (65 cm au garrot) et chèvres petites dite parfois naines (40 à 50 cm au garrot) a-t-elle été proposée (11, 16, 35). Par la suite certains auteurs ont proposé de prendre aussi en compte la lon-

gueur de l'oreille (16, 36, 37), mais, finalement, c'est le seul critère de taille qui a été retenu pour dresser les premières cartes (à très petite échelle) du peuplement caprin africain (10, 43).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Validité de l'étude

La situation de quasispanmixie pour l'élevage caprin au Nord Cameroun et au Tchad est bien attestée : "L'éleveur n'apporte en général aucun soin au choix des reproducteurs mâles. Les troupeaux d'un même village ou d'une même tribu pâturent et transhument ensemble, la monte se faisant en absolue liberté. La saison de monte a lieu surtout au début de l'hivernage, en juin et juillet..." (11). Cette absence marquée de sélection sur des critères extérieurs a été confirmée plus récemment (2). La présence du critère de variabilité de l'extérieur a été aussi souvent attesté (4, 11, 14, 15, 36).

Protocole de recueil des données

Une première grille utilisable pour calculer les indices de primarité avait été mise en œuvre lors de l'enquête de 1983 sur l'érosion génétique caprine en Provence (28). Après avoir fait l'objet d'une présentation au Réseau européen sur la production ovine et caprine FAO/FEZ de Salonique en 1985 (22), un autre protocole de recueil des données dérivé du protocole provençal a été utilisé en Méditerranée en 1985-86 (24). Enfin, plus récemment, une version révisée de cette grille a été mise en œuvre au Brésil (29, 33).

La grille employée par les auteurs au Nord Cameroun et au Tchad en 1992 comportait 32 rubriques pour l'identification, la description des caractères et leur mensuration dont 12 (N°11 à 22) étaient utilisables pour l'estimation des indices de primarité (tabl. I).

Choix des zones d'échantillonnage

Sur la carte de WILSON (43) qui se base sur les observations d'une série d'auteurs (3, 4, 5, 7, 12, 13, 15, 41, 42), l'isohyète 750 mm (orienté est/ouest entre 11° et 12° de latitude nord) sépare la zone peuplée de chèvres de grande taille au nord de celle des chèvres petites ou naines au sud. On doit remarquer au passage que cet isohyète est généralement aussi considéré comme délimitant les deux zones climatiques sahélienne au nord et soudano-sahélienne au sud (42).

On a pris le parti d'échantillonner dans ces deux zones différant par leurs caractéristiques climatiques et par certaines caractéristiques biométriques des caprins qui les peuplent, de manière à savoir si le climat pouvait affecter le degré de primarité : au Nord Cameroun des petites

ZOOTECNIE, GENETIQUE ET REPRODUCTION

Tableau I. Protocole d'identification des opérateurs, dates, sites, troupeaux et des animaux de l'enquête, liste des observations et mensurations effectuées avec l'énumération des catégories dans les échelles correspondantes.

N°/Rubrique	Mode d'identification ou échelle
01. N° de folio	6 chiffres 2 romains (site)/ 2 arabes(troupeau)/ 2 arabes
02. Opérateurs	initiales
03. Date	6 chiffres arabes
04. Heure du début des opérations	4 chiffres arabes
05. Heure de la fin des opérations	4 chiffres arabes
06. Site	chiffre romain et nom de la microrégion
07. Troupeau	2 chiffres arabes ⁽¹⁾ et lieu
08. N° animal	3 chiffres arabes ⁽²⁾
09. Sexe	M ou F
10. Age	A, B, C, D ou E
11. Patron pigmentaire	A, B, C, D, E, F, G, H, I ou L ⁽³⁾
12. Type d'eumélanine	N, B ou L
13. Rouan	A, B ou G
14. Ceinture	A, B, C ou L
15. Etoile/socquette	0, 1 ou L
16. Frosting	0, 1 ou L
17. Cornes (type)	A, B, C, D, E ou L
18. Oreille (port)	A, B, C ou D
19. Oreille (bouclure)	0 ou 1
20. Barbiche	0 ou 1
21. Pampilles	0 ou 1
22. Poil (longueur)	A, B ou C
23. Cornes (longueur) :	LC en cm
24. Cornes (pointe/base) :	PB en cm
25. Cornes (pointe/pointe) :	PP en cm
26. Cornes (base/base) :	BB en cm
27. Chanfrein (arc)	en cm
28. Chanfrein (corde)	en cm
29. Oreille (longueur) :	LO en cm
30. Garrot (hauteur) :	HG en cm
31. Thorax (profondeur) :	PT en cm
32. Corps (longueur) :	LP en cm

(1) il s'agit de troupeaux suivis techniquement et écopathologiquement ; (2) numéro du suivi technique et écopathologique ; (3) L = illisible

chèvres dans un milieu soudano-sahélien et au Tchad des chèvres nettement plus grandes dans un milieu sahélien. Les 12 sites d'échantillonnage sont localisés sur la carte 1.

Réalisation de l'échantillonnage

Vingt troupeaux regroupés sur 12 sites (5 au Nord Cameroun, 7 au Tchad) ont ainsi été échantillonnés, avec un total de 215 animaux examinés (105 au Nord Cameroun, 110 au Tchad) (tabl. II).

Définition et estimation des indices de primarité

IPs (indice de primarité "loci à effet visible en ségrégation")

Cet indice a été défini comme le pourcentage du nombre des loci à effet visible en ségrégation n_s rapporté au nombre total de loci à effet visible N_s identifiés dans

l'espèce (33). Ici on conserve cette formule en l'exprimant non en pourcentage mais en fréquence (variant de 0 à 1).

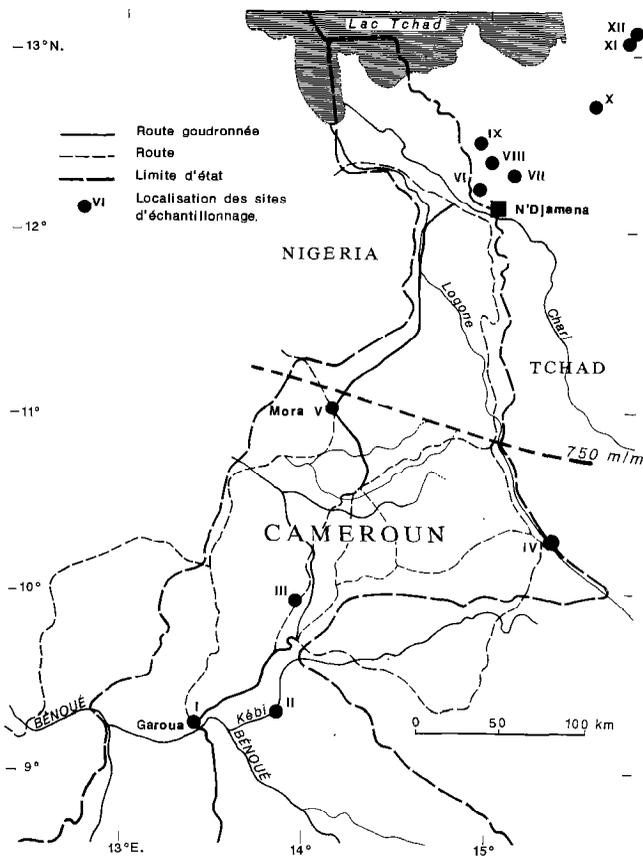
$$IPs = n_s/N_s$$

Lors de cette enquête les rubriques 11 à 22 permettaient d'observer la ségrégation de 11 loci à effet visible de l'espèce décrits dans les catalogues du COGOVICA* (24, 38). À ces loci on a adjoint le locus de réduction de la longueur des cornes récemment mis en évidence dans les populations du Nord Cameroun et du Tchad (30) ainsi qu'un locus non encore isolé pour la panachure. Ces loci avec leurs allèles sont énumérés dans le tableau III.

Mesure de IPa (indice de primarité "allèles au locus *Agouti*")

Soit N_a le nombre total d'allèles en *Agouti* considérés dans une population et n_a le nombre d'allèles identifiés

* Committee on Genetic Nomenclature of Sheep and Goat.



Carte 1 : Localisation des sites d'échantillonnage.

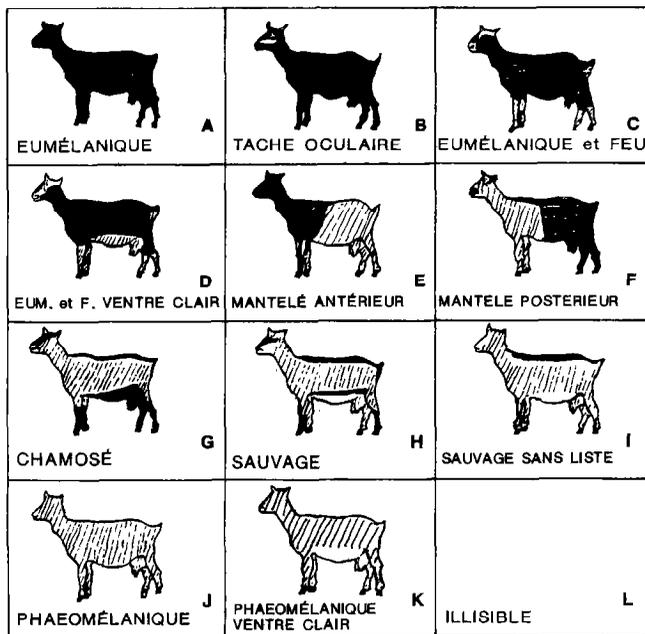


Figure 1 : Échelle visuelle de détection de présence des allèles au locus Agouti.

dans cette même population. L'indice de primarité allèles au locus *Agouti* se définit ainsi :

$$IPa = (n_a - 1)/(N_a - 1)$$

Cet indice peut alors varier de 0 (un seul allèle en *Agouti* présent : $n_a - 1 = 0$) à 1 quand $n_a = N_a$.

Cette formule est un peu différente de celle précédemment proposée (33), dans la mesure où l'on parle d'allèles plutôt que de phénotypes et où l'on considère des fréquences (variant entre 0 et 1) et lorsque $IPa = (n_a - 1)/(N_a - 1)$ au lieu de n_a/N_a .

Pour la mesure de cet indice on a recherché les allèles déjà identifiés mendéliennement, au nombre de 3 (A^a , A^b et A^c) (37), auxquels on a ajouté 6 autres allèles dont l'existence a été pressentie (21, 22) d'après le principe d'homologie entre les séries alléliques du locus *Agouti* dans d'autres espèces de ruminants, de rongeurs et de carnivores développé depuis les années trente (17, 18, 22, 32, 40). La liste de ces allèles est donnée dans le tableau IV et une échelle visuelle de détection de leur présence est donnée dans la figure 1.

Estimation de la fréquence de l'allèle A^a

La fréquence de la plupart des allèles identifiés ou présents ne peut être estimée car on ne connaît pas exactement les rapports de dominance à l'intérieur de la série A. Toutefois, sachant que A^a est récessif par rapport aux 2 autres allèles identifiés jusqu'ici (19), par homologie avec la plupart des séries alléliques en *Agouti*, on peut penser que A^a est aussi récessif par rapport à tous les autres allèles. Cela permet d'estimer la fréquence de cet allèle par la racine carrée de la fréquence phénotypique [A^a], en supposant la panmixie. L'estimation de cette fréquence est intéressante à cause de la constance qu'elle semble présenter dans les populations primaires déjà examinées (33).

Comparaison avec d'autres populations primaires

La comparaison avec d'autres populations primaires a déjà été amorcée par MACHADO *et al.* (33), en utilisant en particulier les données méditerranéennes d'un colloque (23) (12 sites *a priori* primaires, de la Bulgarie à l'Espagne). On a ici réestimé ces indices en éliminant les loci ou allèles dont la présence n'avait pas été recherchée avec la précision voulue (NR : non recherché). Ce procédé réduit le nombre de loci ou d'allèles pris en compte pour l'estimation des indices de primarité.

RÉSULTATS

Dans les tableaux V (a, b et c) sont données les estimations de l'indice de primarité "loci à effet visible en ségrégation" (IPs) dans les populations caprines du Nord

ZOOTECHE, GENETIQUE ET REPRODUCTION

Tableau II. Les animaux de l'enquête

a) Zone Nord Cameroun

Site	N° troupeau	Lieu	Date	Effectifs	
				mâles	femelles
I. Garoua	01	IRZ Garoua Ouro Orso	02.06.92	2	20
	02		02.06.92	1	16
II. Bibemi	03	Bibemi	03.06.92	1	8
III. Guider	04	Louguere 1 Louguere 2	03.06.92	0	20
	05		03.06.92	0	11
IV. Yagoua	06	Kalak Douroumga Yagoua	04.06.92	0	9
	07		04.06.92	0	7
	08		04.06.92	0	10
V. Mora	09	Mora	04.06.92	1	4
Total				5	105

b) Zone Tchad

Site	N° troupeau	Lieu	Date	Effectifs	
				mâles	femelles
VI. Djali	10	Djali 1 Djali 2	08.06.92	0	5
	11		08.06.92	0	6
VII. Dougui Naga	12	Dougui Naga	09.06.92	0	11
VIII. Am Koundja	13	Am Koundja	09.06.92	0	15
IX. Tom Marefine	14	Tom Marefine 1 Tom Marefine 2	10.06.92	0	20
	15		10.06.92	0	10
X. Bir Barka	16	Bir Barka	10.06.92	0	13
XI. Dingororoh	17	Dingororoh 1 Dingororoh 2	11.06.92	0	12
	18		11.06.92	0	5
XII. Lelea	19	Lelea 1 Lelea 2	11.06.92	0	5
	20		11.06.92	0	8
Total				0	110

Cameroun et du Tchad (a) puis dans les populations caprines brésiliennes et méditerranéennes (b et c). Dans les tableaux VI (a, b et c) sont données les estimations des indices de primarité "allèles au locus *Agouti*" (IPa).

Dans les figures 2 et 3 on a rapporté les indices de primarité IP et IPa au Nord Cameroun et au Tchad en fonction de la taille des échantillons. Dans le tableau VII sont données les fréquences de l'allèle A^a récessif dans les mêmes populations que dans le tableau V.

Dans la figure 4, on donne la répartition dans le plan IP/PA des populations sur les sites du Nord Cameroun et du Tchad et dans la figure 5 les données regroupées (plus de 100 individus) du Nord Cameroun, du Tchad, du rivage nord de la Méditerranée et du Brésil. Dans la figure 6, est donné l'histogramme de la répartition des fréquences de l'allèle A^a des populations ayant un effectif considéré comme représentatif (>100).

Tableau III. Loci à effet visible dont la ségrégation est recherchée pour l'estimation de IPs

Locus			Expression	Références ¹
nom	symbole	allèles		
Agouti	A	A ^a , A ^t et A ^b	Non agouti, eumélanique et feu, badgerface	LAUVERGNE (1978)
Brown	B	Bb, B+	Type d'eumélanine (noir ou brun)	LAUVERGNE (1982)
Roan	Rn	Rn ^R , Rn ^r	Altération pigmentaire	RICORDEAU et LAUVERGNE (1971) LAUVERGNE et RICORDEAU (1973)
Frosting	Fr	Fr ^R , Fr ^r	Noisillure blanche museau et oreilles	SPONENBERG <i>et al.</i> (1988)
Beard	Bd	Bd ^b , Bd ^r	Présence/absence de barbiche	ASDELL et BUCHANAN Smith (1928)
Ear Length	EL	EL ^R , EL ^r	Raccourcissement de la longueur d'oreille	RITZMAN (1920), WRIEDT (1928), VASIN (1928), AUDIOT <i>et al.</i> (1985)
Ear Carriage	EC	EC ^P , EC ^r	Port d'oreille	ADAMETZ (1917), GHELARDONI (1956)
Ear Curling	ECr	ECr ^C , ECr ^r	Bouclure d'oreille	LAUVERGNE <i>et al.</i> (1987)
Polled	Ho	Ho ^P , Ho ^r	Présence/absence des cornes (mottés)	Nombreux auteurs résumés in LAUVERGNE (1989)
Horn Reduction	HR	HR ^r , HR ^r	Réduction de la longueur des cornes	LAUVERGNE <i>et al.</i> (1993)
Hair Length	HL	HL ^L , HL ^r	Longueur du pelage ras, mi-long et long	DAVIES (1912), LAMBERT (1937)
Wattles	Wa	Wa ^W , Wa ^r	Présence/absence de pampilles	LUSH (1926), ASDELL et BUCHANAN Smith (1928), RICORDEAU (1966)
Spotting	S	S ^S , S ^r	Panachure	LAUVERGNE (1982)

¹ Tous ces loci sont énumérés dans les catalogues du COGOVICA édités par LAUVERGNE (1989) (Standardized nomenclature for sheeps and goat 1987. Paris, BRG, 184 p.) et LAUVERGNE (1990) (Loci for Coat color of sheep and goats 1989. Clamart, COGOVICA, 58 p.)

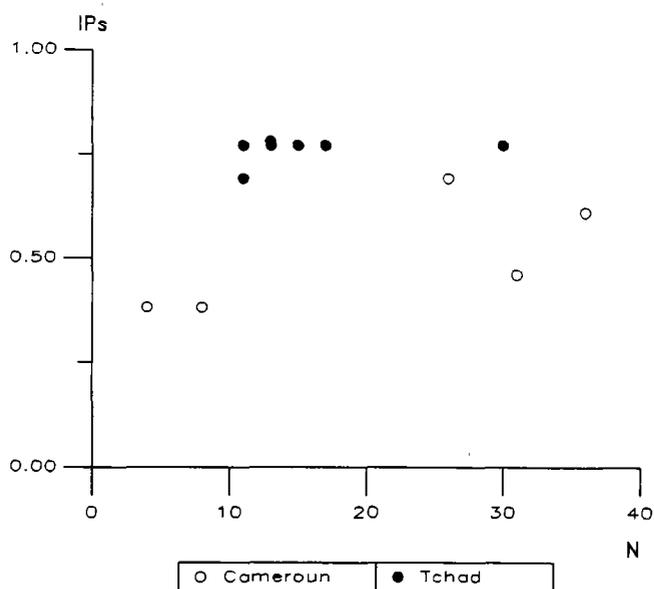


Figure 2 : Indice de primarité IP_s "loci à effet visible en ségrégation".

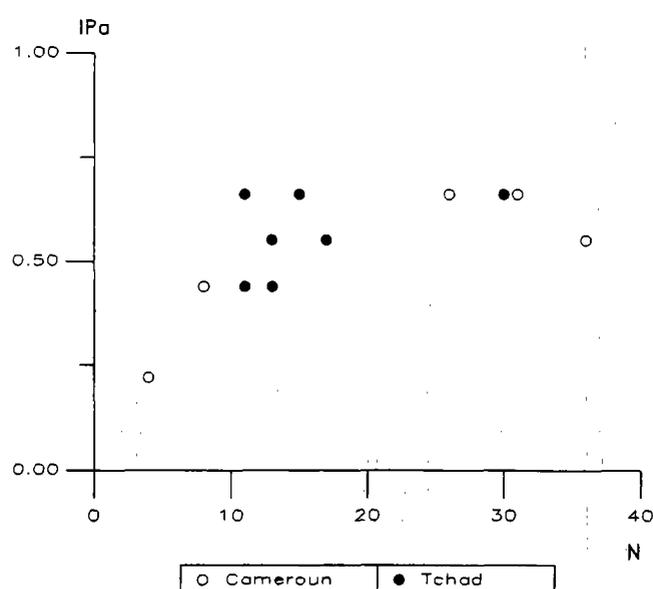


Figure 3 : Indice de primarité IP_a "allèles au locus Agouti".

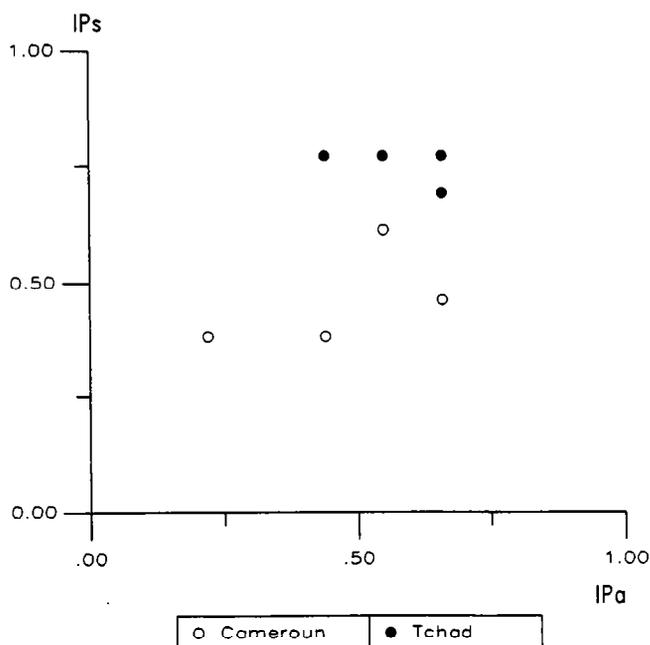


Figure 4 : Répartition des populations sur les sites du Nord Cameroun et du Tchad dans le plan IP_s/IP_a.

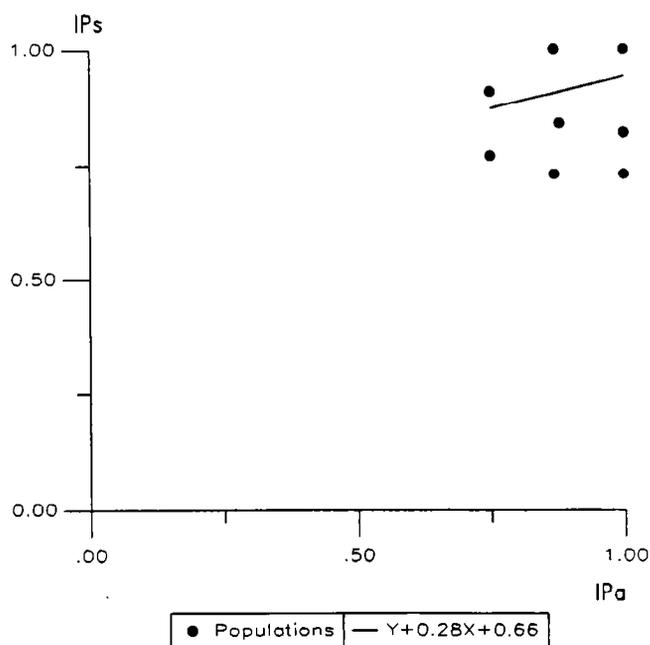


Figure 5 : Répartition des populations à effectif supérieur à 100 dans le plan IP_s/IP_a.

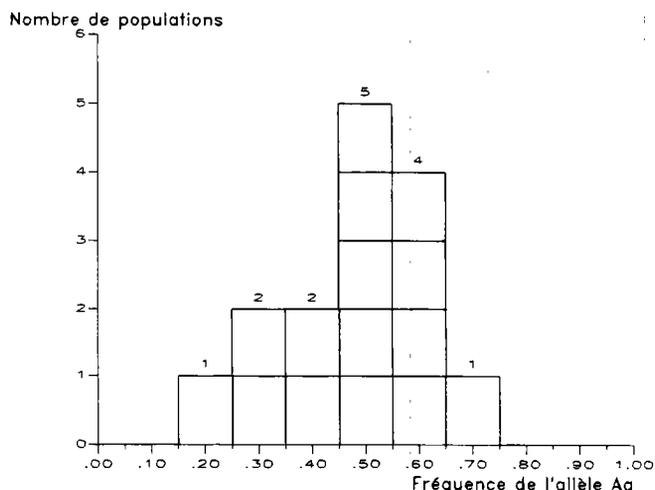


Figure 6 : Histogramme de la répartition des fréquences de l'allèle A^a.

DISCUSSION

L'indice IP_s

L'examen des tableaux V a, b et c nous montre d'abord que toutes les estimations d'IP_s basées sur des effectifs d'au moins 72 animaux examinés se situent entre 0,73 et 1, que ce soit en Afrique, au Brésil et en Méditerranée. En Afrique, lorsque l'on observe site par site avec des effectifs variant entre 4 et 36, les valeurs d'IP_s varient de 0,38 à 0,69 et l'on observe que la valeur d'IP_s croît avec la taille des échantillons (fig. 2).

Cela s'explique si l'on développe la formule de IP_s fonction de n et des probabilités de détection des loci en ségrégation. On suppose en effet qu'un échantillon de taille n est tiré d'une population primaire de taille infinie et d'indice de primarité égal à 1. Soit alors d_i la probabilité de détection de la ségrégation d'un locus i, (1-d_i) étant la probabilité de non détection. Dans un échantillon de n animaux la probabilité de non détection de la ségrégation à ce ième locus sera (1-d_i)ⁿ et celle de détection sera de [1 - (1-d_i)ⁿ]. Étendu aux t loci utilisés pour l'estimation de l'indice on obtient :

$$\text{Prob (IP}_s=1) = \prod_{j=1}^t [1 - \sum_{i=1}^k (1-d_i)^n]$$

qui est l'estimation même de la valeur moyenne de l'indice IP_s dans les échantillons de taille n.

Lorsque n tend vers l'infini, (1-d_i)ⁿ tend vers zéro car (1-d_i) est inférieur à 1 et IP_s tend vers 1. Cette réduction est d'autant plus rapide que d_i est élevé. S'il existe une ou plusieurs valeurs de d_i qui sont très faibles il se peut que la valeur de 1 ne soit atteinte qu'asymptotiquement. Ainsi l'indice IP_s semble bien posséder des propriétés intéressantes pour ce propos :

Tableau IV : Phénotypes identifiés ou pressentis au locus Agouti qui permettent d'identifier la présence d'allèles d'après LAUVERGNE (réf. 21)

Phénotypes	Allèles
eumélanique (noir, non agouti)	A^a
chamoisé (fauve, ventre clair et raie dorsale eumélanique)	A^b
eumélanique et feu ventre clair	A^t
eumélanique et feu ventre coloré	A^{tb}
joue rouge (joue rouge sur fond eumélanique)	A^{rc}
mantelé antérieur (antérieur fauve et postérieur eumélanique)	A^m
mantelé postérieur (antérieur eumélanique et postérieur fauve)	A^{tm}
phæomélanique (fauve)	A^r
sauvage (fauve, bande dorsale eumélanique et ventre clair)	A^+

- il traduit bien le phénomène de présence des allèles en ségrégation caractéristique de la primarité telle qu'on l'a définie, avec des valeurs qui se détachent nettement de la valeur zéro pour les races standardisées ;

- il est répétable, prenant des valeurs très semblables dans des populations éloignées (rivage nord de la Méditerranée, Afrique centrale et Brésil), ce qui est bien conforme à la notion que l'on a d'une sorte d'unicité de la population primaire de chaque espèce après la domestication ;

- il est facile à estimer sur des échantillons de taille relativement limitée (cinquante environ), car il converge vite vers une asymptote avec un protocole de recueil de données et de calcul très simple.

On décèle cependant un certain nombre de faiblesses qui résultent tout d'abord de l'imprécision dans l'identification des loci. Par exemple on a parlé d'un locus de panachure blanche mais, dans la réalité, il y a sans doute, comme chez les bovins, plusieurs loci de dessin blanc. De même, comme on l'a déjà dit, ces mesures peuvent être affectées par l'extrême faiblesse de la fréquence de certains gènes comme l'allèle qui réduit la longueur de l'oreille au locus *Ear Length (EL)* (1). Il se peut aussi que la population primaire ne soit pas absolument homogène, ce qui permettrait de définir certaines sous-populations : par exemple, le gène de réduction du cornage que nous avons identifié en Afrique (*HR* au locus *Horn Reduction*) (30) ne semble pas exister en Europe. En revanche le mutant qui fait disparaître les cornes et s'accompagne d'intersexualité (*Ho^p* au locus *Horns*) (25) semble ne pas exister en Afrique.

L'indice IPa

L'examen des tableaux VI (a b et c) montre d'abord que toutes les estimations d'IPa basées sur des effectifs d'au moins 62 animaux examinés se situent entre 0,55 et 1, que ce soit en Afrique, au Brésil et en Méditerranée. En Afrique, lorsque l'on observe site par site avec des effectifs variant entre 4 et 36, les valeurs de IPa varient entre 0,22 et 0,66 avec une tendance à augmenter avec la taille de l'échantillon (fig. 3).

L'équation donnant IPa (en fait la probabilité pour un échantillon de n individus de prendre la valeur 1) en fonction de n et de toutes les valeurs prises par les probabilités de détection a_i des l différents allèles en *Agouti* s'écrit comme suit :

$$\text{Prob (IPa=1)} = \prod_{i=1}^l [1-(1-a_i)^n]$$

Cette équation prend des valeurs croissantes avec n pour tendre asymptotiquement vers 1. Pratiquement on observe que, lorsque la taille des échantillons est suffisante, on retrouve des valeurs qui sont du même ordre que celles d'IPs, la corrélation entre les valeurs prises par les deux indices étant $r = 0,40$.

Ainsi l'indice IPa semble bien posséder les mêmes propriétés que IPs : il traduit bien la situation de primarité et il est répétable cependant que son estimation présente les mêmes faiblesses que celle de IPs. Les faiblesses dans son estimation proviennent de la faiblesse des connaissances que l'on a sur le comportement mendélien de certains allèles.

La fréquence de l'allèle A^a

L'examen du tableau VII montre une grande variabilité de q_a dans les échantillons de faible effectif. En revanche, lorsque les effectifs sont plus importants (de l'ordre de 100), on constate alors que toutes les valeurs se situent dans une fourchette, entre 0,32 et 0,64, et si l'on fait l'histogramme de la répartition de ces fréquences pour toutes les populations considérées dans la comparaison (en Afrique, sur le rivage nord de la Méditerranée et au Brésil), on constate une forte concentration autour de 0,55 (fig. 6). Cela pourrait traduire une des propriétés des populations primaires : celle d'avoir atteint un équilibre pour la fréquence de cet allèle, équilibre qui résulte sans doute d'un avantage sélectif affectant les hétérozygotes qui portent A^a par rapport aux homozygotes.

Réflexion sur l'emploi des indices de primarité

A la différence des indices utilisés pour la mesure de la distance génétique (31), les indices de primarité que l'on

Tableau V a. Indice de primarité "loci à effet visible en ségrégation" (IPs) identifiés par site dans les populations caprines du Nord Cameroun et du Tchad

Loci à effet visible en ségrégation		Nord Cameroun ¹						Tchad ¹							
(nom et symboles)		I	II	III	IV	V	total	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	total
Identifiés	<i>Agouti (A)</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Brown (B)</i>	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
	<i>Frosting (Fr)</i>	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	<i>Roan (R)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Beard (Bd)</i>	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Ear Length (EL)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Ear Carriage (Ec)</i>	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Ear Curling (ECr)</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Horns (Ho)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Horns Reduction (HR)</i>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Hair Length (HL)</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Wattles (Wa)</i>	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Pressentis	<i>Spotting (S)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
n_s : nombre de loci présents		8	5	6	9	5	10	10	9	10	10	10	10	10	11
Ns : nombre de loci considérés		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Indice de primarité loci en ségrégation (IPs)		0,61	0,38	0,46	0,69	0,38	0,77	0,77	0,69	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,84
N : nombre d'animaux par site		36	8	31	26	4	105	11	11	15	30	13	17	13	110

¹Les chiffres romains correspondent aux "sites" de la carte 1

a introduit ne se basent pas sur les fréquences des allèles mais simplement sur la présence/absence d'une ségrégation avec l'alternative 0/1. Cela élimine l'effet de surreprésentation qu'ont les allèles à fréquence élevée. Ainsi estime-t-on sans doute avec plus de réalisme le phénomène d'accumulation des mutants visibles après la domestication. Cela traduit bien la situation de non-intervention sélective des éleveurs qui permet de définir le taxon "population primaire". Ce taxon continue d'exister tant que l'homme ne peut ou ne veut pas fixer tel ou tel caractère ce qui entraîne l'homozygotie des loci incriminés et le conduit de proche en proche à créer une autre catégorie de taxons, celui des races standardisées pour lesquelles IPs et IPa sont nuls.

CONCLUSIONS

L'estimation des indices de primarité permet de caractériser et de comparer des populations que l'on soupçonne d'être des populations primaires, confirmant ainsi le diagnostic *a priori*. Les valeurs très voisines prises dans des lieux aussi éloignés que le rivage Nord de la Méditerranée, le Brésil et l'Afrique Centrale confortent bien l'hypothèse de la constitution ancienne d'une population primaire qui s'est répandue sur de vastes espaces où elle existe encore.

Ces indices sont très simples à établir. Ils se prêteraient facilement à la délimitation cartographique de toutes les zones que l'on peut considérer *a priori* comme peuplées par des populations primaires caprines.

Tableau V b. Indice de primarité "loci à effet visible en ségrégation" (IPs) identifiés dans les populations caprines du Brésil et de Méditerranée orientale et centrale

Loci à effet visible en ségrégation		Brésil	Bulgarie	Grèce	Malte	Italie du Sud			
(nom et symbole)		1	2	3	4	5	6	7	8
identifiés	<i>Agouti (A)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Brown (B)</i>	1	0	0	1	1	1	1	1
	<i>Frosting (Fr)</i>	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	<i>Roan (Rn)</i>	1	1	0	1	1	1	1	1
	<i>Beard (Bd)</i>	1	1	1	1	1	1	1	0
	<i>Ear Length (EL)</i>	0	0	1	1	0	1	1	0
	<i>Ear Carriage (Ec)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Ear Curling (ECr)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Horns (Ho)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Horns Reduction (HR)</i>	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	<i>Hair Length (HL)</i>	1	0	0	1	1	1	1	1
	<i>Wattles (Wa)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
pressentis	<i>Spotting (S)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
n_s : nombre de loci présents		11	8	8	11	10	11	11	9
N_s : nombre de loci considérés		12	11	11	11	11	11	11	11
Indice de primarité loci en ségrégation (IPs)		0,92	0,73	0,73	1,00	0,91	1,00	1,00	0,82
N : nombre d'animaux par site		447	105	72	445	300	136	813	145

1. Ceará (8); 2. Sakhar (58); 3. Macédonie (59); 4. île de Malte (60); 5. Basilicate (61); 6. Calabre (51); 7. Sicile (61); 8. Sardaigne (62).
NR : non recherché

ZOOTECHNIE, GENETIQUE ET REPRODUCTION

Tableau V c. Indice de primarité "loci à effet visible en ségrégation" (IPs) identifiés dans les populations caprines de Méditerranée occidentale

Loci à effet visible en ségrégation		France		Espagne					
(nom et symbole)		9	10	11	12	13	14	15	16
identifiés	<i>Agouti (A)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Brown (B)</i>	1	0	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	<i>Frosting (Fr)</i>	NR							
	<i>Roan (Rn)</i>	1	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR
	<i>Beard (Bd)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Ear Length (EL)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Ear Carriage (Ec)</i>	0	1	NR	1	1	NR	1	1
	<i>Ear Curling (ECr)</i>	0	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Horns (Ho)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Horns Reduction (HR)</i>	NR							
	<i>Hair Length (HL)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
	<i>Wattles (Wa)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
pressentis	<i>Spotting (S)</i>	1	1	NR	NR	NR	NR	NR	NR
n_s : nombre de loci présents		9	10	7	8	8	7	8	8
Ns : nombre de loci considérés		11	11	7	8	8	7	8	8
Indice de primarité loci en ségrégation (IPs)		0,82	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
N : nombre d'animaux par site		94	62	345	344	118	406	193	151

9. Corse (63); 10. La Haute-Roya (64); 11. Guadalajara (65); 12. Huesca (65); 13. Lerida (65); 14. Madrid (65); 15. Oviedo (65); 16. Zamora (65)
NR : Non recherché

Tableau VI a. Indice de primarité "allèles au locus *Agouti*" (IPa) et fréquence de l'allèle A^a dans les populations caprines d'Afrique

Allèle locus <i>Agouti</i>		Nord Cameroun ⁽¹⁾					Tchad ⁽¹⁾								
		I	II	III	IV	V	total	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	total
identifiés	A ^a	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	11
	A ^b	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	01
	A ^t	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
pressentis	A ^{tb}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	01
	A ^{rc}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00
	A ^m	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	01
	A ^{rm}	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	11
	A ^r	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
	A ⁺	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Na (allèles considérés)		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
n _a (allèles identifiés)		5	4	6	6	2	7	4	6	6	6	4	5	5	8
Indice de primarité "allèles au locus <i>Agouti</i> " (IPa)		0,50	0,37	0,62	0,62	0,12	0,75	0,37	0,62	0,62	0,62	0,37	0,50	0,50	0,88
N (animaux par site)		36	8	31	26	4	105	11	11	15	30	13	17	13	110

¹ Les chiffres romains correspondent aux "sites" de la carte 1

Tableau VI b. Indice de primarité "allèles au locus *Agouti*" (IPa) et fréquence de l'allèle A^a dans les populations caprines du Brésil, de Méditerranée orientale et centrale

Allèle locus <i>Agouti</i>		Brésil	Bulgarie	Grèce	Malte	Italie du Sud			
		1	2	3	4	5	6	7	8
identifiés	A ^a	1	1	1	1	1	1	1	1
	A ^b	1	0	0	1	1	1	1	1
	A ^t	1	1	1	1	1	1	1	1
pressentis	A ^{tb}	1	1	1	1	1	1	1	1
	A ^{rc}	1	1	1	1	1	1	1	1
	A ^m	1	0	0	1	0	1	1	1
	A ^{rm}	1	1	1	1	0	0	0	1
	A ^r	1	1	1	1	1	1	1	1
	A ⁺	1	1	0	1	1	1	1	1
Na (allèles considérés)		9	9	9	9	9	9	9	9
n _a (allèles identifiés)		9	7	6	9	7	8	8	8
Indice de primarité "allèles au locus <i>Agouti</i> " (IPa)		1,00	0,75	0,67	1,00	0,75	0,87	0,87	0,87
Na (animaux par site)		447	105	72	445	300	136	813	145

1. Ceará (8); 2. Sakhar (58); 3. Macédonie (59); 4. île de Malte (60); 5. Basilicate (61); 6. Calabre (51); 7. Sicile (61); 8. Sardaigne (62)

ZOOTECNIE, GENETIQUE ET REPRODUCTION

Tableau VI c. Indice de primarité "allèles au locus Agouti" (IPa) et fréquence de l'allèle A^a dans les populations caprines de Méditerranée occidentale

Allèle locus Agouti		France		Espagne					
		9	10	11	12	13	14	15	16
identifiés	A ^a	1	1	1	1	1	1	1	1
	A ^b	1	1	1	1	1	1	1	1
	A ⁱ	1	1	1	1	1	1	1	1
pressentis	A ^{ib}	1	1	1	1	1	1	1	1
	A ^{ic}	1	0	1	1	0	1	0	1
	A ^m	1	0	1	1	1	1	1	1
	A ^{mm}	1	0	1	1	1	1	1	1
	A ^r	1	0	1	1	1	1	1	1
	A ⁺	1	1	1	1	1	1	1	1
Na (allèles considérés)		9	9	9	9	9	9	9	9
n _a (allèles identifiés)		9	5	9	9	8	9	8	9
Indice de primarité "allèles au locus Agouti" (IPa)		1,00	0,50	1,00	1,00	0,87	1,00	0,87	1,00
N (animaux par site)		94	62	345	344	118	406	193	151

9. Corse (63); 10. La Haute-Roya (64); 11. Guadalajara (65); 12. Huesca (65); 13. Lerida (65); 14. Madrid (65); 15. Oviedo (65); 16. Zamora (65)

Tableau VII. Estimation de la fréquence de l'allèle A^a en Agouti

Populations	n	q _a
Garoua	36	0,56
Bibemi	8	0,00
Guider	31	0,36
Yagoua	26	0,60
Mora	4	0,00
Total (Nord Cameroun)	105	0,48
Djali	11	0,52
Dougui Naga	11	0,47
Am Koundja	15	0,50
Tom Marefine	30	0,60
Bir Barka	13	0,63
Dingororoh	17	0,64
Lelea	13	0,40
Total (Tchad)	110	0,56
Ceara (Brésil)	447	0,48
Bulgarie	447	0,48
Grèce	72	0,32
Malte	445	0,53
Basilicate	300	0,70
Calabre	136	0,53
Sicile	813	0,56
Sardaigne	145	0,37
Corse	94	0,52
Vallée de Haute Roya	62	0,72
Guadalajara	345	0,37
Huesca	344	0,60
Lerida	118	0,22
Madrid	406	0,26
oviedo	193	0,32
Zamora	151	0,58

BIBLIOGRAPHIE

- AUDIOT (A.), RENIERI (C.), LAUVERGNE (J.J.). Le variant "oreille raccourcie" de la chèvre Provençale. *Recl Méd. vét.*, 1985, **161** : 683-684.
- BARDOUX (P.). Les petits ruminants dans la province de l'extrême-nord du Cameroun (enquête zootechnique). Thèse Doc. Vét., Créteil, Faculté de médecine, 1986. 182 p.
- BOURZAT (D.). Contribution à l'étude des races caprines Sahéliennes (Type Peul Voltaïque). Maisons-Alfort, IEMVT, 1980.
- BOURZAT (D.). La chèvre naine d'Afrique Occidentale : Monographie. Groupe de Recherche sur les petits ruminants et les Camélidés, Document du Groupe N° SRC 4. Addis-Abeba, CIPEA. 1985. 68 p.
- BRANKAERT (R.), VALLERAND (F.). Production de viande à partir des petits ruminants en Afrique Centrale. In : Colloque OCAM sur l'élevage. Fort Lamy. 8-13 décembre 1969. Maisons-Alfort, IEMVT, Yaoundé, OCAM. 1971. p. 884-895.
- BUFFON. Les animaux domestiques. Réédition de Buffon 1749-1768. Arles, Bernard Contaz. 1992. p 55.
- CHARRAY (J.), COULOMB (J.), HAUMESSER (J.B.), PLANCHE-NAULT (D.), PUGLIESE (P.L.). Les petits ruminants d'Afrique Centrale et d'Afrique de l'Ouest. Synthèse des connaissances actuelles. Maisons-Alfort, IEMVT. 1980. 295 p.
- DAPPER (O.), TEN RHYNE (W.), GREVENBROCK (J.C. de). The Early Cape Hottentots (1668). Translated by Shapoera and Farrington, 1933 (cité par EPSTEIN : 16).
- DARWIN (C.). On the Origin of Species by means of Natural Selection. Réédition de Darwin 1859. Harmondsworth, Middlesex, England, Pelican Classics. Penguin Books. 1968. p. 80-84.

10. DEVENDRA (C.), BURNS (M.). Goat Production in the Tropics. 2nd ed. Farnham Royal, CAB, 1983. (CAB Techn. Comm. N°19)
11. DOUTRESSOULLE (G.). L'élevage en Afrique Occidentale Française. Paris, Larose, 1947. 298 p.
12. DUMAS (R.). Étude sur les petits ruminants du Tchad. Maisons-Alfort, France, IEMVT, Ministère du Développement agricole et pastoral du Tchad et BIRD, 1977. 355 p.
13. DUMAS (R.). Contribution à l'étude des petits ruminants du Tchad. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1980, **33** (2) : 215-233.
14. DUMAS (R.), RAYMOND (M.H.). L'élevage des petits ruminants dans les circonscriptions de Kaya, Ouahigouya et du Sahel. Paris, SEDES, 1974. 273 p.
15. DUMAS (R.), LEFÈVRE (P.C.), DESLANDES (P.). Étude sur l'élevage des petits ruminants du Tchad. N°Djamena, Tchad, Direction de l'élevage, 1977.
16. EPSTEIN (H.). The Origin of the Domestic Animals of Africa. Vol. 2. New York, London, Munich, Africana, 1971. p. 195-209, 210-235, 237-295, 296-305, 307-309.
17. HALDANE (J.B.S.). The Comparative genetics of Coat-Colour in Rodents and Carnivora. *Biol. Rev.* 1927, **2** : 199-212.
18. LAUVERGNE (J.J.). Génétique de la couleur du pelage des bovins domestiques. *Biblioph. génét.*, 1966, **20** : 1-68.
19. LAUVERGNE (J.J.). Gènes de coloration du pelage de chèvres Alpines chamoisées et Poitevines. *Annls Génét. Sél. anim.*, 1978, **10** : 181-189.
20. LAUVERGNE (J.J.). Genética en poblaciones animales después de la domesticación : concecuencias para la conservación de las razas. In : Proceedings of the 2nd World Congress on Genetics applied to Livestock Production, Madrid, 4-8 October 1982. Vol. 6. p. 77-87.
21. LAUVERGNE (J.J.). Utilisation du principe d'homologie interspécifique pour l'étude du déterminisme héréditaire de la couleur du pelage des ruminants domestiques : l'exemple du locus *Agouti*. *Bull. Soc. Zool.*, 1983, **108** : 201-243.
22. LAUVERGNE (J.J.). The use of visible genetic profiles for the identification of domestic goat populations. FAO Goat Subnetwork, Thessaloniki, sept 26-27, 1985. Jouy-en-Josas, INRA, Département de Génétique animale, 1985. 10 p.
23. LAUVERGNE (J.J.). Ed. Populations traditionnelles et premières races standardisées d'*Ovicaprinae* dans le Bassin méditerranéen", Actes du colloque de Gontard/Manosque (France), 30 juin - 2 juillet 1986. Paris, INRA, 1988. 298 p. (Les colloques de l'INRA, N° 47)
24. LAUVERGNE (J.J.). Méthodologie proposée pour l'étude des *Ovicaprinae* méditerranéens en 1986. In : LAUVERGNE (J.J.) Ed. Actes du colloque "Populations traditionnelles et premières races standardisées d'*Ovicaprinae* dans le Bassin méditerranéen", Gontard/Manosque (France), 30 juin - 2 juillet 1986. Paris, INRA, 1988. p. 77-94. (Les colloques de l'INRA, N° 47)
25. LAUVERGNE (J.J.), Ed. Nomenclature génétique standardisée des ovins et caprins 1987 : loci pour les traits visibles sauf la couleur et pour les polymorphismes sanguins et laitiers. In : Comptes rendus des Travaux de l'atelier COGOVICA, Manosque (France), 21-26 juillet 1987. Paris, Lavoisier, Bureau des Ressources génétiques, 1989. 184 p.
26. LAUVERGNE (J.J.). La constitution des ressources génétiques animales de ferme. In VERRIER (E.), MOLÉNAT (M.) : la gestion des ressources génétiques des espèces animales domestiques. Actes du Colloque BRG, 1989. Paris, BRG, 1989. p. 9-18.
27. LAUVERGNE (J.J.). Breed development and Breed Differentiation. In : Proc. CEC Workshop and Training Course, Dec. 7-9 1992, Hannover, Brussels, Commission of the European Communities, Agriculture. p. 53-64.
28. LAUVERGNE (J.J.), RENIERI (C.), AUDIOT (A.). Estimating Erosion of Phenotypic Variation in a French Traditional Goat Population. *J. Hered.*, 1987 **78** : 307-314.
29. LAUVERGNE (J.J.), MACHADO (T.M.). The Panorama of the Goat Population in Brazil after Discovery. World Meeting on Domestic Animal Breeds related to the Discovery of America. Book of summaries. University of Cordoba, 1992. 1 p.
30. LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), MINVIELLE (F.), BOURZAT (D.), ZEUH (V.). Un gène de réduction de la longueur des cornes de la chèvre au Nord Cameroun et au Tchad. *Revue Élev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 1993, **46** (4) : 645-650.
31. LEFORT-BUSON (M.), VIENNE (De D.). Les distances génétiques (estimations et applications). Paris, INRA, 1985. p. 23-57.
32. LITTLE (C.C.). Coat-Color Genes in Rodents and Carnivores. *Q. Rev. Biol.*, 1958, **33** : 103-137.
33. MACHADO (T.), LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.). Le scénario de peuplement caprin brésilien depuis la découverte. *Arch. Zoot. Cordoba*, 1992, **41** : 455-466.
34. MASON (I.L.). A World Dictionary of Livestock Breeds, Types and Varieties. Farnham Royal, Slough, Bucks, England, CAB, 1951. p. 78-109.
35. MASON (I.L.). The Classification of West African Livestock. Farnham Royal, Bucks, CAB, 1951. p. 33-34.
36. MASON (I.L.). 3. Breeds. In : GALL (C.). Goat Production. London, Academic Press, 1981. p. 57-110.
37. MASON (I.L.), MAULE (J.P.). The Indigenous Livestock of Eastern and Southern Africa. Farnham Royal, CAB, 1960. 240 p. (CAB Technical Communication N° 14)
38. MILLAR (P.), LAUVERGNE (J.J.). Loci for Coat Colour of Goats. In : LAUVERGNE (J.J.). Loci for Coat Colour of Sheep and Goats. Clamart, COGOVICA/COGNOSAG, 1990. p. 59-66.
39. OLLIVIER (L.). Éléments de génétique quantitative. Paris, New-York, Barcelone, Milan, Mexico, Rio de Janeiro, Masson, 1981. 152 p.
40. SEARLE (A.G.). Comparative of Coat Colour in Mammals. London, New-York, Logos Press, Academic Press, 1968. 308 p.
41. TRAIL (J.C.M.), LHOSTE (C.H.), VISSOCQ (Y.J.), LHOSTE (Ph.), MASON (I.L.). Trypanotolerant Livestock in West and Central Africa. 1. General study. Addis Ababa, ILCA, 1979. 147 p.
42. TRAIL (J.C.M.), LHOSTE (C.H.), VISSOCQ (Y.J.), LHOSTE (Ph.), MASON (I.L.). Trypanotolerant Livestock in West and Central Africa. 2. Country studies. Addis Ababa, ILCA, 1979. 303 p.
43. WILSON (R.T.). Small Ruminants Production and the Small Ruminants Genetic Resources in Tropical Africa. Rome, FAO, 1991. 231 p. (Animal Prod. Health, Paper N° 88)

LAUVERGNE (J.J.), BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJONA (P.), ZEUEH (V.), NGO TAMA (A.-C.). Indexes of primarity in goats from Northern Cameroon and Chad. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 651-665

In June 1992, a survey on caprine genetic resources was carried out in 12 sites (5 in Northern Cameroon and 7 in Chad) as part of a regional research project on small ruminants (Projet régional de recherches sur les petits ruminants : PRRPR) in Niger, Cameroon and Chad. A total of 215 adult female goats (105 from Northern Cameroon and 110 from Chad) was examined. As the animal populations exhibit a great variability of aspects after domestication, resulting from the accumulation of mutants which are not longer eliminated by natural selection, considerably attenuated by the protection provided by man, this phenomenon was used to measure the degree of belonging to the taxonomic category called "primary population". Two indexes were thus applied : the index of primarity loci in segregation (IPs) and the index of primarity *Agouti* locus (IPa). These two indexes varied from 0 (completely standardized breed: no variability in the aspect) to 1 (total primarity: conservation of all the accumulated variants from the first domestication). The IPs values represented 0.77 in Northern Cameroon and 0.84 in Chad while the IPa reached 0.75 in Northern Cameroon and 0.88 in Chad. These very high values indicate that in both countries these populations may be considered as almost primary populations, at least with this type of measurement. These values are very close to those exhibited by the populations (also considered as primary populations) in the Mediterranean area and in Brazil [the SRD (*Sem Raça Definida*) from Ceará]. The indexes could be used, at least as a first approach, for the mapping of caprine genetic resources of Africa.

Key words : Goat - Index of primarity - Gene - Cameroon - Chad.

LAUVERGNE (J.J.), BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJONA (P.), ZEUEH (V.), NGO TAMA (A.-C.). Indices de caractère primario de cabras en el Norte Camerún y en Chad. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 651-665

Se efectuó una encuesta en junio de 1992 sobre los recursos genéticos caprinos en el ámbito del Proyecto Regional de Investigaciones sobre los Pequeños Rumiantes (PRRPR, en Niger, Camerún y Chad), la que concernía 12 lugares (5 en Norte Camerún y 7 en Chad). En total, se examinaron 215 cabras adultas (105 en Norte Camerún y 110 en Chad). Dado que las poblaciones después de la domesticación se caracterizan por una gran variabilidad del exterior - causada por la acumulación de mutantes que ya no se eliminan por la selección natural que el hombre ha atenuada considerablemente al mantener a los animales bajo su protección - se utilizó este fenómeno para medir el nivel de pertenencia a la categoría taxonómica llamada "población primaria". Se utilizaron dos índices : el índice de carácter primario loci en segregación (IPs) y el índice de carácter primario alelos en el locus *Agouti* (IPa). Ambos índices pueden variar de 0 (raza enteramente estandarizada : ausencia de variabilidad del exterior) a 1 (carácter primario total, con conservación de todos los variantes acumulados desde el principio de la domesticación). Eran de 0,77 en Norte Camerún y 0,84 en Chad los IPs evaluados y de 0,75 en Norte Camerún y 0,88 en Chad los IPa. Cifras tan elevadas indican que, en ambos países, se tratan de poblaciones primarias, al menos con este tipo de medida. Dichas cifras son muy semejantes de las encontradas en otras poblaciones consideradas también como primarias, en la cuenca mediterránea y en Brasil [la SRD (*Sem Raza Definida*) del Ceará]. Se sugiere que se utilicen estos índices de carácter primario para la cartografía de los recursos genéticos caprinos africanos, al menos durante una primer fase.

Palabras claves : Caprino - Índice de carácter primario - Gen - Camerún - Chad.

D. Bourzat¹P. Souvenir
Zafindrajaona²J.J. Lauvergne²V. Zeuh³

Comparaison morpho-biométrique de chèvres au Nord Cameroun et au Tchad

BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), LAUVERGNE (J.J.), ZEUH (V.). Comparaison morpho-biométrique de chèvres au Nord Cameroun et au Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 667-674

Deux populations de chèvres femelles adultes du Nord Cameroun et du Tchad (105 animaux au Nord Cameroun et 110 au Tchad) ont été comparées en utilisant une mesure biométrique simple (la hauteur au garrot : HG) et deux mesures combinées (l'indice de gracilité (IGS) = vide sous-sternal/profondeur du thorax et l'indice auriculaire thorax (IAT) = longueur de l'oreille/profondeur du thorax). L'analyse des hauteurs au garrot a permis de distinguer 3 sous-populations, une au Nord Cameroun (de moyenne $m_1 = 50,20 \pm 0,30$ cm) et deux au Tchad (de moyenne $m_2 = 63,00 \pm 0,60$ cm et $m_3 = 70,00 \pm 0,40$ cm). L'indice de gracilité (IGS) était de $1,14 \pm 0,01$ pour la population nord-camerounaise et de $1,48 \pm 0,02$ et $1,56 \pm 0,02$ pour les 2 sous-populations de plus grande taille du Tchad. L'indice auriculaire thorax (IAT) était quasiment identique pour les deux populations tchadiennes (IAT = $0,75 \pm 0,01$) alors qu'il était de $0,52 \pm 0,01$ au Nord Cameroun. On peut penser que la sous-population intermédiaire observée au Tchad provient du croisement des 2 populations extrêmes. La distance génétique biométrique de Mahalanobis estimée à partir des trois paramètres (HG, IGS et IAT) fait apparaître que les deux populations du Tchad ne sont pas significativement différentes ($D^2_{2,3} = 4,30$) alors que la population du Nord Cameroun se détache significativement de celles du Tchad ($D^2_{1,3} = 41,60$ et $D^2_{1,2} = 24,40$). L'augmentation linéaire de ces trois paramètres avec le degré de latitude nord serait due à la pression de sélection naturelle exercée par des conditions de sécheresse et de chaleur de plus en plus sévères lorsque l'on monte vers le nord. Les trois mesures retenues sont facilement calculables, elles sont très discriminantes et peuvent être utilisées avec profit pour la cartographie des ressources génétiques caprines de cette zone de l'Afrique.

Mots-clés : Caprin - Mensuration corporelle - Biométrie - Distance génétique - Cameroun - Tchad.

INTRODUCTION

On a vu dans un précédent article (8) que deux populations caprines, l'une du Nord Cameroun, l'autre du Tchad peuvent être considérées comme des populations traditionnelles ou primaires au sens donné à ce terme par LAUVERGNE (6, 7). En effet, les valeurs prises par les indices de primarité IP_s (loci en ségrégation) et IP_a (locus *Agouti*) sont très proches de celles calculées pour des populations du rivage nord de la Méditerranée (8) et

du Brésil (10). Dans la présente communication, les auteurs se proposent de rechercher une possible discrimination biométrique entre les deux populations caprines de ces deux pays africains en utilisant des mensurations et des indices.

RAPPEL SUR LA CLASSIFICATION DES CHÈVRES D'AFRIQUE

Les chèvres d'Afrique (2, 5) présentent en général des caractéristiques de population primaire, ce qui vient d'être vérifié pour le Nord Cameroun et le Tchad (8). Toutefois, les anciens auteurs ne raisonnaient pas dans cette perspective taxonomique et prenaient seulement en compte des critères biométriques comme la hauteur au garrot et la longueur de l'oreille. Ainsi, pour la chèvre de l'Afrique de l'Ouest une classification en chèvres de grande taille (70 cm au garrot), chèvres de taille intermédiaire (65 cm au garrot) et chèvres de petite taille dites parfois naines (40 à 50 cm au garrot) a été proposée (4, 11). Une telle classification était déjà plus ou moins implicitement admise par des auteurs plus anciens (5).

Par la suite on a voulu prendre aussi en compte la longueur de l'oreille (13) mais, finalement, c'est encore le seul critère de taille que les auteurs les plus récents retiendront pour dresser les premières cartes (à très petite échelle) du peuplement caprin africain (2, 3, 17).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage

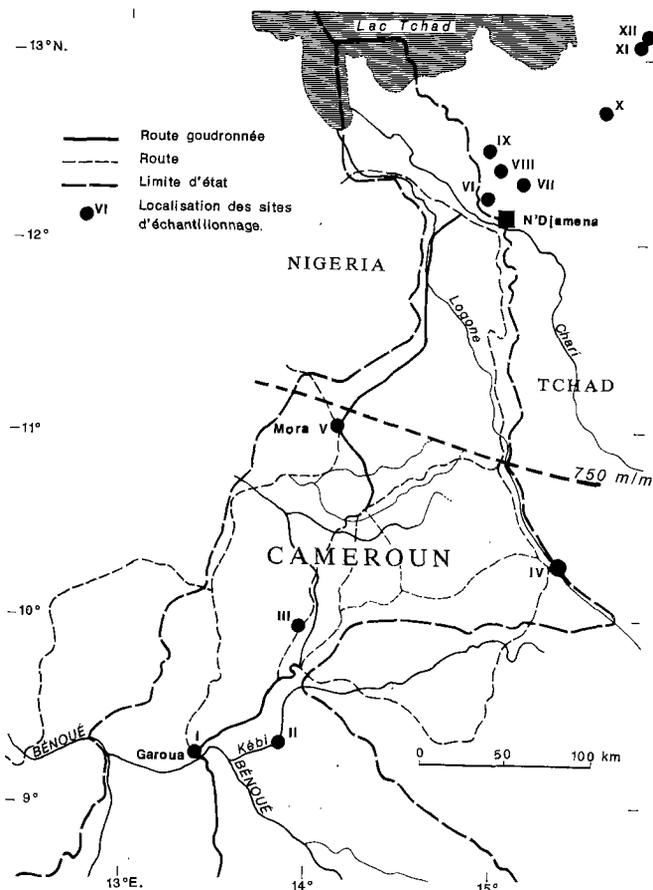
L'échantillonnage a été conçu de manière à opérer dans deux zones peuplées d'animaux différant par leur taille : une zone peuplée par de petites chèvres (au Nord Cameroun) et une zone peuplée par des chèvres plus grandes (au Tchad). Ces zones sont délimitées sur la carte de WILSON (17) pour qui la frontière des peuplements petites chèvres/grandes chèvres est délimitée par l'isohyète 750 mm localisé en gros sur le 11° de latitude nord (carte 1). La localisation des sites d'échantillonnage (20 troupeaux répartis en 12 sites dans les deux zones Nord Cameroun et Tchad) est donnée sur la carte 1 et les effectifs des animaux examinés dans le tableau I.

1. CIRAD-EMVT, Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques (LRVZ) de Farcha, Farcha, BP 433, N'Djamena, Tchad.

2. Département de génétique animale de l'INRA, Laboratoire de Génétique factorielle, bât. 211, CRJ/INRA, 78352 Jouy-en-Josas Cedex, France.

3. Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques (LRVZ) de Farcha, Farcha, BP 433, N'Djamena, Tchad.

Reçu le 16.7.1993, accepté le 14.09.1993.



Carte 1 : Localisation des sites d'échantillonnage.

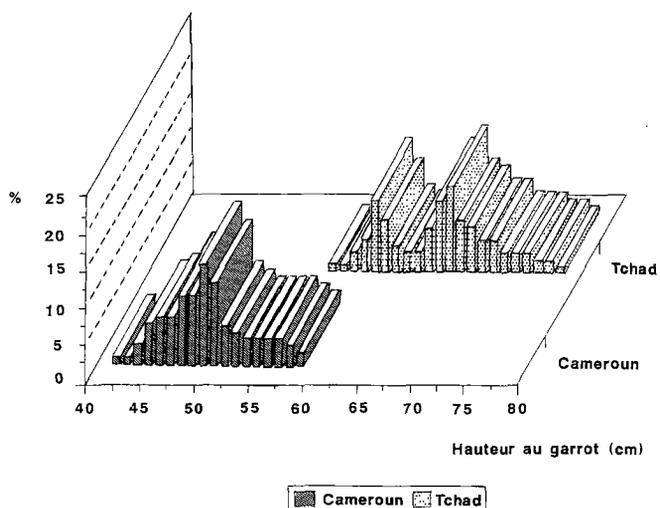


Figure 1 : Histogramme de la hauteur au garrot (HG) des chèvres du Nord Cameroun et du Tchad.

Les mensurations et leur recueil

Le protocole général de recueil des données lors de l'enquête caprine de juin 1992 a été donné dans le précédent article (8). Les mensurations intéressant la présente étude sont la longueur de l'oreille de la base jusqu'à la pointe extérieure, la hauteur au garrot et la profondeur du thorax. Elles ont toutes été prises en centimètre, à l'aide d'un mètre ruban, d'une canne-toise type petits ruminants et d'un compas.

Principe de l'étude

Pour la présente étude on a retenu 3 paramètres :

- pour la taille, la hauteur au garrot (HG), comme les auteurs précédents (4) ;
- pour l'oreille, un indice auriculaire thorax (IAT) qui rapporte la longueur de l'oreille (LO) à la profondeur du thorax (PT) et qui a remplacé la mesure en valeur absolue ;
- pour la "hauteur sur patte" - un caractère qui n'a pas encore été pris en considération biométriquement mais qui est remarqué depuis longtemps par les auteurs (4) - a été introduit un indice de gracilité sous-sternal (IGS) : rapport du vide sous-sternal (HG-PT) à la profondeur du thorax (PT).

Le choix de la profondeur du thorax (PT) au dénominateur des deux indices retenus est justifié par sa faible variation d'une population à l'autre. Il permet en outre de s'affranchir des variations de longueur des membres. La définition de ces deux indices est donnée dans le tableau II.

Méthodes d'analyse

Pour discriminer les populations on a tout d'abord analysé un à un les 3 paramètres retenus en regroupant les individus dans les deux zones d'échantillonnage. On a procédé ensuite à une analyse intra-zone et intra-site. On a alors comparé globalement les paramètres biométriques par la distance biométrique de Mahalanobis (9) et l'analyse en composantes principales (15).

Afin d'apprécier l'influence du milieu (climat et végétation) on a rapporté la valeur de ces paramètres au degré de latitude nord qui, dans ces pays, est affecté d'un gradient climatique marqué puisque, en allant du sud au nord on passe du climat soudano-sahélien au climat sahélien (16) avec une réduction continue des précipitations engendrant une raréfaction progressive du couvert végétal donc du fourrage disponible et, par voie de conséquence, une réverbération de plus en plus marquée de la chaleur solaire par le sol dénudé de couleur claire.

RÉSULTATS

Les histogrammes par zone (Nord Cameroun et Tchad) sont donnés dans les figures 1, 2 et 3 pour, respective-

ZOOTECHNIE, GENETIQUE ET REPRODUCTION

TABLEAU I Les animaux de l'enquête.

Zone Nord Cameroun

Site	Numéro du troupeau	Lieu	Date	Effectifs	
				mâles	femelles
I. Garoua	01	IRZ Garoua Ouro Orso	2 juin 1992	2	20
	02		2 juin 1992	1	16
II. Bibemi	03	Bibemi	3 juin 1992	1	8
III. Guider	04	Louguere 1 Louguere 2	3 juin 1992	0	20
	05		3 juin 1992	0	11
IV. Yagoua	06	Kalak Douroumga Yagoua	4 juin 1992	0	9
	07		4 juin 1992	0	7
	08		4 juin 1992	0	10
V. Mora	09	Mora	4 juin 1992	1	4
Total				5	105

Zone Tchad

Site	Numéro du troupeau	Lieu	Date	Effectifs	
				mâles	femelles
VI. Djali	10	Djali 1 Djali 2	8 juin 1992	0	5
	11		8 juin 1992	0	6
VII. Dougui Naga	12	Dougui Naga	9 juin 1992	0	11
VIII. Am Koundja	13	Am Koundja	9 juin 1992	0	15
IX. Tom Marefine	14	Tom Marefine 1 Tom Marefine 2	10 juin 1992	0	20
	15		10 juin 1992	0	10
X. Bir Barka	16	Bir Barka	10 juin 1992	0	13
XI. Dingororoh	17	Dingororoh 1 Dingororoh 2	11 juin 1992	0	12
	18		11 juin 1992	0	5
XII. Lelea	19	Lelea 1 Lelea 2	11 juin 1992	0	5
	20		11 juin 1992	0	8
Total				0	110

TABLEAU III Analyse de variance des paramètres entre zones et entre sites.

Source de variation	Valeur et signification de F		
	HG	IGS	IAT
Zones	715,05 HS	311,20 HS	550,20 HS
Sites	86,40 HS	33,60 HS	63,20 HS

HS : hautement significative ($P < 0,0001$).

TABLEAU II Définition des indices biométriques.

Appellation	Symbole	Définition	Formule
Indice de gracilité	IGS	Vide sous-sternal/ profondeur du thorax	(HG-PT)/PT
Indice auriculaire	IAT	Longueur de l'oreille/ profondeur du thorax	LO/PT

ment, la hauteur au garrot (HG) et les 2 indices (IGS et IAT). L'analyse de variance entre zones et entre sites est donnée dans le tableau III. La variation entre zones est hautement significative, en particulier pour la hauteur au garrot pour laquelle on distingue 3 sous-populations de hauteur au garrot (1 au Nord Cameroun et 2 au Tchad) comme le montre la figure 1. On a alors isolé les 3 sous-populations identifiées dans l'histogramme des hauteurs au garrot (HG) de la figure 1 et on a comparé les moyennes de leurs indices IGS et IAT (tabl. IV). Dans la figure 4 (a,b,c), on donne les histogrammes de HG, IGS et IAT par site. Les moyennes des paramètres par site selon le degré de latitude nord sont données dans le tableau V.

Les équations des droites de régression de y (HG, IGS ou IAT) sur x , le degré de latitude nord des sites sont (fig. 5) :

$$y = 5,28x - 0,10 \text{ pour HG}$$

$$y = 0,12x - 0,10 \text{ pour IGS}$$

$$y = 0,07x - 0,22 \text{ pour IAT}$$

Dans la figure 6 est donnée la droite de régression de IGS sur IAT. La distance génétique biométrique de Mahalanobis a été calculée à partir d'une combinaison linéaire des trois paramètres (HG, IGS et IAT). Il apparaît que les deux sous-populations du Tchad ne sont pas significativement différentes ($D^2_{2-3} = 4,30$) alors que la population du Nord Cameroun se détache significativement de celles du Tchad ($D^2_{1-3} = 41,60$ et $D^2_{1-2} = 24,40$). Les valeurs des vecteurs propres de l'analyse en composantes principales sont données dans le tableau VI par paramètre et par sous-population. La représentation graphique est donnée dans la figure 7 (a,b,c).

DISCUSSION

Les figures 1, 2 et 3 montrent que les 2 grandes zones d'échantillonnage (Nord Cameroun et Tchad) diffèrent significativement pour les 3 paramètres considérés. En outre, pour la hauteur au garrot, il est possible de distinguer deux sous-populations dans la zone tchadienne.

Le tableau IV, dans lequel on a comparé IGS et IAT au sein des 3 sous-populations de hauteurs au garrot, montre que la gracilité varie avec la hauteur au garrot, ce qui est normal si l'on considère que la profondeur du thorax varie très peu entre le Nord Cameroun et le Tchad : tout se joue sur la longueur des pattes.

L'existence au Tchad d'une sous-population intermédiaire pour la taille (HG = 63 cm et IGS = 1,48) mais de même indice auriculaire (IAT = 0,75) que la population tchadienne de grande taille (HG = 70 cm et IGS = 1,56) s'expliquerait par un croisement entre la grande chèvre du Tchad et la petite chèvre du Nord Cameroun, à condition de supposer que la longueur de l'oreille est déterminée par un variant mendélien dominant et celle de la longueur des pattes par un variant à effet intermédiaire.

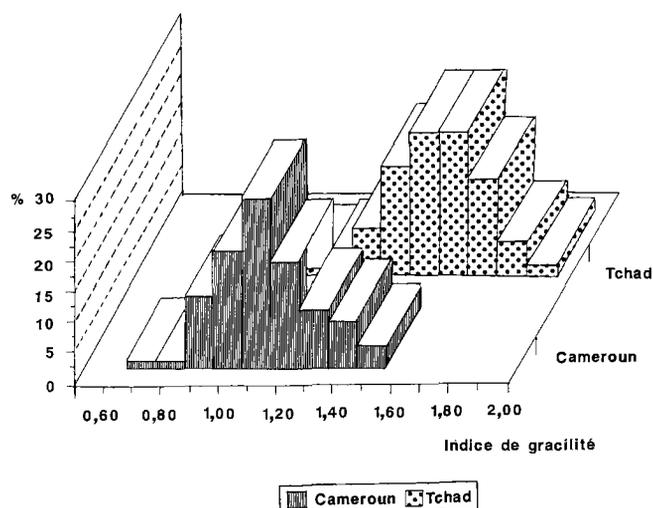


Figure 2 : Histogramme de l'indice de gracilité (IGS) des chèvres du Nord Cameroun et du Tchad.

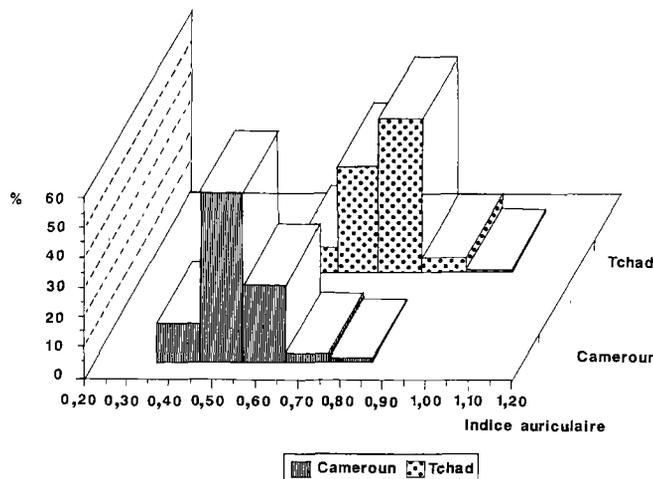


Figure 3 : Histogramme de l'indice auriculaire (IAT) des chèvres du Nord Cameroun et du Tchad.

Cette situation est parfaitement illustrée par la représentation graphique de l'analyse en composantes principales de la figure 7 où seuls la hauteur au garrot (HG) et l'indice de gracilité (IGS) permettraient de distinguer les deux sous-populations du Tchad.

La variation de la hauteur au garrot, de l'indice auriculaire et de l'indice de gracilité avec le degré de latitude nord est quasi-linéaire, HG augmentant en moyenne de 5 cm, et IGS et IAT respectivement de 0,12 et 0,07 point par degré de latitude nord (fig. 5). Si l'on sait que le gradient climatique de cette remontée vers le nord correspond à une diminution de l'humidité qui réduit l'affouragement sur pied disponible, augmentant donc les distances nécessaires pour sa collecte par les animaux, on peut penser qu'alors l'augmentation de la gracilité (allonge-

ZOOTECHE, GENETIQUE ET REPRODUCTION

TABLEAU IV Comparaison des indices de gracilité et auriculaire entre les deux zones, en distinguant les trois sous-populations de hauteur au garrot.

Corps	Nord-Cameroun		Tchad			
	Toutes les chèvres (de petite taille)		Chèvre de taille intermédiaire		Chèvre de grande taille	
Symbole	n	$\mu \pm \sigma$	n	$\mu \pm \sigma$	n	$\mu \pm \sigma$
HG	103	50,20 \pm 0,30 a	33	63,00 \pm 0,60 b	67	70,00 \pm 0,40 c
IGS	103	1,14 \pm 0,01 a	33	1,48 \pm 0,02 b	67	1,56 \pm 0,02 c
IAT	103	0,52 \pm 0,01 a	33	0,75 \pm 0,01 b	67	0,75 \pm 0,01 b

HG : hauteur au garrot ; IGS : indice de gracilité = (hauteur au garrot-profondeur du thorax)/profondeur du thorax ; IAT : indice auriculaire thorax = longueur d'oreille/profondeur de thorax.

Dans un même rang, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à $P < 0,05$.

TABLEAU V Moyennes de la hauteur au garrot et des indices corporels dans les différents sites suivant le degré de latitude nord.

Pays	Site	HG (cm)	IGS	IAT	°latitude
Cameroun	I. Garoua	51,25	1,13	0,50	9,30
	II. Bibemi	54,14	1,18	0,54	9,34
	III. Guider	47,38	1,10	0,52	9,93
	IV. Yagoua	51,27	1,20	0,57	10,30
	V. Mora	52,75	1,24	0,60	11,00
Tchad	VI. Djali	68,36	1,50	0,75	12,21
	VII. Dougui-Naga	65,54	1,45	0,70	12,28
	VIII. Am Koundja	67,96	1,54	0,75	12,37
	IX. Tom Marefine	67,00	1,54	0,75	12,46
	X. Bir Barka	72,12	1,65	0,80	12,63
	XI. Dingororoh	64,30	1,52	0,77	13,00
	XII. Lelea	65,46	1,52	0,75	13,06
Intervalle de variations		47,38-72,12	1,10-1,65	0,50-0,80	9,30-13,06

TABLEAU VI Valeur des trois vecteurs propres de l'analyse en composantes principales.

Paramètres	Sous-population	Vecteur 1	Vecteur 2	Vecteur 3
HG	1	0,350	0,814	0,416
	2	0,400	0,875	0,280
	3	0,450	0,876	0,170
IGS	1	0,711	0,007	- 0,703
	2	0,585	- 0,072	- 0,724
	3	0,650	- 0,192	- 0,735
IAT	1	0,576	- 0,580	0,576
	2	0,614	- 0,477	0,628
	3	0,612	- 0,440	0,655

ment des pattes soutenant un corps de même développement) fait de l'animal gracile un meilleur marcheur et que l'augmentation du vide sous-sternal soustrait dans une certaine mesure l'animal à la réverbération de la chaleur (inversement proportionnelle au carré de la distance) par un sol de plus en dénudé et donc de plus en plus réverbérant lorsque le couvert végétal se raréfie. On a alors un premier élément d'explication du gradient imposé aux indices biométriques par un environnement très contraignant.

L'allongement de l'oreille qui, en gros, multiplie par 4 sa surface, dont on voit l'association étroite avec la gracilité (fig. 6), accompagne apparemment les autres mesures de défense contre la chaleur et la sécheresse en facilitant l'exportation des calories dégagées par le métabolisme par échange thermique de contact (effet de radiateur) plutôt que par exportation de vapeur d'eau dans une zone très sèche (14).

On voit que la comparaison de la taille entre populations n'a de valeur qu'à indice de gracilité égal. Or, dans la littérature cet indice n'a que rarement été calculé.

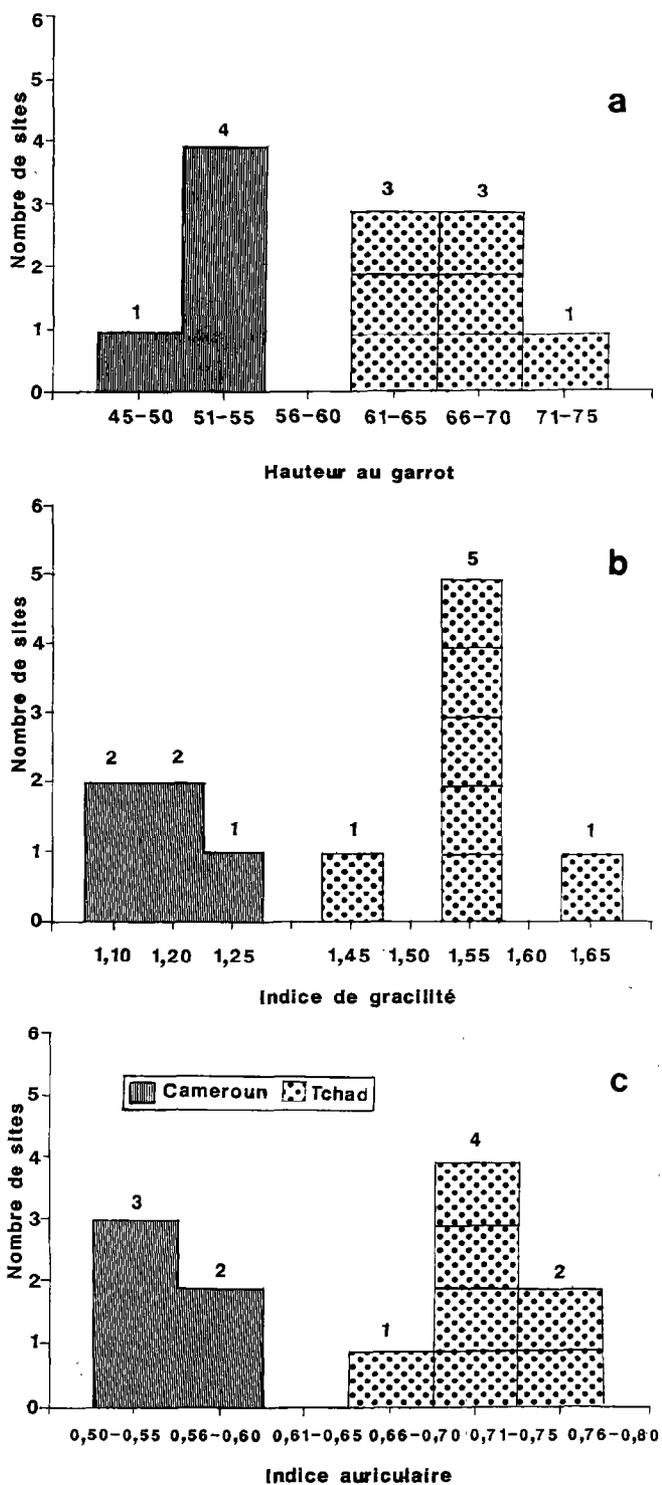


Figure 4 : Histogramme des moyennes prises par chaque paramètre dans les sites du Nord Cameroun et du Tchad. a) Hauteur au garrot ; b) indice de gracilité ; c) indice auriculaire.

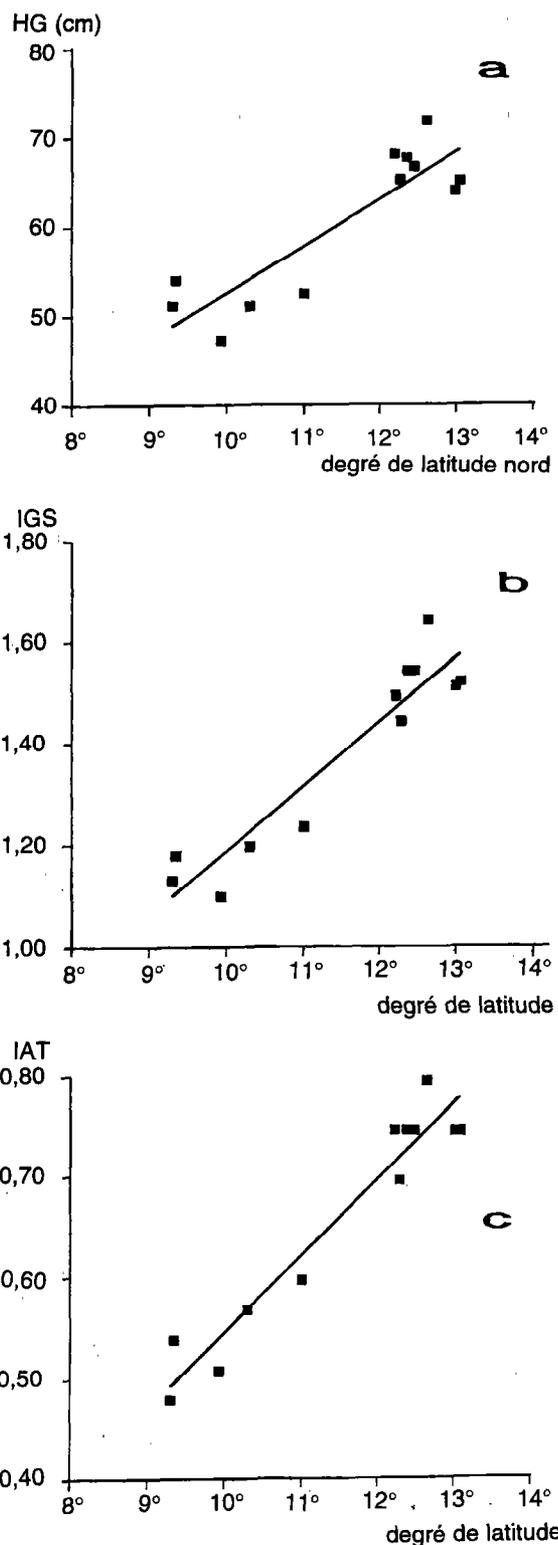


Figure 5 : Variation de la hauteur au garrot (HG) (a), de l'indice de gracilité (IGS) (b) et de l'indice auriculaire (IAT) (c) selon le degré de latitude nord.

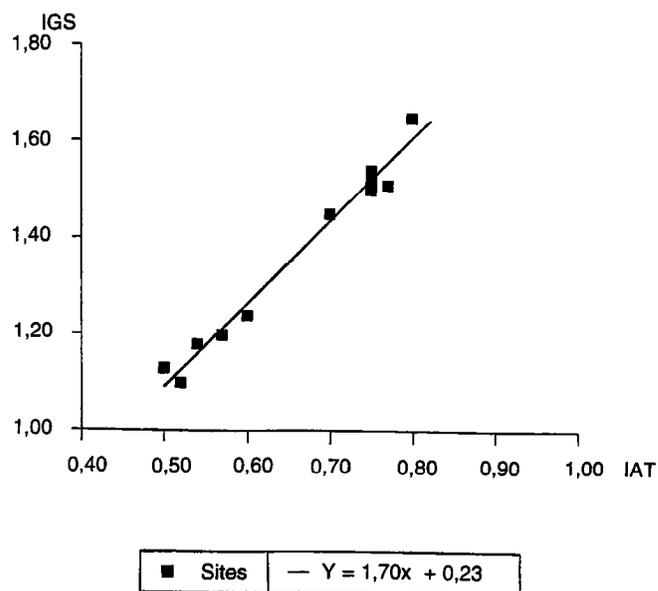


Figure 6 : Équation de la droite de régression de l'indice de gracilité (IGS) sur l'indice auriculaire (IAT).

Toutefois, lors d'un récent sondage sur des chèvres provençales (non publié) les présents auteurs ont trouvé un indice de gracilité moyen de 1,20 (proche de celui des chèvres du Nord Cameroun) pour une hauteur au garrot (HG) de 70 cm. La petite chèvre africaine serait en quelque sorte homologue dans ses proportions de la chèvre européenne dans un rapport de 0,70. Les grandes chèvres de l'Inde avec des hauteurs au garrot de 70 à 85 cm (12) n'atteignent apparemment cette taille que par augmentation de la longueur de leurs pattes. Comme ordre de grandeur de l'indice de gracilité pour ce type d'animal on a en effet comme au Tchad des valeurs de 1,50 pour la femelle Kutchi (82,4 cm au garrot) et de 1,57 pour la femelle Jhakrana (79,2 cm au garrot) (valeurs calculées d'après (1)). Ces observations confortent donc celles trouvées lors de cette enquête.

CONCLUSION

Cette étude porte les bases d'une cartographie simple des ressources génétiques caprines africaines, au moins dans les zones sahélienne et soudano-sahélienne. Cette cartographie pourrait se faire en trois temps :

1. mesure des indices de primarité définis en (8), de manière à vérifier l'état généralisé de la primarité ;
2. mesure de la hauteur au garrot, de l'indice auriculaire et de l'indice de gracilité selon un échantillonnage tenant compte de la densité de peuplement ;
3. représentation cartographique de ces paramètres pris d'abord individuellement pour isoler les zones par des iso-HG, -IGS ou -IAT qui permettront de déterminer dans un second temps les principales zones ethniques.

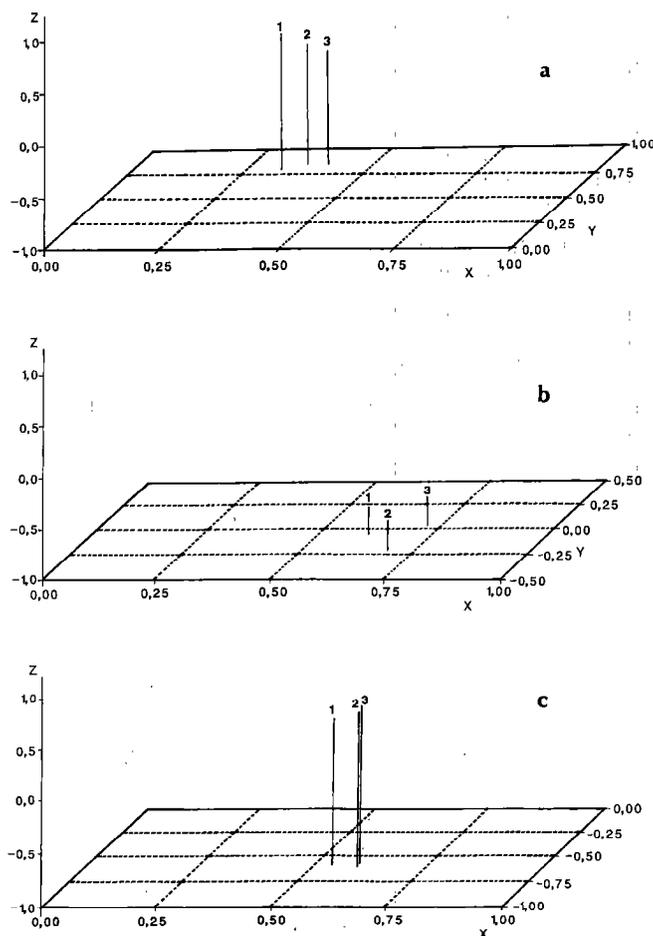


Figure 7 : Représentation graphique de l'analyse en composantes principales pour la hauteur au garrot (HG) (a), l'indice de gracilité (IGS) (b) et l'indice auriculaire (IAT) (c).

BIBLIOGRAPHIE

1. ACHARYA (R.M.). Sheep and Goat Breeds of India. Rome, FAO, 1982. 190 p. (Animal Production and Health Paper N° 30)
2. DAPPER (O.), TEN RHYNE (W.), GREVENBROCK (J.C. de). The Early Cape Hottentots (1668). Translated by SHAPOERA and FARRINGTON, 1933 (cité par EPSTEIN (5)).
3. DEVENDRA (C.), BURNS MARCA. Goat Production in the Tropics. 2nd ed. Farnham Royal. CAB, 1983. (CAB Techn. Comm. N°19)
4. DOUTRESSOULE (G.). L'élevage en Afrique Occidentale Française. Paris. Larose, 1947. 298 p.
5. EPSTEIN (H.). The Origin of the Domestic Animals of Africa. Vol. 2. New York, London, Munich, Africana, 1971. P. 195-209 ; 210-235 ; 237-295 ; 296-305 ; 307-309.
6. LAUVERGNE (J.J.). Genética en poblaciones animales después de la domesticación : concecuencias para la conservación de las razas. In : Proceedings of the 2nd World Congress on Genetics applied to Livestock Production, Madrid (Spain), 4-8 October 1982. Vol. 6. p. 77-87.

7. LAUVERGNE (J.J.). Breed Development and Breed Differentiation. *In* : Proc. CEC Workshop and Training Course, Hannover, Dec. 7-9 1992. Brussels, Commission of the European Communities, Agriculture. p. 53-64.
8. LAUVERGNE (J.J.), BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), ZEUEH (V.), NGO TAMA (A.-C.). Indices de primarité de chèvres au Nord Cameroun et au Tchad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 651-665.
9. LEFORT-BUSON (M.), VIENNE (D. de). Les distances génétiques (estimations et applications). Paris, INRA, 1985. p. 23-57.
10. MACHADO (T.), LAUVERGNE (J.J.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.). Le scénario de peuplement caprin brésilien depuis la découverte. *Arch. Zootec. Cordoba*, 1992, **41** : 455-466.
11. MASON (I.L.). The Classification of West African Livestock. Farnham Royal, Bucks, CAB, 1951. p. 33-34.
12. MASON (I.L.). 3. Breeds. *In* : GALL (C.). Goat Production. London, Academic Press, 1981. p. 57-109.
13. MASON (I.L.), MAULE (J.P.). The Indigenous Livestock of Eastern and Southern Africa. Farnham Royal, CAB, 1960. 240 p. (Technical Communication N° 14)
14. ROBERTSHAW (D.). Concepts in Animal Adaptation, Thermoregulation of the Goat. *In* : Proc. Int. Conf., Goat, Production and Disease, Tucson, Arizona, 1982. Scottsdale, Arizona, USA, Dairy Goat Publishing Co., 1982. p. 395-397.
15. TOMASSONE (R.). Biométrie (mathématique et informatique). Paris, Institut National Agronomique Paris-Grignon, 1987. p. 24-42.
16. TRAIL (J.C.M.), LHOSTE (C.H.), VISSOCQ (Y.J.), LHOSTE (Ph.), MASON (I.L.). Trypanotolerant Livestock in West and Central Africa. 2 Vol. General study and Country studies. Addis Ababa, ILCA, 1979. 147p ; 303 p.
17. WILSON (R.T.). Small ruminants production and the small ruminants genetic resources in tropical Africa. Rome, FAO, 1991. 231 p. (Animal Production Health Paper N° 88)

BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), LAUVERGNE (J.J.), ZEUEH (V.) A morpho-biometric comparison between goats from Northern Cameroon and Chad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 667-674

Two populations of adult female goats from Northern Cameroon and Chad (105 and 110 animals, respectively) were compared using a simple biometric measure (wither height : HG) and two combined measures (the index of slenderness (IGS) = volume of sub-sternal cavity/thorax depth and the auricle-thorax index (IAT) = auricle length/thorax depth). The analysis of wither heights revealed 3 sub-populations : one in Northern Cameroon (mean number $m_1 = 50.20 \pm 0.30$ cm) and two in Chad (mean number $m_2 = 63.00 \pm 0.60$ cm and $m_3 = 70.00 \pm 0.40$ cm). The index of slenderness (IGS) reached 1.14 ± 0.01 for the population from Northern Cameroon and 1.48 ± 0.02 and 1.56 ± 0.02 for the two largest Chadian sub-populations. The auricle-thorax index (IAT) remained almost unchanged in both Chadian populations (IAT = 0.75 ± 0.01), but reached 0.52 ± 0.01 in Northern Cameroon. It may be assumed that the intermediate sub-population observed in Chad resulted from the crossing between the two extreme populations. The biometric genetic distance of Mahalanobis based on the three parameters (HG, IGS and IAT) showed a non significant difference between the two Chadian populations ($D^2_{2,3} = 4.30$). In contrast, the differences between the population from Northern Cameroon and Chad were significant ($D^2_{1,3} = 41.60$ and $D^2_{1,2} = 24.40$). The linear increase in these three parameters with the Northern degree of latitude could be due to the pressure of natural selection resulting from the ever more severe drought and heat conditions encountered further North. The three measures can be easily calculated, they are discriminating and can be effectively used for the mapping of caprine genetic resources at least in this area of Africa.

Key words : Goat - Body measurement - Biometry - Genetic distance - Cameroon - Chad.

BOURZAT (D.), SOUVENIR ZAFINDRAJAONA (P.), LAUVERGNE (J.J.), ZEUEH (V.) Comparación morfo-biométrica de cabras en el norte de Camerún y en Chad. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 667-674

Se compararon dos poblaciones de cabras, todas hembras adultas, del norte de Camerún y de Chad (105 animales en el norte de Camerún y 110 en Chad), gracias a una medida biométrica simple (alzada a la cruz : HG) y a dos medidas combinadas (índice de gracilidad (IGS) = vacío sub-esternal/profundidad torácica e índice auricular torácico (IAT) = longitud de la oreja/profundidad torácica). El análisis de la alzada a la cruz permite distinguir 3 sub-poblaciones, una al norte de Camerún (con un promedio $m_1 = 50,20 \pm 0,30$ cm) y dos en Chad (con promedios de $m_2 = 63,00 \pm 0,60$ cm y $m_3 = 70,00 \pm 0,40$ cm). El índice de gracilidad (IGS) fue de $1,14 \pm 0,01$ para la población del norte de Camerún y de $1,48 \pm 0,02$ y de $1,56 \pm 0,02$ para las dos poblaciones mayores de Chad. El índice auricular torácico (IAT) fue casi idéntico para las dos poblaciones chadianas (IAT = $0,75 \pm 0,01$), mientras que para la población nor-camerunesa fue de $0,52 \pm 0,01$. Se sugiere que la sub-población chadiana, intermedia, podría provenir de un cruce entre las dos poblaciones extremas. La distancia biométrica genética de Mahalanobis, estimada a partir de los tres parámetros (HG, IGS y IAT), muestra que las dos poblaciones de Chad no difieren en forma significativa ($D^2_{2,3} = 4,30$), mientras que la población al norte de Camerún difiere significativamente de las chadianas ($D^2_{1,3} = 41,60$ y $D^2_{1,2} = 24,40$). El aumento lineal de estos tres parámetros con respecto al grado de latitud norte, podría deberse a la presión natural que ejercen las condiciones de sequía y de calor, las cuales son más severas al dirigirse hacia el norte. Las tres medidas se calculan fácilmente, son discriminantes y pueden utilizarse para la cartografía de los recursos genéticos caprinos, al menos en esta zona de África.

Palabras claves : Caprino - Medida corporal - Biometría - Distancia genética - Camerún - Chad.

L.E. Akpo¹
M. Grouzis²
A. Gaston³

Pluviosité et productivité des herbages de l'aire pastorale de Wiidu Thiengoli au Ferlo (Nord Sénégal). Estimation des charges fréquentielles

AKPO(L.E.), GROUZIS (M.), GASTON (A.). Pluviosité et productivité des herbages de l'aire pastorale de Wiidu Thiengoli au Ferlo (Nord Sénégal). Estimation des charges fréquentielles. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 675-681

Les caractéristiques pluviométriques et leurs influences sur la production des herbages ont été étudiées à partir de 15 années d'observation (1974-1988) autour du forage de Wiidu Thiengoli situé dans le Nord Sénégal. Les résultats font apparaître une très forte variabilité temporelle des précipitations et de la production. Un modèle simple de simulation de cette production en fonction de la pluviosité a été élaboré. Les charges fréquentielles établies à partir de cette formulation et de la série chronologique des pluies obtenues à Wiidu Thiengoli, comparées aux charges actuelles, font apparaître un déficit en disponible fourrager d'autant plus important que la période est sèche. Ce type de situation représente une menace pour les groupes pastoraux exploitant ce forage car la végétation naturelle constitue la quasi-totalité de l'alimentation des troupeaux dans ces systèmes de production.

Mots-clés : Parcours - capacité de charge - Pluie - Pâturage - Transhumance - Sahel - Sénégal.

INTRODUCTION

Dans les milieux sahéliens, où la quantité d'herbe produite pendant les deux à trois mois de la saison des pluies doit assurer l'alimentation du cheptel durant la longue période sèche, la notion de bilan fourrager (6), qui conditionne la capacité de charge, constitue un outil de choix pour améliorer l'exploitation des ressources. L'évaluation du disponible fourrager, réalisée à partir de la mesure de la production végétale herbacée, nécessite des observations étendues et répétitives compte tenu de la grande variabilité interannuelle observée (23).

Pour éviter de telles mesures relativement longues et onéreuses, des modèles de production de phytomasse en fonction de la pluie ont été proposés (3, 5, 7, 8). Il apparaît que ces modèles doivent être circonscrits pour être utilisables en termes prévisionnels. Le but de ce travail est donc d'élaborer un modèle simple d'estimation de la production des herbages en fonction des précipitations pour l'aire de desserte du forage de Wiidu Thiengoli dans le nord du Sénégal.

1. Faculté des Sciences (Biologie végétale), Université Cheikh Anta Diop, B.P. 5005, Dakar, Sénégal.

2. ORSTOM, Laboratoire d'Ecologie végétale, B.P. 1386, Dakar, Sénégal.

3. CIRAD-EMVT, 10, rue Pierre-Curie, 94704 Maisons-Alfort Cedex, France.

Reçu le 9.2.1993, accepté le 22.3.1994.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

La zone d'étude

Wiidu Thiengoli, situé à 15° 20' de latitude nord et à 16° 21' de longitude ouest, présente les principaux traits du climat sahélien *sensu stricto* à savoir : précipitations annuelles comprises entre 200 et 400 mm, forte variabilité des précipitations (CV = 30 à 40 p. 100), humidité relative de l'air très faible, températures élevées, forte évaporation, précarité des réserves en eau du sol (19).

Les sols sont de type ferrugineux peu lessivés avec une tendance vers les lessivés, sur matériaux sableux d'origine éolienne faiblement argileux compacts (22). L'horizon A, pauvre en matières organiques, peut atteindre 40 cm. Cet état facilite sa remobilisation par le vent et la formation d'ergs (24). Dans les zones interdunaires, les sols sont bruns subarides intergradés hydromorphes sur sables colluviaux. Pendant la saison des pluies, l'eau s'accumule dans les dépressions formant des mares temporaires.

La région de Wiidu Thiengoli est située dans le domaine phytogéographique des steppes à épineux où prédominent les thérophytes et les phanérophytes. La nette dominance de ces types biologiques traduit une bonne adaptation écologique aux sévères conditions écologiques d'aridité qui règnent dans le milieu (15).

Balanites aegyptiaca, *Acacia seyal*, *A. senegal*, *Combretum glutinosum*, *Sclerocarya birrea* sont les principales espèces ligneuses du groupement végétal sur pénélaine haute (30). Ces populations de *Sclerocarya birrea*, arbre caractéristique des savanes autour de Wiidu, ainsi que celles de *Combretum glutinosum* et de *Acacia senegal* ont été particulièrement atteintes par la sécheresse persistante des deux dernières décennies (25, 29).

La végétation herbacée, essentiellement à base de graminées annuelles (*Schoenefeldia gracilis*, *Cenchrus biflorus*, *Aristida mutabilis*) dépasse rarement 40 cm de hauteur. Les légumineuses sont représentées principalement par *Zornia glochidiata*, *Alysicarpus ovalifolius* et *Indigofera senegalensis*.

Deux types de parcours ont été identifiés (30) au niveau du groupement végétal sur pénélaine haute : le parcours à *Schoenefeldia gracilis* et *Aristida mutabilis*

L.E. Akpo M. Grouzis A. Gaston

(PS3) et le parcours à *Diheteropogon hagerupii* et *Tephrosia purpurea* (PS1).

L'aire de desserte du forage est de l'ordre de 700 km² (15 km de rayon). On a évalué à 20 p. 100 la surface occupée par l'ensemble des infrastructures et assimilé les 80 p. 100 restant au seul parcours PS3, car il occupe plus de 50 p. 100 de l'aire (30).

Le système de production

Dans une région pastorale, le forage est l'aménagement le plus important. Au Sénégal le développement de l'hydraulique pastorale a permis entre 1950 et 1980 la création de 68 points d'eau permanents. Le forage de Wiidu Thiengoli assure l'approvisionnement continu en eau de la population évaluée à 4 100 habitants et répartie dans 20 localités (28). Les Peuhls y représentent plus de 80 p. 100.

Dans l'aire de desserte du forage, la pression qu'exercent les animaux sur le milieu dépend de leur effectif et de leur mode de conduite.

Les troupeaux y sont généralement mixtes : les Peuhls élèvent des bovins, des ovins et des caprins. Il s'y ajoute des chevaux pour la selle et/ou le trait, des ânes pour les transports domestiques et quelquefois des dromadaires. Le dénombrement du cheptel, réalisé conjointement (sol et vol systématique de reconnaissance) par le Service de l'élevage et le Centre de suivi écologique (CSE) en 1991, donne la composition suivante : 9 862 bovins, 10 595 ovins, 4 135 caprins, 150 asins, 260 équins et 147 camélins.

La création de ces forages (1954 pour Wiidu Thiengoli) a profondément perturbé les pratiques de ces sociétés pastorales qui ont observé un abandon progressif de la transhumance et un mouvement de sédentarisation (3). Les "rumano" (campements de saison des pluies) sont alors devenus des pôles de peuplement permanents. Entre 1950 et 1980, le cheptel a augmenté de 20 p. 100 et la proportion de transhumants est passée de 60 à 13 p. 100.

La gestion actuelle des parcours en saison pluvieuse repose sur des déplacements de faibles distances (moins de 2 km) d'un "rumano" permanent vers une mare ; celle-ci assure un abreuvement quotidien du troupeau. La saison sèche voit l'exploitation des pâturages les plus éloignés. Les campements de saison sèche ("sedano") sont éparpillés autour du forage à une distance allant de 2 à 5 km et peuvent être déplacés deux ou trois fois autour de celui-ci en fonction de la disponibilité des parcours.

La gestion actuelle du milieu consiste donc à essayer de maintenir le cheptel toute l'année sur les parcours compris à l'intérieur de l'aire de desserte du forage. Toutefois la mobilité existe toujours, mais au lieu d'être unidirectionnelle et périodique, elle est devenue anarchique. On passera plus à un micro-nomadisme de faible amplitude qu'à une véritable sédentarisation (3, 4).

Pendant les années à fort déficit pluviométrique ou lors de destruction accidentelle des pâturages par les feux de brousse, ou encore en cas de panne prolongée de la pompe du forage, on assiste à des transhumances exceptionnelles qui se manifestent par un exode quasi général vers le sud. Ainsi durant les 20 dernières années, les éleveurs de Wiidu Thiengoli n'ont quitté la zone que deux fois pour de grandes transhumances : au cours des sécheresses 1972-1973 et 1983-1984 (2).

Les méthodes d'étude

Les données relatives à la pluviosité ont été extraites des archives de la Météorologie nationale (1933 à 1982), des rapports annuels de la Mission forestière sénégallo-allemande (1982 à 1988) et de DEGOULET (10). Les données de phytomasse de 1974 à 1987 proviennent d'études agropastorales et de rapports du Service d'agrostologie du Laboratoire national d'élevage et de recherche vétérinaire (LNERV) de Dakar-Hann (29, 30). Ces données ont été complétées par des observations au cours de l'année 1988.

La production herbacée épigée est estimée, au maximum de végétation, par la méthode de la récolte intégrale, qui consiste à couper la strate herbacée au ras du sol dans des placeaux de 4 à 25 m² (29), mais l'effectif de l'échantillonnage n'est pas toujours précisé dans les références, ce qui ne permet pas les calculs d'intervalle de confiance. Cette méthode est toutefois considérée comme très acceptable pour évaluer la productivité annuelle des communautés végétales à cycle court (27).

La production, exprimée en kilogrammes de matière sèche par hectare (kg MS. ha⁻¹) est obtenue après détermination de la teneur en eau (séchage à 85 °C à l'étuve jusqu'à poids constant d'un échantillon composite d'environ 1 kg).

La conversion de l'effectif du cheptel en UBT (Unité bétail tropical, bovin adulte de 250 kg de poids vif), réalisée pour l'ensemble des espèces recensées donne une charge animale de 11 513 UBT.

La production utilisable, les capacités de charge et d'accueil sont calculées selon les normes classiques : coefficient d'utilisation de un tiers, consommation de 6,25 kg MS. j⁻¹.UBT⁻¹ (6).

RÉSULTATS

Les caractéristiques pluviométriques

Analyse de la pluviosité de Wiidu Thiengoli et élaboration d'une série chronologique

A Wiidu Thiengoli, la pluviosité annuelle moyenne (1974-1988) est de 264 ± 51 mm (p_{0,05}). La variabilité est assez forte ; en effet, la pluviosité de l'année 1975 (475 mm) est

environ quatre fois plus élevée que celle de 1983 (120 mm). Le coefficient de variation (100 x écart-type de l'échantillon/moyenne) est de 34,8 p. 100, ce qui est tout à fait comparable à ce qui est donné par BARRAL *et al.* (3) pour la station voisine de Linguère (29 p. 100). Il se situe bien dans la gamme des valeurs habituellement rapportées par LE HOUÉROU (19) pour le Sahel (37 p. 100 pour des précipitations annuelles allant de 200 à 299 mm). On peut en outre noter que l'écart type par rapport à cette moyenne ($s = 92$ mm) correspond au déficit moyen (36 p. 100) de la période 1970-1981, évalué par BARRAL *et al.* (3), pour un certain nombre de stations sahéliennes encadrant le Ferlo.

Le poste pluviométrique de Wiidu Thiengoli ne datant que de 1974 ne nous permet pas d'effectuer une étude fréquentielle des pluies. Il nous faut établir une série chronologique plus longue en passant par une station voisine dans la même zone écologique. Pour cela, une régression a été calculée entre les pluviosités annuelles de Wiidu Thiengoli et celles de Linguère, habituellement utilisées pour caractériser la pluie du Ferlo (3, 29,30), Dagna plus au nord et Podor au nord-est.

La meilleure corrélation ($P_w = 1,0 P_o + 53,5$) est obtenue avec la station de Dagna. Celle-ci explique en effet plus de 90 p. 100 (r^2) de la variabilité de la pluviosité de Wiidu Thiengoli. Podor n'en explique que 70,5 p. 100 alors que la corrélation n'est pas significative ($r^2 = 48,4$ p. 100) avec les données de Linguère.

Le gain (n') ou le nombre d'années d'extension de cette régression, calculé par la méthode proposée par DUBREUIL (14), est de 48 ans, c'est-à-dire que les pluviosités annuelles de Wiidu Thiengoli peuvent être estimées à partir de 1941.

Analyse fréquentielle de la série chronologique.

Les précipitations annuelles estimées de Wiidu Thiengoli ont été ajustées par la méthode du maximum de vraisemblance (logiciel PLUVIUM, ORSTOM) aux lois de Gauss et de Goodrich (fig.1). Le meilleur ajustement est obtenu avec la loi de Gauss. On en déduit les valeurs caractéristiques des pluies fréquentielles (tabl.I). La comparaison de ces pluies fréquentielles à la série chronologique (tabl. II) permet de noter que :

- les périodes humides ($P \geq 331$ mm) sont relativement rares (13 sur 48) soit environ 27,1 p. 100 ;
- les années exceptionnellement sèches (1983, 1984) sont également rares. Elles ont une récurrence de 50 ans ;
- les années présentant des précipitations annuelles de 264 mm, qui correspondent à la moyenne observée pendant la période d'observation effective, sont assez fréquentes (tous les trois ans).

Cette étude montre en outre une énorme variabilité. Cette variabilité interannuelle des précipitations agit sur la structure des groupements végétaux herbacés, qui conditionne la production.

TABLEAU I Pluies fréquentielles (mm) d'après la loi de Laplace-Gauss à Wiidu Thiengoli (Nord-Sénégal)

Périodes	Probabilités	Récurrence	Pluies (mm)	± IC
Sèche	0,01	100	96,6	16,8
	0,02	50	120,2	17,0
	0,05	20	155,6	17,3
	0,10	10	187,0	17,6
	0,20	5	225,1	17,8
	0,35	3	264,6	18,0
Normale	0,50	2	298,0	19,5
Humide	0,35	3	331,3	18,0
	0,20	5	370,4	17,8
	0,10	10	408,9	17,6
	0,05	20	440,4	17,3
	0,02	50	475,8	17,0
	0,01	100	499,4	16,8

TABLEAU II Pluviosité de Wiidu Thiengoli (1941-1988)

Années	Pluies (mm)	Années	Pluies (mm)	Années	Pluies (mm)
1941	189,2	1957	438,0	1973	274,0
1942	280,4	1958	371,0	1974	239,0
1943	316,6	1959	206,0	1975	315,0
1944	240,3	1960	381,0	1976	342,0
1945	240,5	1961	365,0	1977	233,0
1946	316,2	1962	273,0	1978	287,0
1947	225,0	1963	380,0	1979	202,0
1948	296,0	1964	329,0	1980	197,0
1949	349,5	1965	341,0	1981	193,0
1950	294,0	1966	450,0	1982	184,0
1951	410,0	1967	390,0	1983	120,0
1952	415,0	1968	213,0	1984	131,0
1953	384,0	1969	422,0	1985	302,0
1954	311,0	1970	268,0	1986	349,0
1955	282,0	1971	229,0	1987	281,0
1956	327,0	1972	134,0	1988	335,0

L'analyse de la production des herbages

La phytomasse

La figure 2 représente les variations interannuelles de la phytomasse herbacée aérienne au cours de la période d'observation dans l'aire de desserte du forage de Wiidu Thiengoli. La valeur moyenne (1974-1988) s'élève à 750 kg MS.ha⁻¹. La variabilité de la phytomasse est élevée puisqu'elle varie de 1 300 kg MS.ha⁻¹ (1975) à 112 kg MS.ha⁻¹ en 1984 (soit un rapport de 1 à 13) alors que celle de la pluviosité se situe dans le rapport 4. Le rapport de la variabilité de la production à celle de la pluviosité qui se situe donc à plus de 3 est donc deux fois plus

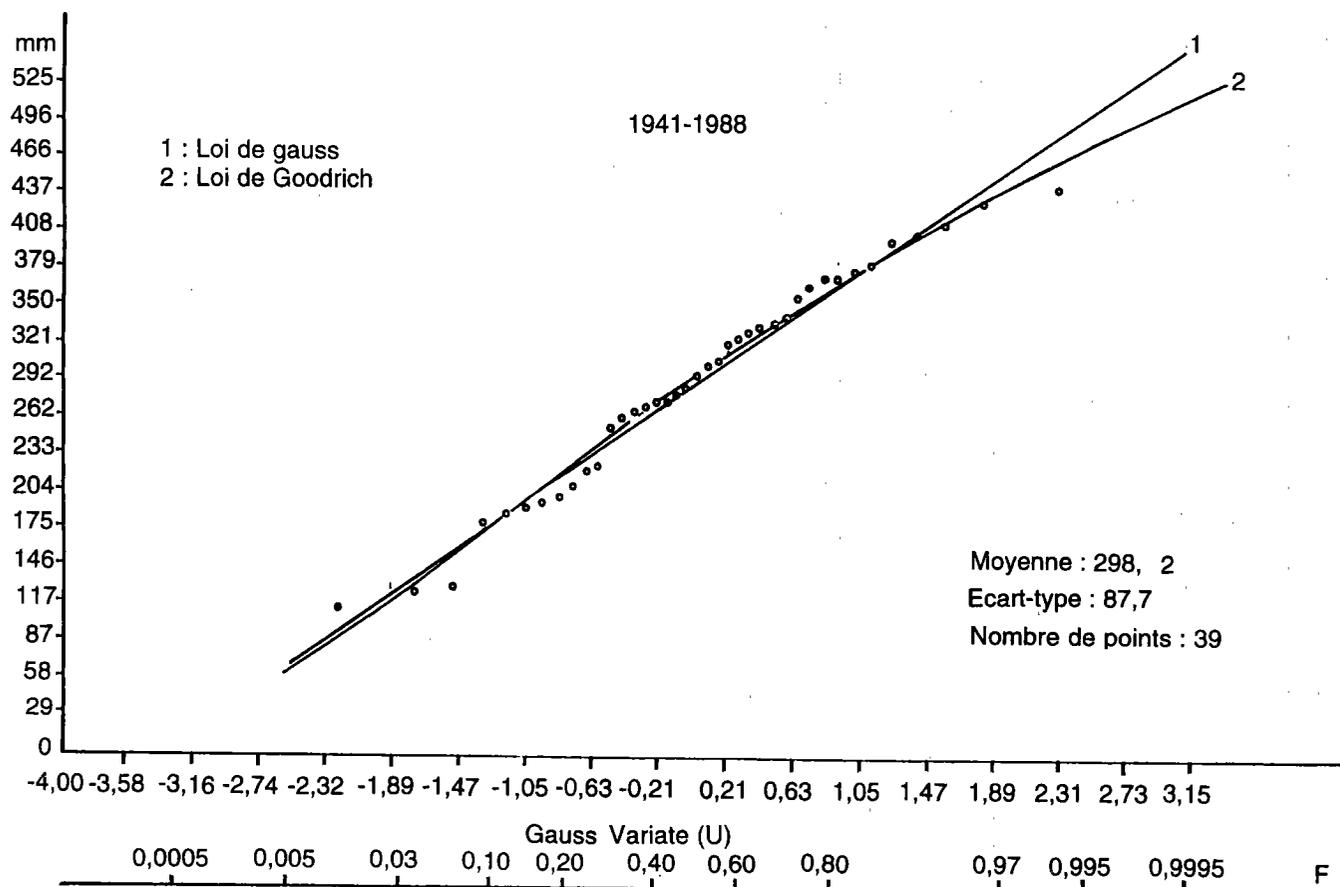


Figure 1. Ajustement des précipitations annuelles estimées de Wiidu Thiengoli (1941 à 1988) aux lois de Gauss et de Godrich.

important que celui indiqué par LE HOUÉROU (19), LE HOUÉROU *et al.* (21).

La relation entre la production de la strate herbacée des parcours P (kg MS.ha⁻¹) et les précipitations annuelles P (mm) a été établie (fig. 3). L'équation de la droite est :

$$P \text{ (kg MS.ha}^{-1}\text{)} = 3,0 P(\text{mm}) - 41,8 \quad (r^2 = 0,64)$$

Les précipitations annuelles dans la région de Wiidu Thiengoli sont assez déterminantes, puisqu'elles expliquent plus de 60 p. 100 (r^2) de la variance de la phytomasse. Comparé aux valeurs rapportées par divers auteurs (3 : 33,1 p. 100 pour le Ferlo ; 12 : 25 p. 100 pour certaines stations du Ferlo ; 17 : 30 à 37 p. 100 pour différents écosystèmes pastoraux arides et semi arides), le coefficient de détermination obtenu autour du forage de Wiidu Thiengoli est nettement plus élevé. Cela s'explique par le fait que la formulation s'applique à une aire restreinte, donc à une zone plus homogène sur le plan structural. L'intégration du nombre de jours de pluie dans une régression multiple améliore de 5 p. 100 l'estimation de la production de phytomasse.

L'expression de la phytomasse en fonction de la pluie permet de comparer le résultat obtenu avec d'autres travaux (tabl. III).

Ces données montrent qu'en zone sahélienne, les valeurs estimées de la production globale de phytomasse herbacée par millimètre de pluie incidente sont assez voisines : 2,5 à 4 kg MS.ha⁻¹.mm⁻¹. Cela témoigne du fonctionnement comparable des végétations sahélo-soudanaises. Le résultat obtenu à Wiidu Thiengoli correspond pratiquement à la moyenne des différents résultats. La variabilité vient essentiellement de l'échelle d'investigation, parcellaire (5; 7, 15) dans certains cas, à régionale dans d'autres (9, 20).

Phytomasse herbacée et charges fréquentielles

La capacité de charge est calculée pour quelques fréquences remarquables (tabl. IV) et pour une utilisation essentiellement de saison sèche de huit mois (novembre à juin) à partir de la production obtenue par le modèle :

$$P \text{ (kg MS.ha}^{-1}\text{)} = 3,0 P(\text{mm}) - 41,8$$

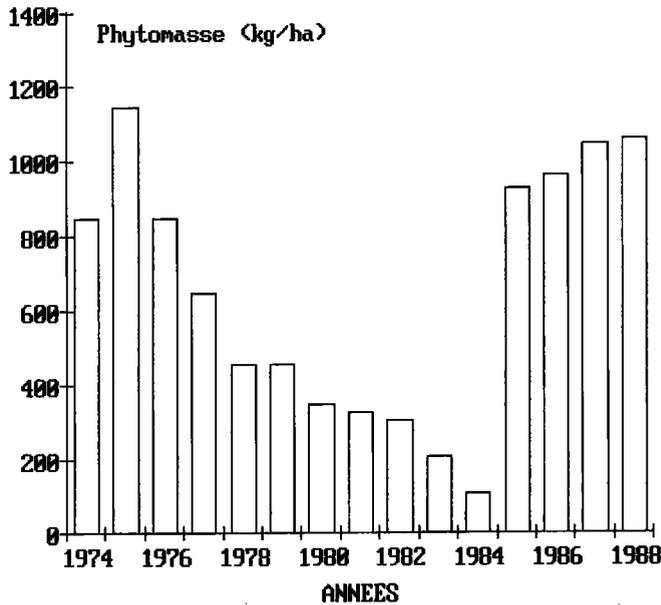


Figure 2. Variations interannuelles de la phytomasse herbacée épigée dans l'aire pastorale de Wiidu Thiengoli de 1974 à 1988.

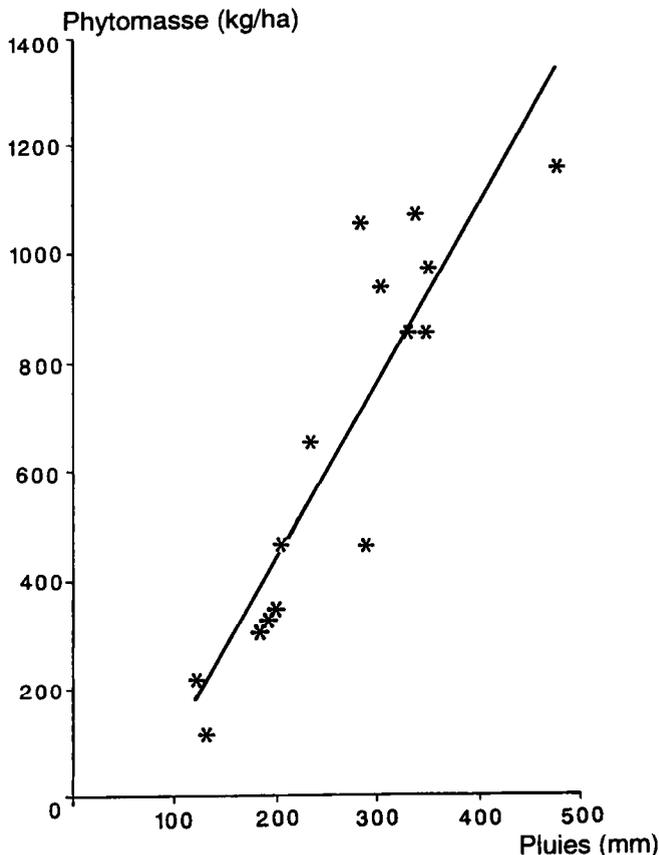


Figure 3. Relations entre la phytomasse herbacée épigée P (kg MS.ha⁻¹) et la pluie incidente (mm).

TABLEAU III Efficience en eau (kg MS.ha⁻¹.mm⁻¹ de pluie incidente) en zone sahélo-soudanienne.

Auteurs	Production de matière sèche (kg.ha ⁻¹ .mm ⁻¹ pluie incidente)
BARRAL <i>et al.</i> (3)	3,77
BILLE (5)	2,32
CORNET (17)	3,30
DE VRIES et DJITEYE (19)	4,18
DIARRA, BREMAN (11)	2,40
DIEYE (12)	3,20
GROUZIS (15)	2,90
LAMPREY, YUSSUF (17)	2,22
LE HOUEROU (18)	3,70
LE HOUEROU (20)	2,70
Notre résultat	3,07

TABLEAU IV Phytomasse herbacée (kg MS.ha⁻¹), charges fréquentielles (ha.UBT⁻¹) et capacité d'accueil (UBT) dans l'aire pastorale de Wiidu Thiengoli.

Récur-rence (ans)	Pluies (mm)	Production (kg MS.ha ⁻¹)		Charge ha/UBT	Capacité d'accueil (UBT)
		totale	utilisable		
100	96,6	247,0	84,2	18,2	3 105
50	120,2	317,6	105,9	14,2	3 980
20	155,6	423,5	141,2	10,6	5 332
10	187,0	517,3	172,4	8,7	6 497
5	225,1	631,3	210,4	7,1	7 961
3	264,6	749,4	249,8	6,0	9 420
2	298,0	849,2	283,1	5,3	10 664
3	343,3	984,7	328,2	4,6	12 287
5	370,8	1 066,9	355,6	4,2	13 457
10	408,9	1 180,8	393,6	3,8	14 874
20	440,4	1 275,0	425,0	3,5	16 149
50	475,8	1 380,8	460,3	3,3	17 127
100	565,5	1 649,1	549,7	2,8	20 186

Les données du tableau IV font apparaître une capacité de charge de 5,3 ha.UBT⁻¹ une année sur deux. Elle se situe bien dans la gamme des valeurs (5 à 6,5 ha.UBT⁻¹) rapportées par VALENZA et DIALLO (30), sachant que les précipitations de 1971, l'année de référence, étaient inférieures de 12 p. 100 à la normale.

En utilisant la pluviosité estimée de 1971, la capacité de charge est identique. MIEHE-KLUG (25) trouve autour du même forage une capacité de charge de 5,6 ha.UBT⁻¹. Ces comparaisons montrent que le modèle proposé est un bon estimateur de la production de phytomasse et de la capacité de charge, dans la zone considérée.

En comparant l'effectif actuel de la zone à la capacité d'accueil, on constate, une année sur deux, que la production herbacée autour du forage de Wiidu Thiengoli ne

permet pas d'assurer l'entretien du cheptel présent évalué à 11 500 UBT (1). Un délestage d'environ 10 p. 100 de l'effectif total serait théoriquement nécessaire pour assurer la couverture des besoins alimentaires des animaux.

Pour les années exceptionnellement sèches telles que 1983 et 1984, le délestage devrait être de l'ordre de 60 p. 100. Ce serait sur le niveau de production des années défavorables qu'il faudrait baser les plans d'aménagement d'un secteur d'élevage si l'on veut conserver le pâturage pour une exploitation durable.

Dans le cas de la centennale favorable (année particulièrement humide), même en tenant compte du supplément de 20 p. 100 apporté par la strate ligneuse (5) à la phytomasse herbacée, la production totale ne permettrait plus, dans une vingtaine d'années, d'assurer la couverture des besoins des animaux, dans l'hypothèse d'un taux d'accroissement de 2,5 p. 100 l'an (1), conduisant à un effectif de 28 000 UBT. De plus, la fertilité des sols peut devenir limitante (9) dans des conditions favorables ($PS \geq 500$ mm).

Ce modèle simple de production permet de déterminer la charge en bétail à partir de la pluie annuelle en passant par la production herbacée, et de décider, à la fin de la saison des pluies, de mesures de délestage de la zone en recourant à une transhumance élargie (15, 26), d'organisation de vente de bétail ou de complémententation pour ajuster la charge aux ressources de l'année.

CONCLUSION

Déséquilibre, dégradation de l'espace

A Wiidu Thiengoli, la capacité d'accueil en année normale (réurrence 2) est de 10 700 UBT. L'excédent, par rapport à l'effectif actuel est de 800 UBT, soit 10 p. 100. Ce léger déséquilibre peut être aggravé par des apports saisonniers de bétail, notamment venant de Mauritanie ou suite à une panne d'un des forages voisins (Tatki, Tessékré, Belel Boguel), ainsi que par la destruction des pâturages par les feux de brousse. De plus, l'eau du forage de Wiidu Thiengoli a la particularité d'être chargée avec des résidus secs de l'ordre de 250 mg/l ; l'eau est donc de très bonne qualité, ce qui explique l'affluence des troupeaux, surtout en fin de saison sèche (2).

Pour mieux établir le bilan autour du forage de Wiidu Thiengoli, il serait donc utile de chiffrer l'importance de ces variations saisonnières et/ou interannuelles du bétail.

Ce relatif équilibre est vite rompu en année sèche. En effet, il apparaît, tous les trois ans, un excédent de charge de l'ordre de 20 p. 100 (2 100 UBT) par rapport à l'effectif du cheptel actuel. En années exceptionnellement

sèches (1983-1984) l'excédent de charge est trois fois plus élevé. Il est vrai que pendant ces années fortement déficitaires, les éleveurs transhument. Cependant, les possibilités de déplacement vers les autres zones pastorales se raréfient ; des cultures irriguées en riz s'étendant sur de grandes superficies, gênent considérablement l'accès au fleuve Sénégal (26). A l'ouest, la voie vers le lac de Guiers est aussi barrée par des périmètres irrigués, tandis qu'au sud il y a fréquemment des conflits avec les agriculteurs. Au cours des 40 dernières années, les zones d'accueil ont donc considérablement diminué (2).

Notons aussi que le modèle est établi sur la base de la production moyenne d'un seul parcours (PS3) alors qu'il aurait fallu tenir compte du deuxième parcours (PS1).

Par ailleurs, bien que DIOP (13) considère qu'il existe des zones plus ou moins intensément exploitées, le modèle s'appuie sur une utilisation homogène de cet espace, puisque le micro nomadisme défini par BARRAL *et al.* (3) apparaît comme une stratégie pastorale parfaitement cohérente qui permet de tirer intégralement parti des pâturages les plus lointains à l'intérieur des aires d'influence des forages.

Même s'il existe un relatif équilibre, qu'il faudra d'ailleurs préciser par des analyses plus approfondies des effectifs du cheptel et de leurs variations, le déséquilibre est latent en raison notamment de :

- l'aridification du système lié à la sécheresse permanente depuis une vingtaine d'années (16) ;
- la dégradation des stratégies pastorales (3, 4) ;
- la réduction des zones d'accueil.

Dans ces conditions, il serait nécessaire, pour permettre le maintien des capacités de production de l'ensemble des éléments du système, c'est-à-dire pâturages et cheptel, de tenir compte dans les plans d'aménagement de ces aires des productions des fréquences pluviométriques défavorables et d'évaluer annuellement la production fourragère en fin de saison des pluies, à l'aide du modèle.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons notre reconnaissance au personnel du service d'Agrostologie du Laboratoire national d'élevage et de recherches vétérinaires de Dakar-Hann pour son accueil au cours de l'année 1988. Nous remercions également Messieurs J. ALBERGEL et H. DACOSTA du Laboratoire d'hydrologie du Centre ORSTOM de Dakar pour l'aide apportée au traitement des données pluviométriques.

BIBLIOGRAPHIE

1. AKPO (L.E.). Dynamique des systèmes écologiques sahéliens. Structure spécifique, productivité et qualité des herbages : le forage de Wiidu Thiengoli (Nord Sénégal). DEA, Université de Dakar, 1990. 55 p.
 2. AMADOU (L.). Concept de gestion des parcours des peulhs dans le Nord Sénégal. Rapport de mission d'étude. Kelkheim, GTZ, 1992. 61 p. + ann.
 3. BARRAL (H.), BENEFIGE (E.), BOUDET (G.), DENIS (J.P.), DE WISPELAERE (G.), DIAITE (I.), DIAW (O.T.), DIEYE (Kh.), DOUTRE (M.P.), MEYER (J.F.), NOEL (J.), PARENT (G.), PIOT (J.), PLANCHE-NAULT (D.), SANTOIR (C.), VALENTIN (C.), VALENZA (J.), VASSILLADES (G.). Systèmes de production d'élevage au Sénégal dans la région du Ferlo : synthèse de fin d'étude d'une recherche d'équipes pluridisciplinaires. Paris, GERDAT, ORSTOM, 1983. 112 p.
 4. BENOIT (M.). La lisière du Kooya : un espace pastoral et paysages dans le nord du Sénégal (Ferlo). *Espace géogr.*, 1988, 2, : 95-108.
 5. BILLE (J.C.). Etude de la production primaire nette d'un écosystème sahélien. PARIS, ORSTOM, 1977. 82 p. (Travaux et Documents, 65)
 6. BOUDET (G.). Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères, 4e éd. Paris, La Documentation française, 1991. 266 p. (Manuels et Précis d'élevage N° 4)
 7. CORNET (A.). Le bilan hydrique et son rôle dans la production de la strate herbacée de quelques phytocénoses sahéliennes au Sénégal. Thèse Dr. Ing. Montpellier, U.S.T.L., 1981. 353 p.
 8. CORNET (A.), RAMBAL (S.). Simulation de la production de l'eau et de la production végétale d'une phytocénose sahélienne du Sénégal. *Oecol. Plant.*, 1981, 3 (17) : 381-397.
 9. DE VRIES (F.W.T.), DJITEYE (M.A.), Eds. La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Wageningen, CABO, 1982. 525 p.
 10. DEGOULET (A.). Etude des pluies journalières de fréquence rare au Mali, en Mauritanie et au Sénégal. Ouagadougou, CIEH, 1984. 129 p. (Sér. hydrologie)
 11. DIARRA (L.), BREMAN (H.). Influence de la pluviosité sur la production des pâturages. In : Actes du Colloque de Bamako (Mali) "Inventaire et cartographie des pâturages tropicaux africains", 3-8 mars 1975. Addis Abeba, CIPEA. p. 171-174.
 12. DIEYE (Kh.). Evaluation des ressources fourragères naturelles par le bilan hydrique. Cas du Ferlo sénégalais. In : Méthodes d'inventaire et de surveillance continue des écosystèmes pastoraux sahéliens. Application au développement. Actes du colloque tenu à Dakar, 16-18 novembre 1983. Ch. L. VANPRAET Ed. Dakar, 1983. p. 43-86.
 13. DIOP (A.T.). La gestion des parcours de l'aire d'influence de Tatki : relations entre données de végétation, taux d'exploitation et transhumance. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1992, 45 (1) : 81-90.
 14. DUBREUIL (P.). Initiation à l'analyse hydrologique. Paris. Masson, ORSTOM, 1974. 216 p.
- AKPO(L.E.), GROUZIS (M.), GASTON (A.). Rainfall and grazing production of pastoral area of Wiidu Thiengoli (Ferlo, North Senegal). Evaluation of frequency rate of stocking. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 675-681

The authors have studied the rainfall characteristics and the indice of grassland production from the date of a 15 year observation period (1974-1988) around the bore hole of Wiidu Thiengoli. The results show a very large time variability in precipitation and production. A simple model of simulation of the production according to the rainfall level has been developed. The frequency rate of stocking established in relation to this formulation together with the chronological series of the rainfall at Wiidu Thiengoli give evidence of a forage deficiency which depends on the dryness of the season. This inadequacy represents a threat for the nomadic (pastoral) groups using the bore hole, as the natural vegetation is almost the only feeding resource of the herds in this particular production system.

Key-words : Rangelands - Stocking rate - Rain - Grazing - Transhumance - Sahel - Senegal.

15. GROUZIS (M.). Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens : la mare d'Oursi au Burkina Faso. Paris, ORSTOM, 1988. 366 p. (Coll. Etudes et Thèses)
16. GROUZIS (M.), ALBERGEL (J.), CARBONNEL (J.P.). Pénalisation climatique au Burkina Faso : effets sur les ressources en eau et les productions végétales. In : "Les hommes face aux sécheresses, Nordeste brésilien, Sahel africain" HEAL EST-Samuel Tastet Ed., Paris, 1986. p. 165-178..
17. LAMPREY (H.F.), YUSSUF (H.). Pastoralism and desert encroachment in Northern Kenya. *Ambio*, 1981, X : 131-134.
18. LE HOUÉROU (H.N.). Rain use efficiency : a unifying concept in arid-land ecology. *J. arid Env.*, 1984, 7 : 1-35.
19. LE HOUÉROU (H.N.). The grazing land ecosystems of the African Sahel. Paris, Springer Verlag, 1989. 282 p. (Ecological Studies 75)
20. LE HOUÉROU (H.N.), HOSTE (C.H.). Rangeland production and animal rainfall relation in the Mediterranean and in the African sahelo-soudanian zone. *J. Range Mgmt*, 1977, 30 (3) : 181-189.
21. LE HOUÉROU (H.N.), BINGHAM (R.L.), SKERBEK (W.). Relationship between the variability of primary production and of annual precipitation in world arid land. *J. arid Env.*, 1988, 15 : 1-18.
22. LEPRUN (J.C.). Nouvelles observations sur les formations sableuses fixées du Ferlo occidental (Sénégal). *Ass. sénégalaise Etud. Quatenaire Ouest afr.*, Bull. liaison, 1971, 31 : 69-78.
23. LEVANG (P.), GROUZIS (M.). Méthodes d'étude de la biomasse herbacée des formations sahéliennes : applications à la mare d'Oursi, Haute-Volta. *Acta oecologica, Oecol. Plant.*, 1980, 1 (3) : 231-244.
24. MAIGNEN (R.). Notice explicative de la carte des sols du Sénégal. Paris, ORSTOM, 1965. (1 carte à 1/1 000 000).
25. MIEHE-KLUG (S.). Inventaire et suivi (monitoring) de la végétation dans les parcelles à Wiidu Thiengoli (Ferlo, Sénégal). Hamburg, GTZ, 1990.
26. Profil de l'environnement de la vallée du fleuve Sénégal. DGCD/MAE, Euroconsult/RIN, 1990. 68 p.
27. SING (J.S.), LAUENROTH (W.K.), STEINHORST (R.K.). Review and assesment of various technics for estimating net aerial primary production in grasslands from harvest data. *Bot. Rev.*, 1975, 41 (2) : 181-232.
28. TLUCZYKONT (S.), RICHTER (M.), KASBERGER-SANFTL (G.). Le pâturage contrôlé : un système d'exploitation sylvo-pastorale comme modèle pour la sauvegarde des ressources naturelles. Saint-Louis (Sénégal), Mission forestière allemande, 1991. 100 p. + annexes.
29. VALENZA (J.). Surveillance continue des pâturages naturels sénégalais : résultats de 10 années d'observations de 1974 à 1984. Dakar, ISRA/LNERV, 1984. 50 p., tableaux et annexes.
30. VALENZA (J.), DIALLO (A.K.). Etude des pâturages du Nord Sénégal. Maisons-Alfort, IEMVT, Dakar-Hann, LNERV, 1972. 311 p. 1 carte couleur à 1/200 000 en 3 feuilles. (Etude agrostologique n° 34)

AKPO (L.E.), GROUZIS (M.), GASTON (A.). Pluviosidad y productividad de los pastos del área de Wiidu Thiengoli en Ferlo (Norte de Senegal). Estimación de las cargas frecuenciales. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 675-681

A partir de observaciones realizadas durante 15 años (1974-1988) alrededor de la zona de forraje de Wiidu Thiengoli, situada en el norte de Senegal, se estudiaron las características pluviométricas y su influencia sobre la producción de pastos. Los resultados muestran una fuerte variabilidad temporal tanto de las precipitaciones como de la producción. Un modelo simple de simulación de esta producción, fue elaborado en función de la pluviosidad. Si se comparan a las cargas actuales, las cargas frecuenciales establecidas a partir de esta formulación y de la serie cronológica de las lluvias obtenidas en Wiidu Thiengoli, se observa un déficit en la disponibilidad forrajera, más importante durante la estación seca. Este tipo de situación representa una amenaza para los grupos tradicionales de ganaderos que explotan este forraje, ya que la vegetación natural constituye la casi totalidad de la alimentación de los hatos en estos sistemas de producción.

Palabras claves : Tierras de pastos - Densidad de pastores - Lluvia - Pastoreo - Transhumancia - Sahel - Senegal.

J.-P. Digard¹E. Landais²Ph. Lhoste³

La crise des sociétés pastorales. Un regard pluridisciplinaire

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

Cette recherche, fruit d'un échange entre un anthropologue spécialiste des sociétés pastorales et deux zootechniciens autour du thème de l'avenir des peuples pasteurs, a pour ambition de fournir au lecteur un cadre de référence pour l'analyse des manifestations locales de la crise généralisée des sociétés pastorales à travers le monde. Après avoir défini le "fait pastoral" et rappelé les fondements de la classification des différentes formes de pastoralisme, les auteurs réfutent quelques idées reçues : le pastoralisme nomade n'est pas la survivance d'une activité archaïque, mais une forme d'adaptation qui conserve sa pertinence technique ; les formations végétales des parcours exploités sont la plupart du temps anthropiques, et le maintien du pastoralisme est la condition de leur reproduction ; les sociétés pastorales, loin d'être autarciques, reposent au contraire sur une économie ouverte ; la prétendue "indolence" des pasteurs est un mythe qui repose sur une méconnaissance du travail pastoral. Ils dressent ensuite un rapide panorama des caractères communs et des spécificités des sociétés pastorales (la place centrale de l'élevage dans le champ économique, social et culturel ; le caractère guerrier ; les modes de gestion de l'espace et les pratiques pastorales) avant de décrire deux processus qui jouent un rôle majeur dans la crise actuelle : la marginalisation politique, économique, socio-culturelle et foncière des pasteurs ; la dégradation écologique des zones pastorales.

Mots clés : Pastoralisme - Société pastorale - Éleveur - Pâturages - Parcours - Transhumance - Nomadisme - Système agropastoral - Économie de l'élevage - Environnement.

INTRODUCTION

Partout, les sociétés pastorales sont plongées dans une crise dont nul ne peut ignorer la gravité. Cependant, son analyse reste malaisée pour qui manque de recul pour en saisir la généralité, de repères pour en comprendre la signification historique, et de références pour interpréter celles de ses manifestations que sa formation ne l'a pas préparé à évaluer. Car cette crise de société prend des aspects politiques, économiques, démographiques, fonciers et écologiques.

Ce travail est le fruit d'un échange entre un anthropologue spécialiste des sociétés pastorales et deux zootechniciens autour du thème de l'avenir des peuples pasteurs, à l'occasion d'un récent colloque (63). Elle a pour ambition de fournir au lecteur un cadre de référence pour

lui permettre de mieux relier et interpréter les sombres événements dont les médias se font chaque jour l'écho, de la Mauritanie à l'Afghanistan, en passant par le Mali, le Niger, le Tchad, le Soudan, la Somalie, l'Éthiopie, l'Irak, la Turquie et bien d'autres lieux... Il n'est bien sûr pas question de faire le point sur cette crise pastorale, dont l'analyse nécessiterait de beaucoup plus amples développements et ne saurait se satisfaire de propos généraux, tant les situations sont diverses. On se contentera de rappeler un certain nombre de particularités des sociétés pastorales au niveau de l'organisation, du fonctionnement, du mode de mise en valeur de l'espace et du type de relations qui en découle, en tentant de montrer comment ces caractéristiques sont liées entre elles et comment elles contribuent à engendrer un certain nombre de risques, qui jouent un rôle majeur dans le déclenchement local des crises. On s'appuyera pour cela sur un ensemble de références bibliographiques volontairement étoffé et dominé par les sciences humaines, à laquelle le lecteur pourra se reporter. Enfin, compte tenu de l'expérience des auteurs, les exemples et les références seront essentiellement tirés d'Afrique et du Moyen-Orient.

LE PASTORALISME : ÉLÉMENTS DE DÉFINITION

Un soubassement technique

Une "formule technique" commune définit le fait pastoral (BONTE) (15). Elle est mise en oeuvre à travers des modes d'élevage très extensifs vis-à-vis de la terre, fondés sur l'exploitation par des troupeaux d'herbivores domestiques des ressources fourragères spontanées offertes par les parcours naturels, qui sont consommées sur pied. Ceci impose d'importants déplacements des troupeaux - et donc des hommes - à la recherche de pâturages, d'eau et souvent de sel. La mobilité qui en résulte, avec ses multiples modalités, est un trait fondamental des systèmes pastoraux.

Pour les sciences de l'Homme, le pastoralisme est donc un phénomène à trois composantes essentielles :

- un milieu physique ;
- un mode d'élevage qui détermine une forme d'occupation et d'exploitation particulières de ce milieu ;
- une organisation sociale qui en permet l'adaptation permanente aux contraintes externes et assure de ce fait la reproduction du système pastoral.

1. CNRS, 27 rue Paul-Bert, 94204 Ivry sur Seine, France.

2. INRA-SAD, Route de Saint-Cyr, 78026 Versailles cedex, France.

3. CIRAD-EMVT, 2477 Avenue du Val de Montferrand, BP 5035, 34032 Montpellier cedex 01, France.

Reçu le 26.11.1992, accepté le 6.9.1993.

Une fois n'est pas coutume, ce point de vue est parfaitement compatible avec celui des chercheurs techniciens, qui développent à propos des systèmes pastoraux des modèles à trois "pôles" (39) : l'homme (berger, groupe familial, société pastorale) ; l'animal (troupeau, population, peuplement) ; le territoire (milieu, ressources fourragères). L'outil central de la "formule technique" du pastoralisme est constitué, selon BONTE (15) de l'ensemble des méthodes utilisées par les pasteurs pour organiser leurs animaux en troupeaux, ce que les zootechniciens désignent sous le terme de pratiques d'agrégation ou d'allotement (36).

Caractères discriminants et éléments de classification

Le souci de classer les différentes formes de pastoralisme semble beaucoup plus présent pour les chercheurs en sciences humaines que pour les chercheurs vétérinaires et zootechniciens, qui se bornent à reprendre les critères proposés par les premiers. Dans bien des cas, cependant, aucune distinction n'est faite, et tous les mouvements pastoraux saisonniers, pour peu qu'ils présentent une certaine régularité, sont indistinctement qualifiés de "transhumance". Mais les critères retenus dépendent du point de vue adopté.

Les géographes, dont l'intérêt s'est focalisé, parfois à l'excès, sur la caractérisation de la mobilité pastorale par son inscription spatiale, ont produit des classifications souvent un peu formelles, qui privilégient des critères liés à l'habitat et aux caractéristiques des mouvements effectués (42, 50 ; pour une synthèse plus récente : 22). Sont généralement considérés comme "nomades" les groupes qui ne possèdent pas d'établissement fixe et dont tous les membres se déplacent avec les troupeaux, comme "transhumants" ceux dont seulement une partie des membres se déplace, les autres demeurant en un lieu d'habitat fixe qui constitue l'un des pôles des mouvements périodiques des troupeaux, comme "sédentaires" enfin ceux qui ne se déplacent pas hors les périodes éventuelles de migration. La prise en compte du rayon d'action des déplacements, de leur périodicité, de leur régularité, de leur nombre de pôles, permet de distinguer diverses formes intermédiaires et de raffiner la classification en semi-nomadisme (entre plusieurs résidences), semi-sédentarité (durant une partie de l'année), nomadisme vertical, entre des étages altitudinaux différents, nomadisme apériodique, etc.

L'adoption d'un point de vue économique conduit à privilégier des critères liés aux activités productives et à la formation des revenus. Est ainsi qualifié de "pastoral" un système dans lequel au moins 50 p. 100 du revenu brut des unités domestiques (production commercialisée et valeur estimée de la part de la production auto-consommée) provient de l'élevage ou d'activités liées à l'élevage, et d'"agro-pastoral" un système dans lequel au moins 50 p. 100 du revenu brut provient d'activités liées à l'agriculture (production végétale) et au moins 10 p. 100 de l'élevage (60). Un critère alternatif peut être tiré de la part des calories alimentaires provenant directement de l'élevage ou d'activités connexes (61).

Les ethnologues accordent beaucoup d'importance aux critères liés à l'organisation sociale (par exemple les types de segmentation des groupes lignagers, les modèles résidentiels, la division sociale et familiale du travail, le degré de stratification sociale). A leurs yeux, l'identification d'un type de déplacement ne permet pas de conclure à la présence d'un type particulier d'organisation sociale. Cependant, la coupure principale est entre le pastoralisme nomade et le reste, le nomadisme entraînant, du fait notamment des modèles résidentiels spécifiques dont il s'accompagne, des formes d'organisation sociale particulières et convergentes (22).

A une échelle un peu différente, BONTE *et al.* (16) ont proposé (voir encadré) une classification privilégiant les "faciès culturels" découlant des caractéristiques du milieu et de l'espèce animale élevée (voir aussi la classification de A. LEROI-GOURHAN, présentée par DIGARD (25 : p. 222-223)).

ÉLÉMENTS DE CLASSIFICATION DES SOCIÉTÉS PASTORALES

Les sociétés pastorales sont nombreuses, occupant (seules ou à côté d'autres sociétés) une part énorme de la planète, et constituent ou se rattachent à des ensembles humains en apparence forts différents les uns des autres. Très sommairement, cinq grands "faciès" peuvent être distingués :

1. Les civilisations du renne, réparties sur une partie de la Sibérie et l'extrême nord de l'Europe (Choukchi, Koryak, Yakout, Toungounz, Samoyèdes, Lapons, etc.).

2. Les civilisations des steppes, reposant sur l'élevage du cheval et du chameau de Bactriane. Leur diffusion s'est étendue à toute la zone eurasiennne médiane, de la Hongrie à la Chine.

3. Les civilisations bédouines, qui occupent les zones arides et semi-arides du Moyen-Orient et de l'Afrique saharienne (bédouins arabes d'Orient et d'Afrique, Maures, Touaregs, Toubous, Somalis). Caractérisée par la domestication du dromadaire, leur relative homogénéité culturelle a été renforcée par le poids unificateur de l'islam.

4. Les sociétés pastorales montagnardes, localisées surtout autour du bassin méditerranéen lato sensu, en Afrique du Nord (Berbères), au Moyen-Orient (Kurdes, Pathans et autres Iraniens, Turcs) et en Europe du Sud (Saracatsans). Elles sont dominées ici par l'élevage ovin. Ailleurs, le yak au Tibet, le lama dans les Andes ont aussi favorisé des adaptations originales.

5. Les sociétés pastorales africaines, qui occupent une bande continue de l'Atlantique à l'Océan Indien (Peuls, Nilotiques, Gallas, etc.) se prolongeant dans la zone interlacustre et en Afrique du Sud (Botswana, Hot-tentots). Elles sont organisées autour de l'élevage du boeuf, parfois associé aux moutons et aux chèvres, mais sans animaux de transport.

(Extrait de BONTE *et al.* (16) après autorisation).

Concrètement, il est possible de rechercher une combinaison de critères adaptée à chaque problématique. BONFIGLIOLI, anthropologue et africaniste, écrit ainsi, dans une étude réalisée au Tchad pour le compte de la Banque mondiale (14) : "Nous ne retenons pas du tout une classification fondée sur la distinction entre éleveurs "nomades", "transhumants", etc. En effet, d'un point de vue socio-économique, ni le mouvement, ni les modèles résidentiels ni l'habitat ne constituent, malgré leur importance, des éléments déterminants. Par contre, beaucoup plus importants sont tous les facteurs relatifs à la dépendance économique du bétail et des produits de la terre, à l'ancienneté voire à la durée historique de la pratique agricole, au type d'agriculture associée à l'élevage (culture pluviale, irriguée ou de décrue), aux spécificités du savoir technologique et aux caractéristiques générales de l'environnement physique. Bref, plus que sur des repères géographiques et résidentiels, nous nous appuyons sur des critères économiques et historiques pour identifier les formes concrètes de l'agro-pastoralisme".

En toute hypothèse, il convient d'insister sur la fluidité des limites entre les formes de pastoralisme ainsi distinguées : certains systèmes transhumants ont beaucoup de points communs avec des systèmes nomades, ces formes peuvent être associées, des groupes passent de l'une à l'autre...

A PROPOS DE QUELQUES IDÉES REÇUES

Le pastoralisme nomade n'est pas la survivance d'une activité archaïque

Le pastoralisme nomade n'est pas un stade primitif de l'évolution de nos sociétés qui, selon un schéma vulgarisé par les évolutionnistes du XIXe siècle, succéderait au stade des chasseurs-cueilleurs et précéderait une inéluctable sédentarisation agricole. Il y eut effectivement, dans certains cas, continuité entre les stades initiaux de la domestication et la spécialisation pastorale, ce qui autorise par exemple à parler, à propos du bassin méditerranéen et de l'Afrique saharienne, d'un "néolithique pastoral". Cependant, la situation la plus générale correspond au développement progressif de l'élevage dans un contexte agricole puis agro-pastoral (16). La spécialisation pastorale est consécutive, dans ce processus, à l'évolution génétique des animaux, qui s'adaptent à l'élevage en troupeaux (28), et à la croissance démographique des populations domestiques. Cette croissance est favorisée par les éleveurs dans la mesure où, au-delà de la valeur d'usage de leurs productions, les animaux ont une valeur d'échange très importante. Ils représentent en effet, bien souvent, la seule forme d'accumulation disponible et se trouvent de ce fait profondément impliqués dans les stratégies sécuritaires et dans les échanges sociaux. Le développement de la mobilité pastorale, qui permet de valoriser des espaces écologiquement contrastés et complémentaires (étages altitudinaux

par exemple) accompagne cette spécialisation, dont le pastoralisme nomade représente la forme ultime. Paradoxalement, celui-ci apparaît en général comme réponse et forme d'adaptation d'un système agro-pastoral sédentaire confronté à une densification du peuplement et à une crise liée à la saturation des terres agricoles.

Contre le mythe d'un Orient lointain où le monde était irrémédiablement partagé entre nomades et sédentaires (7), c'est donc d'une très ancienne dialectique entre mobilisation et sédentarisation qu'il convient de parler.

Aux yeux du zootechnicien, en dehors des rares zones où des ressources fourragères sont disponibles sur place en toute saison, il n'existe qu'une alternative à la mobilité pastorale : la constitution de réserves fourragères. Les techniques correspondantes ne débouchent sur des gains significatifs en termes de productivité du travail que dans certaines conditions, liées en particulier au milieu. Ces conditions ne sont pas toujours remplies, et la mobilité pastorale reste aujourd'hui encore l'unique formule pour exploiter les parcours des zones arides ou froides, où la période de végétation est réduite à quelques mois dans l'année. Cette mobilité et ses modalités concrètes, ne peuvent donc être interprétées, sur le plan technique, que par référence à la disponibilité et à l'accessibilité saisonnières des ressources pastorales, pâturages et points d'eau compris.

Des pâturages moins "naturels" qu'il n'y paraît

L'exploitation pastorale (prélèvements sélectifs, piétinement, restitutions animales, dissémination de diaspores, mise à feu) modifie profondément les écosystèmes pâturés, une partie des modifications induites étant très consciemment recherchées par les pasteurs qui "façonnent" ainsi les milieux qu'ils exploitent (17). L'évolution anthropique de ces écosystèmes pâturés n'est cependant que partiellement maîtrisée, et conduit à des formes évolutives très diverses, correspondant parfois à d'évidentes dégradations écologiques (1). Pour les sciences de l'Homme, les sociétés pastorales produisent littéralement les ressources qu'elles consomment (16). L'ensemble des connaissances et des opérations techniques que les pasteurs mettent en jeu rend insoutenable l'opposition classique entre d'une part l'élevage pastoral et la cueillette, formes d'utilisation du milieu "naturelles", passives voire prédatrices, et d'autre part l'agriculture, usage culturel et productif de ce même milieu (2).

Des économies ouvertes

Contrairement à un mythe peut-être plus tenace encore, les sociétés pastorales ne sont en aucun cas autarciques (24) ; tout au plus, les circonstances peuvent parfois les conduire à se replier momentanément sur elles-mêmes (7). Leur spécialisation productive les rend au contraire

très dépendantes des échanges qu'elles développent avec d'autres groupes humains et principalement avec les agriculteurs sédentaires (échange de produits de l'élevage - essentiellement des animaux sur pied - contre des condiments et des aliments glucidiques : céréales, dattes, tubercules...). La mobilité des pasteurs répond en partie à ce besoin d'échanges. De nombreux groupes pastoraux, disposant d'animaux de transport, ont même développé des activités commerciales spécialisées.

Dans le même ordre d'idées, la "rétention" supposée du bétail par les pasteurs (33 : p. 51-53) est contredite par les faits d'observation (analyse de la productivité du cheptel et des régimes démographiques des populations animales domestiques) comme par l'examen attentif des données historiques : les pasteurs ont commercialisé leurs animaux depuis toujours (31).

Des pasteurs prétendument indolents

L'élevage pastoral n'est pas une activité "contemplative", caractérisée par un faible investissement en travail. Ce jugement erroné a une double origine :

- une méconnaissance des techniques pastorales proprement dites : la conduite du troupeau au pâturage, par exemple, est d'autant plus efficace que les interventions du pasteur pour orienter le comportement des animaux sont plus rares et plus discrètes. Tout réside dans la relation établie entre l'homme et le troupeau, dans la vigilance et dans la finesse des observations : "le bon berger, on a l'impression qu'il ne fait rien" (35, 34 : p. 30). Il faut également évoquer le travail de protection et de sauvegarde qui fait partie des tâches permanentes : protection contre les maladies, contre les fauves, contre les voleurs de bétail, contre les rivaux, lorsque les négociations n'ont pas abouti... Ce n'est pas par hasard que les pasteurs, souvent isolés, sont aussi généralement armés. Le fonçage et l'entretien des puits, l'exhaure, tâches particulièrement dures, sans cesse répétées, ne doivent pas non plus être oubliées ;

- une sous-estimation du "travail social" requis par l'activité pastorale (23 : p. 46). Ce travail recouvre deux catégories principales de tâches :

- . le recueil et la vérification de l'information concernant l'état des pâturages et des points d'eau, les précipitations, la situation sanitaire, la situation politique, les contraintes administratives, la sécurité des hommes, les vols de bétail, etc. En relation avec l'importance de l'information dans le travail pastoral, de nombreux auteurs ont relevé la richesse et la précision remarquables du vocabulaire technique des peuples pasteurs : les différentes catégories d'animaux, leur morphologie, leur robe, leurs comportements, leurs productions, leurs maladies, leurs apparentements, la flore (avec ses qualités alimentaires ou médicinales), les pâturages, les points d'eau, toutes les particularités du milieu physique, le climat, les pratiques d'élevage, etc. ;

- . la conduite des négociations qui permettront de conclure et de sceller les alliances nécessaires pour accéder à l'information évoquée ci-dessus, pour ouvrir les routes et accéder aux parcours, aux résidus de récolte (par exemple dans le cadre des "contrats de fumure" conclus en Afrique entre pasteurs transhumants et agriculteurs sédentaires), à l'eau, aux marchés..

Ces "palabres inutiles", selon l'expression consacrée par l'usage colonial, représentent en fait, et contre toute apparence, des activités éminemment productives, proprement vitales pour des groupes en déplacement fréquent, économiquement très dépendants de leurs échanges.

Diverses études ont montré que la productivité du travail pastoral est élevée (19), mais il est à noter qu'elles ne prennent en compte que les opérations techniques proprement dites. Leurs conclusions méritent donc d'être nuancées, dans la mesure où elles négligent ce travail social.

CARACTÈRES COMMUNS ET SPÉCIFICITÉS DES SOCIÉTÉS PASTORALES

L'élevage : un "fait social total"

Dans les sociétés pastorales, l'animal domestique et l'activité d'élevage, très fortement et quasi exclusivement valorisée, investissent la totalité du champ économique, social et culturel. Cette valorisation exclusive a constamment frappé les observateurs et donné lieu à de très nombreux commentaires, à commencer par les célèbres développements de HERSKOVITS (29) sur le "cattle complex" des pasteurs d'Afrique de l'Est et ceux de RICHARD-MOLARD (54) sur la "boomanie" des Peuls de Guinée.

La propriété et la gestion d'un troupeau, avec tout le système de droits et d'obligations réciproques qui en découle, traduisent les liens de parenté et de voisinage. A l'inverse, toutes les solidarités, les alliances, les relations d'amitié et à plus forte raison les liens de parenté s'expriment nécessairement à travers des échanges d'animaux ou des relations de copropriété (14). La circulation sociale du bétail, seule valeur stable dont le transfert soit susceptible de cimenter les relations sociales, accompagne et matérialise l'évolution de ces relations. Le cheptel est directement impliqué dans tout processus de production ou de transmission de richesse. Le parallélisme entre constitution et développement de la famille d'une part, du troupeau d'autre part, a été souligné à maintes reprises (12, 16, 43, 44).

La mobilité des pasteurs fait que l'intérêt de posséder des biens est contrebalancé par l'obligation de les transporter. En dehors des animaux, "toute richesse leur est fardeau" : propriété et mobilité sont en contradiction. Cette remarque de SAHLINS (57) s'applique tout particulièrement à la propriété foncière et l'on y reviendra.

Les sociétés pastorales sont pour la plupart des sociétés segmentaires, où la répartition des individus entre les différentes unités domestiques est régie par un principe de filiation unilinéaire, un type de mariage préférentiel et une règle de résidence. Ainsi, dans la plupart des cas, la filiation patrilinéaire s'accompagne d'une résidence patrilocale et d'une union avec la cousine parallèle patrilatérale. Ceci conduit à une fission des lignages en segments et de proche en proche à une structure d'éléments emboîtés, de l'unité la plus large (la tribu) aux plus petites (les familles nucléaires), en passant par les lignages et les clans (14). Parfois atomisées, ces sociétés sont dotées à l'échelle supérieure d'institutions politiques plus ou moins centralisées et hiérarchisées mais ne disposant souvent que de pouvoirs limités. A l'extrême, il s'agit de sociétés "émiettées et acéphales" (4). Leur fonctionnement, fondé sur l'opposition équilibrée d'unités structurellement équivalentes, s'opposerait, selon de nombreux travaux anthropologiques, à l'émergence de chefferies aux pouvoirs étendus (24 : p. 99). Cette structure sociale labile est faite pour disperser, ce qui est aussi bien le moyen d'optimiser l'exploitation du milieu que de minimiser les risques, y compris politiques. Ainsi se constituent chez les Peuls d'Afrique de l'Ouest les groupes migratoires qui se font et se défont au gré de l'occupation de l'espace pastoral (26).

Enfin, des normes sociales de comportement, parfois extrêmement précises et rigides, contribuent à maintenir la cohésion des groupes en dépit de la labilité de la structure socio-politique (11).

La gestion de l'espace pastoral

La gestion collective des ressources pastorales s'oppose de manière caractéristique à la gestion domestique des troupeaux. Il est d'intérêt public d'assurer l'accès aux ressources pastorales. Vu l'hétérogénéité de leur répartition dans l'espace et dans le temps, ceci a pour corollaire une appropriation collective et une gestion souple et sans exclusive, favorisant à la fois les alliances et l'atomisation-dispersion des groupes (16).

Si rien ne s'oppose à l'appropriation privée du bétail, la propriété individuelle de la terre, en revanche, entre en contradiction avec la logique des systèmes pastoraux (57). La terre ne peut pas se déplacer ni se reproduire comme le bétail. De ce fait, elle n'est pas susceptible d'une mobilité et donc d'une utilité sociale comparable à celle du bétail. En outre, la disponibilité de la terre est, par hypothèse pourrait-on dire, non limitante. Lorsque tel n'est plus le cas, lorsque la terre se fait rare, ce qui est

actuellement une situation de plus en plus courante, les pasteurs sont contraints, pour faire face à cette pénurie, de définir plus strictement les conditions d'accès aux ressources et de tenter de se faire reconnaître des droits territoriaux. Bref, d'entrer dans une logique de contrôle foncier. Mais ces stratégies foncières modifient rapidement les institutions sociales et affaiblissent les solidarités collectives (14 : p. 52). Elles placent ces sociétés dans des situations très difficiles, où les anciens rapports de domination s'inversent, au profit des groupes sédentaires.

Le caractère guerrier

Ce trait quasi général est lié à la fois à :

- l'exaltation du lignage qui accompagne la segmentation de l'organisation sociale, responsable de l'existence de multiples petites unités mobiles, nouant en permanence des alliances à divers niveaux, en fonction des circonstances. Une cohésion dissuasive peut néanmoins toujours être reconstituée en cas de conflit, selon le célèbre proverbe bédouin : "Moi contre mon frère ; moi et mon frère contre notre cousin ; moi, mon frère et notre cousin contre l'étranger". On a dit que le principe même du fonctionnement des sociétés segmentaires repose sur un jeu constant d'oppositions multiples d'unités de même rang. Mais cela peut aller plus loin : on peut voir dans certaines sociétés nomades de véritables clans, où la vendetta représente un mode permanent de relations sociales, de telle sorte que la crainte des agressions l'emporte sur les autres motivations dans les rapports entre les groupes. La vendetta constitue dans ce cas un état constant, qui ne peut, contrairement à la guerre, connaître de fin (10, 27) ;

- la tendance quasi structurelle des sociétés pastorales à l'expansion (16). Elle résulte de la conjonction de caractéristiques biologiques, telles que leur propre vigueur démographique - aujourd'hui remise en cause dans nombre de cas, suite à l'évolution des conditions de vie -, le potentiel de croissance démographique de leur cheptel et le poids des contraintes écologiques (19, 52), et de propriétés socio-structurelles, telles que la prolifération des lignages dans les systèmes segmentaires (47, 56) ;

- la dépendance constante vis-à-vis d'autres groupes, susceptibles d'interdire l'accès à des lieux vitaux, de suspendre les échanges, de voler du bétail, d'interdire un point d'eau ...;

- la mobilité, qui joue un rôle décisif dans l'attaque comme dans la défense. La rapidité de mouvement liée à l'usage de montures est rendue plus efficace encore par la connaissance du milieu et la capacité à se disperser propre aux pasteurs, qui n'ont pas leur pareil pour s'évanouir dans la nature.

Beaucoup de peuples pasteurs ont historiquement disposé (ou disposent encore), du fait de cette valence guer-

J.-P. Digard E.Landais Ph. Lhoste

rière, des instruments de la domination, ce qui leur a permis de conquérir et d'exercer le pouvoir, et de diversifier à cette occasion leur insertion sociale : contrôle du commerce, de l'administration, intelligentsia. A cette occasion, ils ont parfois transmis aux populations qu'ils dominaient leur langue, leur modèle culturel, leur religion. La fulbéisation (ou fulanisation, selon un anglicisme répandu) du Nord-Cameroun en est un excellent exemple. En relation avec leur mobilité et leur caractère guerrier, les peuples pasteurs ont souvent joué un rôle éminent dans la diffusion des religions, ou des confréries musulmanes, du moins en Afrique et au Moyen-Orient.

Pratiques pastorales

Vis-à-vis des animaux, une mentalité et un comportement de symbiote plutôt que de prédateur

D'une manière générale, les pasteurs exploitent les productions animales renouvelables, lait, laine, poil et vendent des animaux vivants. Leur régime alimentaire est à base de produits laitiers et non de viande. L'abattage n'est pas banalisé : on ne sacrifie pas des animaux sains en dehors d'occasions sociales ou religieuses bien définies.

L'exploitation de la force de travail des animaux, autre type de production renouvelable, est une constante dans les sociétés pastorales. L'élevage des animaux de transport (bât et selle) a d'ailleurs joué un grand rôle dans la constitution de certaines d'entre elles, les sociétés pastorales turco-mongoles et bédouines notamment, en leur conférant une position privilégiée dans les échanges commerciaux et culturels, et en contribuant à leur relative supériorité militaire (16).

Le sel

Le sel, son extraction, son commerce, sa mise à disposition des animaux (cure salée), son rôle dans la conduite des troupeaux, les vertus qui lui sont prêtées, tiennent partout une grande place dans les activités, les déplacements, les échanges et l'imaginaire des pasteurs (6, 8). A ce titre, le sel mérite d'être considéré comme une ressource pastorale à part entière, même s'il n'occupe pas une place aussi importante dans l'univers des zootechniciens.

Le vol de bétail

La valorisation socio-culturelle du vol de bétail est une autre constante de la culture pastorale. Certains auteurs lui attribuent même une véritable fonction sociale : redistribution, dispersion du cheptel et répartition du risque (59). Le vol est assimilé, côté pile, à un acte de bravoure, souvent chargé d'une signification initiatique (3) ; côté

face, il représente un risque constant, une source non négligeable de pertes économiques, et peut devenir un véritable fléau dans certaines circonstances (20), en particulier lorsqu'il donne lieu à un brigandage organisé à grande échelle.

Le feu pastoral

L'usage du feu est attesté chez diverses sociétés de chasseurs (46), notamment chez les plus spécialisés d'entre eux, tels que les Indiens d'Amérique du Nord, chasseurs de bisons. Il est très développé chez de nombreuses sociétés pastorales, notamment chez tous les pasteurs africains, les Mongols, etc. Par ses effets sur le milieu (17, 18, 30, 64), le feu joue un rôle de premier plan dans l'anthropisation des formations naturelles et l'affirmation de leur vocation.

Le chien de protection

Le chien est un acteur courant de la vie pastorale. Il ne s'agit point ici, cependant, du chien de berger, mais du "chien de protection". Le chien de berger, auxiliaire de la conduite des troupeaux, généralement de plus petit format, est inconnu dans les sociétés pastorales traditionnelles. Innovation européenne récente, il n'a vu le jour, selon de PLANHOL, qu'au XVII^e ou XVIII^e siècle, en Scandinavie ou en Islande, d'où il a gagné les îles britanniques puis le continent européen (49). De grande taille, le chien de protection remplit pour sa part un rôle d'alerte et de défense des campements et des animaux contre les voleurs et les prédateurs. Le Chien de montagne des Pyrénées, qui protégeait des ours, ou le Mâtin des Abruzzes, qui tient les loups à l'écart, en sont deux exemples européens. Si cruciale soit sa fonction, son statut social et familial reste toujours très inférieur à celui du bétail ; souvent méprisé, mal traité, il se nourrit des déchets de la famille, et chasse occasionnellement pour son propre compte.

Les techniques non pastorales. L'artisanat

Chez les pasteurs nomades, et dans une moindre mesure chez tous les groupes plus ou moins mobiles, la culture matérielle est dominée par un impératif : tout le mobilier doit être pliable et portable, donc incassable et léger (21).

L'artisanat textile est fréquemment le seul qui soit développé chez les pasteurs nomades : la laine et le poil de diverses espèces animales (ovins, caprins, camélidés, yack...) sont utilisés pour la confection de vêtements, de tapis, de tentes. La fabrication des harnais, des sresses (en cuir ou en peau), des lanières (tissées en laine ou en poil), des cordes (parfois à base de fibres végétales), qui remplissent de multiples usages, est également assurée par les pasteurs eux-mêmes, dans la plupart des cas, à partir de leur production ou de leur cueillette.

D'autres produits sont nécessaires à leur activité quotidienne, tels que le bois et le cuir pour les récipients destinés à contenir les produits laitiers, les outres, les barattes, les sacs indispensables lors des déplacements, le fer pour les couteaux et les armes, etc. Les pasteurs font appel pour leur fabrication au travail d'artisans, éventuellement castés, forgerons, tanneurs et autres boisseurs, qui sont économiquement, socialement et culturellement associés aux sociétés pastorales. Une tradition peule relevée au Ferlo (Sénégal) rapporte ainsi la légende de l'origine commune des Fulbé, des Lawbé (artisans du bois) et des Bambaabé (griots généalogistes), dont les ancêtres fondateurs auraient été des frères utérins (62). Dans le cas du pastoralisme nomade, ces groupes associés sont qualifiés de "nomades de service" (24).

LA CRISE ET SES COMPOSANTES

La marginalisation des pasteurs

Depuis la colonisation, les sociétés pastorales ont été intégrées à des Etats pluri-ethniques où leur rôle est rarement dominant, à l'exception de la Mauritanie, de la Somalie et de la Mongolie. Elles y sont pour la plupart confrontées à des difficultés politiques, souvent résultant de conflits hérités d'un passé guerrier (24). Notons aussi l'hostilité des pouvoirs politiques et des administrations, qui éprouvent des difficultés à contrôler ces populations belliqueuses et insaisissables, promptes à échapper aux contraintes administratives, qu'elles soient fiscales, douanières, sanitaires... Cette situation crée un processus de marginalisation qui, à défaut d'autre mode de domination est le principe le plus caractéristique et la pratique la plus courante de l'assimilation économique et politique des pasteurs nomades dans la société globale (Ahrweiler, 1975 ; Cassin, 1975 ; Digard, 1975, cités par DIGARD (24)). Ce phénomène revêt diverses dimensions.

Marginalisation économique

Dans la plupart des cas, les groupes pastoraux ne sont pas parvenus à accéder collectivement au statut de producteurs de masse dans une économie de marché. La progressive marginalisation qui en découle est accélérée par la concurrence locale croissante des élevages sédentaires en voie d'intensification et par les très fortes distorsions de concurrence qui résultent de l'ouverture des marchés internationaux, qu'il s'agisse de viande, de peaux ou de produits laitiers. Par ailleurs, la production et l'exploitation d'animaux de transport ne conservent plus qu'un intérêt local, et sont partout en déclin. De multiples indices laissent penser que l'évolution des termes de l'échange entre céréales et produits de l'élevage pastoral au cours des cinquante dernières années a été globalement défavorable, voire très défavorable pour les éleveurs, dans la plupart des situations étudiées.

Marginalisation socio-culturelle

Les populations pastorales sont défavorisées sous l'angle de l'accès aux services publics : enseignement, santé, etc., dont l'organisation est rarement pensée pour elles. Au-delà des aspects politiques, force est de reconnaître que l'organisation des services publics soulève de difficiles problèmes en milieu pastoral, en raison de la mobilité des populations et des faibles densités de peuplement.

Marginalisation foncière

Les administrations coloniales, largement influencées par les thèses évolutionnistes en vigueur à l'époque, ont quasi unanimement jugé le pastoralisme comme un mode de vie révolu, et considéré les terres des zones pastorales comme vacantes et sans maîtres. Elles ont de ce simple fait engagé un processus de marginalisation à l'encontre des sociétés concernées. Les pouvoirs nationaux issus de cette période n'ont en général pas voulu, ou pas su reconnaître aux pasteurs des droits fonciers spécifiques : en légalisant le libre accès à la terre et aux ressources pastorales, ils ont établi les conditions d'une inexorable spoliation du domaine pastoral (41). La densification généralisée de l'occupation de l'espace rural, consécutive à la croissance démographique et à l'augmentation de la productivité du travail agricole a fait le reste, en entraînant une concurrence croissante avec l'agriculture. Il en résulte de multiples empiètements sur le domaine pastoral, dont l'effet vient s'ajouter à l'impact des aménagements. Les aménagements hydro-agricoles sont particulièrement redoutables pour les pasteurs, qu'ils privent de l'accès à des ressources pastorales stratégiques : pâturages de saison sèche et points d'eau (58, 62). Amputés, les parcours traditionnels sont également morcelés, ce qui rend de plus en plus problématique la circulation des troupeaux et l'accès à certaines zones pastorales. La reconnaissance de droits fonciers aux pasteurs, à laquelle divers Etats semblent actuellement se rallier de plus ou moins bon gré, se heurte à de nombreuses difficultés, et peut s'avérer un remède pire que le mal, si la définition de ces droits entre en contradiction avec leur organisation sociale et leurs pratiques coutumières (38).

La dégradation écologique des zones pastorales

Depuis longtemps les pasteurs sont dénoncés comme destructeurs de l'environnement. Mais alors que ces critiques émanaient d'administrations ou de milieux socio-culturels majoritairement hostiles, depuis quelques décennies ce sont des rangs des meilleurs connaisseurs des sociétés pastorales et des pasteurs eux-mêmes que montent les cris d'alarme.

La conjonction de la croissance des troupeaux et de l'effritement progressif de l'espace pastoral fait croître rapidement la pression exercée sur l'environnement. Le surpâturage menace lorsqu'il n'a pas encore commencé - ou achevé - ses méfaits (17). Les épisodes de sécheresse qui ont marqué les dernières décennies ont aggravé et parfois tragiquement révélé la gravité du problème écologique auquel doivent faire face de nombreuses sociétés pastorales.

Les processus en cours mettent en évidence l'inadaptation croissante des stratégies sécuritaires traditionnelles, fondées sur la capitalisation du cheptel, la mobilité et l'existence aujourd'hui révolue d'"espaces de sécurité" (5). Les sociétés pastorales ne disposent plus, dans bien des cas, d'un contrôle suffisant sur le milieu pour pouvoir adapter leur mode d'occupation et d'exploitation à son évolution écologique.

La sédentarisation, solution définitive du problème pastoral ?

Confrontés à des crises économiques, politiques ou écologiques, les sociétés pastorales y ont souvent répondu en renonçant temporairement à leur spécialisation productive, à leur mode de vie, à leur mobilité. L'histoire des peuples pasteurs est celle d'une dialectique permanente entre des logiques d'expansion, de pastoralisation et de spécialisation d'une part, de récession, de sédentarisation et de diversification d'autre part.

Ainsi certaines formes de sédentarisation, qui concernent les nomades appauvris, ayant perdu leur cheptel, ne constituent pas le stade ultime d'une évolution régressive irréversible du nomadisme, mais une forme transitoire d'adaptation et une condition de sa survie (24, 53). Des périodes de crise économique et politique peuvent donner lieu, en retour, à la conversion massive de populations villageoises au nomadisme : les "bédouinisations" médiévales du monde turco-iranien en fournissent l'exemple le plus frappant (48). Bien entendu, ces considérations historiques ne permettent nullement d'inférer l'issue de la crise généralisée actuelle du pastoralisme nomade...

Dans l'esprit de bien des responsables politiques, la sédentarisation est cependant une voie sans retour, une "solution" définitive. Comme l'écrit REBOUL (51), le postulat de la supériorité sociale de la sédentarité sur le nomadisme est partout affirmé et reconnu non comme hypothèse sociale, mais comme évidence. Considérée comme la panacée, véritable leitmotiv des politiques pastorales depuis des lustres, la sédentarisation reste le maître mot que les pouvoirs sédentaires opposent au fait pastoral. Or, qu'il trouve son origine chez les nomades ou chez les sédentaires, l'Etat est toujours appelé à devenir, tôt ou tard, sédentaire et citadin (24). Le recul historique permet pourtant aujourd'hui de conclure que ce prétendu

remède entraîne généralement plus de maux qu'il n'en guérit...

CONCLUSION : RISQUES ET AVENIR DES SOCIÉTÉS PASTORALES

En relation avec leurs spécificités, les systèmes pastoraux sont donc exposés à des risques de nature particulière dont l'évolution et la hiérarchie sur l'échelle de la gravité ont été marquées au cours de l'histoire récente par les changements suivants :

- l'allègement progressif, dans les cinquante dernières années, d'une contrainte ancienne et longtemps tenue pour inéluctable : le risque sanitaire lié aux grandes épidémies, et avant tout à la peste bovine. L'apparition de la prophylaxie, en rompant cette fatalité, a permis l'expression du potentiel de croissance des troupeaux, et a été sans aucun doute, à l'échelle mondiale, le premier facteur d'une expansion démographique sans précédent du cheptel pastoral ;

- la résurgence dans le monde post-colonial du risque politique en tant qu'événement majeur, pouvant inclure l'état de guerre ;

- le renforcement continu du risque d'une asphyxie foncière croissante, en liaison avec la marginalisation politique, économique et sociale des pasteurs ;

- la montée du risque écologique qui en résulte : de conjoncturel, l'aléa climatique, dont les conséquences étaient jadis techniquement limitées et socialement gérables, se fait risque structurel en raison de la pression sur le milieu et de la disparition des espaces de sécurité. L'accélération de la dégradation des parcours et la diminution concomitante de la productivité des troupeaux en sont les conséquences, le déroulement de ce processus étant entrecoupé de crises aiguës qui viennent "réajuster" la charge des parcours en décimant les troupeaux et parfois les hommes.

La boucle est ainsi refermée. Alors sont réunis les éléments du sombre scénario qui fait tant s'interroger sur l'avenir des sociétés pastorales.

BIBLIOGRAPHIE

1. AUDRU (J.), BOUDET (G.), CESAR (J.), DULIEU (D.), GASTON (A.), MANDRET (G.), MERLIN (P.), RIPPSTEIN (G.), ROBERGE (G.), TOUTAIN (B.). Terroirs pastoraux et agro-pastoraux en zone tropicale. Gestion, aménagements et intensification fourragère. Maisons-Alfort, IEMVT, 1987. 418 p. (Etudes et Synthèses de l'IEMVT n° 24)

2. BARANGER (D.) *et al.* L'obscur insertion d'André L. In : LANDAIS (E.) Ed. André L. Contrepoint. Versailles, INRA, 1991. p. 11-20 (Document de travail URSA Versailles-Dijon-Mirecourt)

3. BAROIN (C.). Anarchie et cohésion sociale chez les Toubous. Les Daza Késerda (Niger). Paris, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme / Cambridge University Press, 1985.

4. BAZIN (M.). Le nomadisme Yörük aujourd'hui : les Sarikeçili du Taurus central. *Prod. past. Soc.*, 1987, **20** : 11-29.
5. BENOIT (M.). Nature Peul du Yatenga. Remarques sur le pastoralisme en pays mossi. Paris, ORSTOM, 1982. 176 p. (Travaux et documents n° 143)
6. BERNUS (E.). Le sel du désert. *Atlas Air France*, 1973, **88** : 44-67.
7. BERNUS (E.). En guise de conclusion : les pasteurs nomades africains, du mythe éternel aux réalités présentes. ORSTOM, *Cah. Sci. hum.*, 1990, **26** (1-2) : 267-280.
8. BERNUS (E.), BERNUS (S.). Du sel et des dattes. Introduction à l'étude de la communauté d'In Gall et de Tegidda-n-tesemt. Niamey, CNRSH, 1972. 125 p. (Etudes nigériennes n° 31)
9. BERNUS (E.), POUILLON (F.) Ed. Sociétés pastorales et développement. ORSTOM, *Cah. Sci. hum.*, **26** (1-2). 287 p. (Numéro spécial à la mémoire de Suzanne BERNUS)
10. BLACK-MICHAUD. Cohesive force. Feud in the Mediterranean and the Middle East. Oxford, Clarendon Press, 1975.
11. BOCQUENE (H.). Moi un M'Bororo. N'Doudi Oumarou, peul nomade du Cameroun. Paris, Karthala, 1986. 367 p.
12. BONFIGLIOLI (A.M.). Duda. Histoire de famille et histoire de troupeau chez un groupe de Wodaabe du Niger. Paris, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme/Cambridge University Press, 1988. 293 p.
13. BONFIGLIOLI (A.M.). Pastoralisme, agro-pastoralisme et retour : itinéraires sahéliers. ORSTOM, *Cah. Sci. hum.*, 1990, **26** (1-2) : 255-266.
14. BONFIGLIOLI (A.M.). L'agro-pastoralisme au Tchad comme stratégie de survie. Essai de relation entre l'anthropologie et la statistique. Washington D.C., Banque Mondiale/D.S.A., 1992. (Document de travail n° 11 de la Banque mondiale, Enquêtes et statistiques)
15. BONTE (P.). La "formule technique" du pastoralisme nomade. In : Etudes sur les sociétés de pasteurs nomades. I. Sur l'organisation technique et économique. Paris, *Cah. CNERM*, 1973, **109** : 6-32.
16. BONTE (P.), BRIANT (P.), BRISEBARRE (A.M.), DIGARD (J.P.), LEFEBURE (C.), LIZET (B.), ROUET (M.M.). Quatorze années de recherches sur les sociétés pastorales, texte collectif. *Prod. past. Soc.*, 1987, **20** : 3-8.
17. BOUTRAIS (J.). L'élevage en Afrique : une activité dégradante ? *Afr. contemporaine*, 1992, **161** : 109-125 (numéro spécial : l'environnement en Afrique)
18. BRUZON (V.). Les savanes du Nord de la Côte-d'Ivoire, Mésologie et dynamique : l'herbe, le feu et le pâturage. Thèse de doctorat. Paris, Université Paris VII, 1990. 301 p.
19. DAHL (G.), HJORT (A.). Having herds. Pastoral herd growth and household economy. Stockholm, University of Stockholm, Department of Social Anthropology, 1976. 335 p.
20. DELAPORTE (Y.). Les vols de bétail en Laponie : "don du ciel" ou tragédie ? In : Actes du colloque "Relations homme-animal dans les sociétés pastorales d'hier et d'aujourd'hui", Rambouillet, FAIR, 25-26 septembre 1992. Rambouillet, FAIR, 1992. p. 47-58.
21. DIGARD (J.P.). Techniques des nomades Baxtyâri d'Iran. Paris. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme / Cambridge University Press. 1981.
22. DIGARD (J.P.). Problèmes de terminologie et de typologie des déplacements de nomades. Paris, Collège de France, 1983. p. 187-197. (Laboratoire d'ethnologie préhistorique, Séminaire sur les structures d'habitat)
23. DIGARD (J.P.). Jeux de structures. Segmentarité et pouvoir chez les nomades Baxtyâri d'Iran. *L'Homme*, 1987, **102** : 12-53.
24. DIGARD (J.P.). Les relations nomades-sédentaires au Moyen-Orient. Eléments d'une polémique. In : FRANCFORT (H.P.) Ed. Nomades et sédentaires en Asie Centrale. Apports de l'archéologie et de l'ethnologie. Actes du colloque d'Alma-Ata (Kazakhstan), 17-26 octobre 1987. Paris, Editions du CNRS, 1990. p. 97-111.
25. DIGARD (J.P.). L'homme et les animaux domestiques : anthropologie d'une passion. Paris, Fayard, 1990.
26. DUPIRE (M.). Organisation sociale des Peul, étude d'ethnographie comparée. Paris, Plon, 1970.
27. EVANS-PRITCHARD (E.). The Nuer. A description of the mode of livelihood and political institutions of a Nilotic people. Oxford, Clarendon Press, 1940.
28. HELMER (D.). La domestication des animaux par les hommes préhistoriques. Paris, Masson, 1992. (coll. Préhistoire)
29. HERSKOVITS (M.J.). The Cattle Complex in East Africa. *Am. Anthropol.*, 1926, **28** : 230-272 ; 361-380 ; 494-528 ; 633-664.
30. INNES (R.). Fire in West African vegetation. *Proc. a. tall Timb. Fire Ecol. Conf.*, 1971, **11** : 147-173.
31. KERVEN (C.). Customary commerce : a historical reassessment of pastoral livestock marketing in Africa. London, Overseas Development Institute, 1992. 119 p. (Agricultural occasional paper n° 15)
32. KINTZ (D.). Le foncier dans la pensée et dans la pratique des éleveurs et des agro-éleveurs. In : LE BRIS *et al.*, Ed. L'appropriation de la terre en Afrique noire. Paris, Karthala, 1991.
33. LANDAIS (E.). Sur les doctrines des vétérinaires coloniaux français en Afrique noire. ORSTOM, *Cah. Sci. hum.*, 1990, **26** (1-2) : 33-71.
34. LANDAIS (E.) Ed. André L. Contrepoint. Versailles, INRA, 1991. 139 p. (Document de travail URSAID Versailles-Dijon-Mirecourt)
35. LANDAIS (E.), DEFFONTAINES (J.P.). André L. Un berger parle de ses pratiques. Versailles, INRA, 1988. 113 p. (Document de travail URSAID Versailles-Dijon-Mirecourt)
36. LANDAIS (E.), LHOSTE (Ph.), MILLEVILLE (P.). Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux. ORSTOM, *Cah. Sc. hum.*, 1987, **23** (3-4) : 421-437.
37. LE BRIS (E.), LE ROY (E.), MATHIEU (P.). L'appropriation de la terre en Afrique noire, manuel foncier APREFA. Paris, Karthala, 1991.
38. LE ROY (E.). Propriété privée ou maîtrise foncière ? Paris, Réseau Recherche-Développement / GRET, 1992. 213 p. (Dossier "élevage et gestion de terroirs")
39. LHOSTE (Ph.). Le diagnostic sur le système d'élevage. *Cah. Rech. Dév.*, 1984, **3-4** : 84-88.
40. LHOSTE (Ph.). L'association agriculture-élevage. Evolution du système agro-pastoral au Sine-Saloum (Sénégal). Maisons-Alfort, IEMVT, 1987. 314 p. (Etudes et Synthèses de l'IEMVT n° 21)
41. MARTY (A.). Crise rurale en milieu nord-sahélien et recherche coopérative : l'expérience des régions de Gao et de Tombouctou (Mali, 1975-1982). Th. Doct. Etat. Université de Tours, 1985.
42. MERNER (P.G.). Das Nomadentum in nordwestlichen Afrika. Stuttgart. Berliner Geographischen Arbeiten, 1937.
43. MILLEVILLE (P.). Une méthode d'approche du rôle social de l'élevage dans un milieu sahélier : l'enquête généalogique sur le bétail. In :

LANDAIS (E.) Ed. Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Maisons-Alfort, IEMVT/ISRA, 1986. p. 167-177. (Etudes et synthèses de l'IEMVT n° 20)

44. MILLEVILLE (P.), COMBES (J.), MARCHAL (J.). Systèmes d'élevage sahéliens de l'Oudalan. Etude de cas. Ouagadougou, ORSTOM, 1982. 127 p. + annexes.

45. OXBY (C.). Peuples pasteurs en crise, les réponses des organisations non gouvernementales en Afrique. Paris, ACORD, Syros alternatives, 1990. 141 p. (coll. Ateliers du développement-GRET-FPH)

46. PERLÈS (C.). Préhistoire du feu. Paris, Masson, 1977. 180 p.

47. PETERS (E.L.). The proliferation of segments in the lineage of the Bedouin of the Cyrenaica. *Jl R. Anthropol. Inst.*, 1960, **90** : 29-53.

48. PLANHOL (X. de). Les fondements géographiques de l'histoire de l'Islam. Paris, Flammarion, 1968. 442 p.

49. PLANHOL (X. de). Le chien de berger : développement et signification géographique d'une technique pastorale. *Bull. Ass. Géog. fr.*, 1969, **370** : 355-368.

50. PLANHOL (X. de), ROGNON (P.). Les zones tropicales arides et subtropicales. Paris, Armand Colin, 1970. p. 252-289 ; 371-379.

51. REBOUL (C.). Danger d'oasis ? Aléas d'une politique de sédentarisation. Le forage de Labgar au Sénégal. *Civilisations*, 1978, **XXVIII** (1-2) : 120-139.

52. REDDING Jr (R.W.). Decision making in subsistence herding of sheep and goats in the Middle East. Ph. D. Chicago, University of Michigan, 1981.

53. RETAILLE (D.). Le destin du pastoralisme nomade en Afrique. *Inf. géogr.*, 1989, **53** : 103-113.

54. RICHARD-MOLARD (J.). L'Afrique Occidentale Française. Paris, Berger-Levrault, 1949.

DIGARD (J.-P.), LANDAIS (E.), LHOSTE (Ph.). The crisis of pastoral societies. A multidisciplinary analysis. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 683-692

This paper was prepared from exchanges between an anthropologist, who is a specialist of pastoral societies, and two specialists in animal production around the theme: the future of shepherd people. The purpose was to provide the reader with a reference document for the analysis of local effects of the generalized crisis of pastoral societies throughout the world. After having defined the "pastoral fact" and recalled the bases of the classification of the different forms of pastoralism, the authors refute some settled ideas: nomadic pastoralism is not the survival of an archaic activity, but a technically pertinent adaptation to the environment; the plants of the exploited rangeland are mostly anthropical and hence their reproduction depends on the maintenance of pastoralism; pastoral societies are not autarcic, but they use an open economy; the so-called "indolence" of shepherds is a legend due to lack of knowledge of pastoral work. The authors give a short survey of the common traits and specificities of pastoral societies (the central place of husbandry in the economic, social and cultural field, the warrior trait, the modes of range management and pastoral practises) before describing two processes which play a major part in the present crises, *i.e.* the political, economic, socio-cultural and territorial marginalisation of shepherds and the ecological degradation of pastoral areas.

Key words : Pastoralism - Pastoral society - Breeder - Pasture - Rangelands - Transhumance - Nomadism - Farming system - Livestock economics - Environments.

55. ROJAT (D.). Pâturages communs : modélisation bio-économique et gestion des systèmes pastoraux. Maisons-Alfort, IEMVT, 1991. 60 p. (Etudes et Synthèses de l'IEMVT n°37)

56. SAHLINS (M.). The segmentary lineage : an organization of predatory expansion. *Am. Anthropol.*, 1961, **63** (2) : 322-345.

57. SAHLINS (M.). La première société d'abondance. *Temps mod.*, 1968, **24** (268) : 641-680.

58. SANTOIR (C.). Raison pastorale et politique de développement : les Peul sénégalais face aux aménagements. Paris, ORSTOM, 1983 (Travaux et Documents de l'ORSTOM, n° 166)

59. SWEET (L.E.). Camel raiding of North Arabian Bedouin : a mechanism of ecological adaptation. *Am. Anthropol.*, 1965, **67** : 1132-1150.

60. SWIFT (J.J.). West African Pastoral Production System. Ann Arbor, University of Michigan, Center for research on Economic Development, 1979.

61. SWIFT (J.J.), WILSON (R.T.) HARMSWORTH (J.). Les systèmes de production animale au Mali. In : WILSON (R.T.), LEEUW (P.N. de), HAAN (C. de). Ed. : Recherches sur les systèmes des zones arides du Mali : résultats préliminaires. Addis-Abeba (Ethiopie), CIPEA, 1983. p. 8-18. (Rapport de recherche n° 5)

62. TOURE (O.), ARPAILLANGE (J.). Peul du Ferlo. Paris, L'Harmattan, 1986. 78 p.

63. VAN OPSTAL (M.), NEANTt (P.) éd. Entre tradition et modernité, quel avenir pour les sociétés pastorales ? Actes du colloque "Relations homme-animal dans les sociétés pastorales d'hier et d'aujourd'hui", Rambouillet, FAIR, 25-26 septembre 1992. Rambouillet, FAIR, 1992. 226 p.

64. WEIN (R.W.), MAC LEAN (D.A.). The Role of Fire in Northern Circumpolar Ecosystems. London. 1983.

DIGARD (J.-P.), LANDAIS (E.), LHOSTE (Ph.). La crisis de las sociedades pastorales desde un punto de vista pluridisciplinario. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 683-692

Esta investigación es el fruto de un intercambio entre un antropólogo, especialista de las sociedades pastorales, y de dos zootécnicos, alrededor del tema del futuro de los pueblos de pastores. La meta es ofrecer al lector un marco de referencia para el análisis de las manifestaciones locales de la crisis generalizada de las sociedades pastorales alrededor del mundo. Después de definir el "hecho pastoral" y de recordar las bases de la clasificación de las diferentes formas de pastoralismo, los autores rechazan algunas ideas concebidas : el pastoralismo nómada no es el sobreviviente de una actividad arcaica, sino una forma de adaptación, que conserva su pertinencia técnica; las formaciones vegetales de las tierras de pastos explotadas son generalmente antrópicas y el mantenimiento del pastoralismo es la condición para su reproducción; las sociedades pastorales, lejos de ser autárquicas, reposan sobre una economía abierta; la pretendida "apatía" de los pastores es un mito que nace de un desconocimiento del trabajo pastoral. Se presenta un panorama rápido de las características comunes y de las especificidades de las sociedades pastorales (el lugar central de la crianza en el campo económico, social y cultural ; el carácter guerrero; las modalidades de gestión del espacio y de las prácticas pastorales) , para luego describir dos procesos que juegan un papel mayor en la crisis actual: la marginalización política, económica, socio-cultural y territorial de los pastores; la degradación ecológica de las zonas pastorales.

Palabras claves : Pastoralismo - Sociedad pastoral - Ganadero - Pasto - Tierras de pastos - Transhumancia - Nomadismo - Sistema ganadero - Economía de la cría - Medio ambiente.

Note de lecture

HOUDARD (Y.). Agriculture dans les hautes collines du Népal central (Organisation et fonctionnement d'un village tamang. Le panchayat de Salme). Versailles, INRA-SAD, 1993. 292 p. 5 pl. couleur. Prix : 120 F. (ISBN 2-7380-0489-X)

Le Népal... Ce nom évoque à la fois un isolat géographique et l'un des sanctuaires de l'humanité. Le toit du monde n'est pas une région comme une autre ! Au-delà de cette image, lorsque nous évoquons ces pentes, c'est pour y situer l'origine des inondations catastrophiques que la mousson entraîne dans les plaines alluviales surpeuplées de l'Inde et du Bangladesh et pour stigmatiser les déboisements irresponsables pratiqués par ces montagnards dont la population ne cesse, elle aussi, de croître.

Quelques chercheurs français ont voulu comprendre cette société paysanne. Ils ont gravi les pentes, les yeux fixés sur cette multitude humaine qui survit accrochée aux flancs de l'Himalaya, et que nos entreprises modernes sont bien en peine de pouvoir aider, faute d'en comprendre les us et coutumes et les besoins.

Parmi eux, ethnologues, écologues, agronomes, zootechniciens, Yves Houdard s'est révélé l'indispensable médiateur, celui qui savait donner un sens aux observations sur les pratiques locales, comprendre la signification technique d'un geste, expliquer la forme d'un outil, interpréter les catégories linguistiques relevées par d'autres chercheurs de l'équipe. Agronome de l'INRA, il avait pressenti les insuffisances d'approches par trop sectorielles et s'était attaché très tôt à mettre en évidence les interrelations multiples, les cohérences globales hors lesquelles il est impossible et dangereux de prétendre juger la pertinence et l'efficacité des choix techniques. Ces intuitions se formalisèrent progressivement à travers le concept de "fonctionnement des systèmes agraires locaux", que Yves Houdard n'a cessé d'approfondir tout au long de sa carrière, et dont il nous rapporte du Népal, avec cet ouvrage, l'expression la plus achevée. Il faut dire que la relative autarcie du système agraire du panchayat de Salme se prêtait admirablement au double dessein de l'auteur : mettre en évidence d'une part les interrelations qui imposent l'adoption d'une démarche systémique, englobant des échelles emboîtées d'espace, de temps et de société, et montrer d'autre part comment une telle démarche peut être guidée et validée par le souci permanent de comprendre les pratiques mises en œuvre et leur cohérence.

A cette recherche, Yves Houdard voulait consacrer une somme car il ne lui suffisait pas de nous donner un modèle global du système agraire local du panchayat de Salme, vu comme l'assemblage d'un "système social" et d'un "système phyto-écologique", et de deux "systèmes techniques", les "systèmes de culture et d'élevage". Il lui fallait aussi dresser l'inventaire, avec une minutie extrême, des relations qui unissent ces divers compartiments, évaluer les flux échangés et décrire les règles d'action des différents acteurs du système social pour réguler le fonctionnement global du système agraire en dépit de la variabilité climatique, et en profitant au mieux de l'extraordinaire diversité des sols, singulièrement amplifiée par le gradient d'altitude. Jamais auparavant on n'était parvenu à un tel niveau de précision et de quantification.

Après l'analyse de la gestion des sols, véritable clé de voûte de la reproduction de semblables systèmes, l'auteur décrit, en regard, la diversité des unités familiales de production, détaille les solidarités qui les unissent et montre comment le fonctionnement du système social assure l'adaptation de la surface exploitée à l'évolution de la taille de la famille, qui détermine à la fois ses besoins alimentaires et sa disponibilité en main-d'œuvre.

Le lecteur doit garder à l'esprit cette organisation générale du système agraire, qui explique le plan de l'ouvrage. Il peut s'intéresser plus particulièrement à tel ou tel chapitre ou recommandations, selon sa spécialité, mais ne peut perdre de vue que leur rédaction n'a pas été pensée indépendamment de la finalité modélisatrice de l'ensemble.

La rédaction ne se réfère pas non plus au genre littéraire des monographies traditionnelles. Elle représente un compromis entre deux exigences : celle de la représentation systémique des phénomènes agraires pris dans leur complexité liée à la Recherche et celle des relations avec l'action. Les paysans et ceux qui ont l'habitude de les côtoyer, comme Yves Houdard, parlent peu, s'expriment directement et sans périphrases mais après mûre réflexion. Il est difficile de dire s'il s'agit d'un genre nouveau, mais cela contribue à coup sûr à l'originalité profonde de ce livre dont l'intérêt dépasse largement la vision d'un établissement humain montagnard exotique qui, aux yeux de certains, semblera surgir d'un autre âge.

Les chercheurs, formateurs, développeurs et praticiens y trouveront des éléments précieux d'information et de réflexion. Les contextes agraires qu'ils envisagent ou au sein desquels ils opèrent sont presque toujours plus largement ouverts que le village de Salme sur des environnements économiques, politiques et sociaux au point qu'il est souvent difficile de les individualiser et de comprendre leur rôle pour les acteurs locaux. En témoignent la multiplication des échecs des politiques de développement qui sous-estiment chroniquement ce rôle et les conséquences très négatives des dynamiques d'éclatement social et territorial que connaissent de multiples communautés agraires dans le monde. De là, l'intérêt d'observer attentivement, à titre de modèle, les pratiques des sociétés qui, restées à la marge de ces évolutions, ont réussi à survivre aujourd'hui dans une autonomie quasi totale. Le mode de représentation systémique de la complexité agraire adopté par Yves Houdard offre des possibilités pédagogiques remarquables pour simuler des modalités nouvelles d'adaptation aux contraintes actuelles et sortir de l'enfermement classique des schémas de raisonnement et de pensée des enseignements traditionnels. La science a autant besoin d'illustrations concrètes utilisables en termes de travaux pratiques que de concepts et de références philosophiques !

Gageons que cette remarquable synthèse suscitera bien des vocations ouvertes à l'intelligence et à la complexité des composantes naturelles, culturelles et techniques des systèmes à travers lesquels les établissements humains gèrent les territoires dont ils sont à la fois les héritiers et les dépositaires pour les générations futures !

B. VISSAC

E. LANDAIS

Analyses de thèses

Au cours de l'année 1993, deux thèses traitant de la végétation de l'Afrique de l'Ouest ont été soutenues. L'une par François ACHARD concerne les pâturages de la zone nord-soudanienne du Burkina Faso ; l'autre par Samuel YONKEU traite des pâturages de l'Adamaoua au Cameroun. Ces thèses abordent le thème, injustement en sommeil depuis quelques années, de l'étude phytoécologique de régions et zones écologiques d'Afrique tropicale. Les auteurs améliorent ce thème en étudiant l'évolution de ces écosystèmes sous les actions climatiques et anthropiques, en utilisant des méthodes informatiques de traitement des données de terrain et en proposant des protocoles de gestion pastorale du milieu naturel.

A. GASTON

ACHARD (F.). Evolution récente de la végétation dans six stations au Burkina Faso. Thèse de Doctorat de l'Institut national polytechnique de Toulouse, spécialité Productions animales et qualité des denrées. Soutenue le 8 janvier 1993. 286 p.

Le présent travail a été effectué près de Ouagadougou, sur les pâturages de la zone nord-soudanienne du Burkina Faso, en Afrique de l'Ouest. Il porte sur l'observation de 6 stations, situées sur des jachères d'âge divers, au cours des années 1984 à 1991.

*Après s'être attaché à mettre en évidence le caractère d'aridité climatique et édaphique de cette région, l'auteur étudie la végétation des jachères et son évolution hors de toute exploitation humaine et animale. Il montre la relation entre la phytomasse herbacée et la pluviosité, et essaye de dégager quelques voies d'intensification de la surface fourragère constituée par ces savanes. Il observe que la remontée biologique de la strate herbacée se réalise en 20 à 30 ans, et qu'elle aboutit à des unités de végétation dominées par les Graminées annuelles *Loudetia togoensis* et *Andropogon pseudapricus*, ou par la Graminée vivace *Andropogon gayanus*. Cette espèce peut être associée à *Cymbopogon schoenanthus* sur les glacis, ou à *Sporobolus pyramidalis* sur les terrasses des ruisseaux. La succession végétale n'est cependant pas terminée, les jeunes ligneux, abondants, sont en plein développement, et font penser que ces unités de végétation se dirigent vers des formations de type forêts claires, ou savanes arborées et arbustives.*

La production herbacée est élevée : en 1986, on a mesuré 4 à 5 000 kg MS.ha⁻¹ pour les U.V. à Graminées annuelles, et environ 7 000 kg MS.ha⁻¹ pour les U.V. à Graminées vivaces. Cette production est très liée à la pluviosité totale annuelle et à la distribution des pluies. En 1984, une diminution de la pluviosité annuelle de 30 % par rapport à 1986 induit une chute de la production de 50 %. En 1987, année où la répartition des pluies fut mauvaise, la phytomasse produite sur les U.V. à Graminées annuelles est inférieure de 30 % à celle de 1986, bien que les quantités d'eau reçues par la végétation aient été équivalentes. Les U.V. à Graminées vivaces sont moins sensibles à la distribution des pluies.

*L'observation du comportement alimentaire des zébus sur le pâturage de Gampéla fait apparaître que, mis à part *Loudetia togoensis*, les Graminées qui constituent le pâturage, ainsi que de nombreux ligneux, sont bien consommés. Les essais de rythme d'exploitation des U.V. à Graminées annuelles, en saison des pluies, montrent qu'une coupe tous les 40 jours permet de produire près de 3 000 kg MS.ha⁻¹ de fourrage de bonne valeur nutritive. Enfin *Pennisetum pedicellatum* s'est révélée être une des Graminées annuelles locales les plus intéressantes actuellement pour la production de foin ; ainsi, des travaux de recherche visant à améliorer les quantités de matières sèches récoltées, devraient être entrepris.*

YONKEU (S.). Végétation des pâturages de l'Adamaoua (Cameroun) : écologie et potentialités pastorales. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes I, mention Sciences biologiques, spécialité Ecologie appliquée. Soutenue le 8 juillet 1993. 244 p. (Cette thèse a été réalisée sous les auspices de l'Université de Rennes I et du CIRAD-EMVT).

L'étude a été menée dans la région de l'Adamaoua qui est constituée dans sa grande partie par un vaste plateau occupant sensiblement le centre du Cameroun.

Le but est de définir et caractériser les ressources végétales de la région, d'étudier la structure et les potentialités pastorales des différents systèmes écologiques définis en vue de préconiser leur gestion rationnelle et d'entrevoir les modalités de leurs aménagements et de leurs améliorations. Après un rappel des caractères généraux du milieu, des hommes et de leurs activités, l'étude aborde les aspects méthodologiques relatifs à l'échantillonnage, à la discrimination des groupements végétaux, à l'étude de la structure, de la production primaire et de la dynamique de la végétation.

La classification de la végétation et leur caractérisation par les facteurs écologiques à travers des analyses statistiques ont permis de décrire 16 unités de végétation ligneuse et 13 unités de végétation herbacée. Les analyses de la structure, de la valeur pastorale, de la biomasse totale et de la productivité montrent que les unités de végétation ont des potentialités pastorales très différentes. L'exploitation intensive par le bétail semble être à l'origine des faibles potentialités. En effet, les zones à forte charge animale connaissent un accroissement des ligneux et l'emboisement des pâturages. Cette situation entraîne la prolifération des herbacées peu ou pas consommées et qui ont de faibles productivités. Les jachères anciennes et les zones peu pâturées, avec de grandes graminées pérennes maintiennent une bonne production d'herbe et une qualité fourragère assez satisfaisante.

Ces résultats associés aux principales caractéristiques tirées de la dynamique de la végétation ont permis de proposer des solutions relatives aux modes d'exploitation des différents systèmes écologiques définis et aux interventions pouvant permettre de réduire ou de contenir l'accroissement des ligneux et la dégradation des parcours.

Analyses bibliographiques

SAUTTER (G.). Parcours d'un géographe. Des paysages aux ethnies. De la brousse à la ville. De l'Afrique au monde. Paris, Editions Arguments, 1993. tome 1 : 250 F ; Tome 2 : 230 F. (ISBN 2-909109-10-0)

Les articles de Gilles Sauter reproduits dans cet ouvrage s'inscrivent dans la durée d'une vie de est composé de fragments d'espace et de temps. Ces fragments sont signifiants par eux-mêmes. Chacun a sa logique, qui n'est jamais de pure anecdote. Ensemble ils échantillonnent une temporalité et une spatialité enchevêtrées, où la grille de lecture spécifie et situe un certain nombre de thèmes, en fonction d'un itinéraire à la fois physique et intellectuel.

Dans l'éventail des disciplines, la géographie est de celles qui ratissent large, avec une grille de préoccupations très ouverte. Son champ recoupe celui d'un bon nombre de spécialités. A l'intérieur du domaine couvert, les chevauchements de points de vue, d'orientations et d'interrogations sont constants. L'Afrique tropicale est concernée au premier chef, mais le reste du monde tropical, la France, la géographie en tant que telle, sont également présents. Une place importante est accordée à une réflexion originale sur le paysage.

Le temps, la succession des faits et la transformation des choses sont au cœur de tout. La science des lieux ne saurait être indifférente à celle des faits qui ont eu lieu, qui ont fait lieu, pourrait-on dire : la géographie est une histoire qui se lit à reculons, quand ce n'est pas par anticipation. Là est la clé, bien plus que dans un fonctionnalisme à fondement spatial. Derrière tous les thèmes qui sont évoqués et classés, il existe une commune interrogation sur le changement et sa mise en situation dans l'espace-temps. S'échelonnant sur un grand nombre d'années, l'ensemble des textes réunis ici illustre l'itinéraire d'un grand géographe passionné par son métier. Il témoigne aussi des liens changeants que nous entretenons avec le réel. Le choix des thèmes retenus confère à cet ouvrage une étonnante actualité. Une lecture à recommander à tous ceux qui se préoccupent de la gestion de l'espace rural, particulièrement en milieu tropical.

BERRETA (E.), Do NASCIMENTO (D.). Glossario estruturado de terminos sobre pasturas y producción animal. Dialogo 32, Montevideo, Uruguay, IICA-PROSICUR, 1991, 127 p. (ISBN 92-9039-180-4)

Nos collègues BERETTA et Do NASCIMENTO proposent un vocabulaire normatif définissant clairement les termes utilisés, et à utiliser, en pastoralisme et en production animale en Uruguay, donc en langue espagnole, et au Brésil, donc en langue portugaise. Après la plupart des définitions proposées dans ces deux langues, un jeu de renvois permet un certain parcours du champ sémantique correspondant, en indiquant les termes plus généraux (BT), les plus précis (NT) et ceux qui sont voisins (RT). Ainsi **Gado** en portugais est mis en relation par NT avec **Gado de cria** et **Gado de engorda** plus précis, tandis que **Gado de cria** est en relation par BT avec **Gado** et avec **Gado de engorda** par RT. Certaines expressions impropres ou malencontreuses sont signalées comme telles et les auteurs renvoient à la bonne ; ainsi *especie antropica* doit-il être évité au profit de *especie antropogena*. Un peu plus de 400 termes sont ainsi examinés, mais avec une large dominante de ceux qui concernent la végétation. Si cet ouvrage obtient le succès qu'il mérite, les auteurs pourront compléter le vocabulaire zootechnique pour une prochaine édition. En l'état, il s'agit là d'un document qui doit rendre d'immenses services à l'agropastoralisme de toute l'Amérique latine et de la Péninsule ibérique et aussi aux enseignants anglophones ou francophones qui pratiquent les deux langues latino-américaines, parce qu'il les aidera à comprendre mieux leurs collègues et leurs étudiants. Bref, une brochure simple, légère, bien faite et qui devrait figurer dans toutes les bonnes bibliothèques pastorales.

Ph. DAGET

MARTINET (J.), HOUEBINE (L.M.). Biologie de la lactation. Paris, INSERM ; Versailles, INRA, 1993. XIX-587 p. Prix : 485 F. (Coll. Mieux comprendre) (ISBN 2-7380-0427-X)

Cet ouvrage présente les éléments les plus marquants de l'approche moderne de la biologie de la glande mammaire, modèle unique d'organe capable de synthétiser les protéines en abondance. Il apporte les informations scientifiques et bibliographiques sur les connaissances les plus récentes dans les domaines suivants :

- endocrinologie de la lactation : relation entre gestation et lactation ; éléments endocrines et autocrines contrôlant la multiplication des cellules mammaires ;
- mammogénèse : rôle des matrices extracellulaires sur l'expression des gènes des protéines ;
- prolactine : régulation de la sécrétion et mode d'action de la prolactine ; ses récepteurs mammaires ;
- montée laiteuse et galactopoïse : contrôle de la montée laiteuse par la progestérone ; induction artificielle et expérimentale de la lactation ; effet lactogène de l'hormone de croissance naturelle ; nutrition et production laitière ;
- système nerveux central et lactation : psychologie de l'allaitement chez la femme ; relations mère-enfant ;
- génétique et synthèses protéiques : contrôle de ces synthèses par le génome ;
- immunologie et glande mammaire : facteurs immunitaires protégeant la mamelle et le nouveau-né ; pollutions pouvant troubler la santé des consommateurs de lait ;
- lait, nutrition et produits laitiers : composition du lait et incidence nutritionnelle.

Point de vue global sur une fonction vitale des mammifères, cet ouvrage s'adresse aux étudiants, enseignants, chercheurs ainsi qu'aux professionnels de la santé et de l'agriculture.

Informations

AQUACULTURE - COMPTE RENDU DE RÉUNION

“BASIL'94”, le premier “Atelier international sur les bases biologiques de l'aquaculture des siluriformes” s'est tenu à Montpellier du 24 au 27 mai 1994 ; il a été organisé par le GAMET (Groupe Aquaculture continentale méditerranéenne et tropicale) qui rassemble les équipes aquaculture des trois organismes de recherche et de développement français : le CEMAGREF (Centre national du machinisme agricole du génie rural des eaux et forêts), le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) et l'ORSTOM (l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération). Les principaux thèmes abordés ont été les suivants : diversité biologique, reproduction, génétique, nutrition alimentation et croissance, physiologie et adaptation, transformation et qualité des produits, états et perspectives de productions sur les différents continents et enfin, systèmes de production.

Globalement, le groupe des siluriformes ou poissons-chats constitue aujourd'hui pour l'aquaculture plus un potentiel qu'une production économique de grande envergure sauf dans deux zones : Sud des Etats-Unis (180 000 t) et péninsule indochinoise (Thaïlande, Vietnam : environ 60 000 t). Avec 250 000 tonnes de production par an, les poissons-chats ne représentent en effet que 3 % de la pisciculture mondiale.

Dans ce contexte, un débat s'est ouvert sur la nécessité d'explorer à la fois les potentialités aquacoles encore largement méconnues des espèces de siluriformes autochtones des grands bassins fluviaux, notamment d'Asie, d'Amérique du Sud et d'Afrique, et l'opportunité d'introduire des espèces comme le poisson-chat américain et le poisson-chat africain, avec tout le savoir faire biologique et technologique qui lui est lié.

Parmi les nombreux faits saillants qui ont émergé de cet atelier, on pourra noter l'importance du consommateur pour le choix des espèces destinées à l'élevage, et à ce titre deux typologies diamétralement opposées ont été exposées. Les Etats-Unis d'une part où la clientèle veut un poisson blanc et parfaitement homogène dans sa chair et tout au long de l'année : c'est la sauce qui doit lui donner sa saveur. Cette habitude alimentaire est appuyée par une campagne promotionnelle permanente qui ne représente pas moins de 10 % du chiffre d'affaires généré par cette filière. A l'inverse, en Asie (Vietnam, Philippines et Thaïlande), le consommateur préfère une espèce autochtone (*Clarias macrocephalus*) dont l'aquaculture se heurte à ses faibles potentialités de croissance. Une espèce voisine (*Clarias gariepinus*), connue pour ses bonnes performances en élevage a été introduite d'Afrique dans les années 1975. Son faible succès commercial a incité les chercheurs et aquaculteurs de ces régions à produire des hybrides dont les performances et la qualité de la chair sont intermédiaires entre celles des géniteurs dont ils sont issus. La production de ce nouvel hybride est à l'origine d'un développement spectaculaire de l'aquaculture du poisson-chat, notamment en Thaïlande.

La confrontation des expériences et des orientations a permis aux participants d'aborder l'avenir dans un contexte de meilleure concertation entre chercheurs impliqués dans la biologie, la technologie et l'aquaculture de siluriformes.

UNE NOUVELLE APPROCHE POUR L'IDENTIFICATION DES GLOSSINES

BRUNHES (J.), CUISANCE (D.), GEOFFROY (B.), HERVY (J.P.), LEBBE (J.). Logiciel d'identification. Glossine Expert. Manuel illustré d'utilisation. Les glossines ou mouches tsé-tsé. ORSTOM, CIRAD, Université Paris VI. Bondy, ORSTOM Editions, 1994. 162 p. 3 disquettes. Prix : 400 F.

L'ORSTOM, le CIRAD et l'Université Paris VI ont mis en commun leurs compétences pour élaborer un logiciel d'identification des 31 espèces et sous-espèces de glossines. Celui-ci constitue un outil remarquablement innovant pour tous ceux qui sont impliqués à titre divers dans l'étude ou la lutte contre ces insectes. Ce logiciel (XPER) permet en effet d'entreprendre l'identification par n'importe lequel des 64 critères morphologiques ou écologiques proposés. En procédant par éliminations successives après sélection d'une variable ou d'un groupe de variables puis de la, ou des, modalités, il est en mesure de proposer rapidement le nom de l'espèce ou de la sous-espèce.

Ce logiciel est capable de gérer l'erreur ou le doute entre plusieurs modalités d'une variable. Il autorise la consultation à volonté de la liste des espèces restant compatibles après les choix déjà effectués ainsi que des espèces éliminées et les motifs de leur rejet, permettant ainsi d'évaluer la qualité de l'identification. Il est possible aussi de consulter la “carte d'identité” de l'espèce (ou de la sous-espèce) où figurent notamment les caractères morphologiques les plus discriminants.

Les illustrations apparaissant à l'écran sont reprises dans un guide, dont toute l'iconographie est très largement originale et d'une grande qualité.

Pour chaque espèce (ou sous-espèce), une fiche technique résume l'état actuel des connaissances sur sa distribution (carte jointe), son écologie, son importance médicale et/ou vétérinaire et les méthodes de lutte connues.

Grâce à ce logiciel, une identification peut être rapidement obtenue par n'importe quel opérateur et ce, d'une manière fiable, malgré les aléas d'une information incomplète.

Cette technologie moderne constitue un outil de vulgarisation qui s'adresse à tous les acteurs du développement, techniciens, formateurs, animateurs, bailleurs de fonds, planificateurs, responsables de la santé humaine ou animale, etc.

“GLOSSINE EXPERT” se présente sous forme de disquettes et d'un manuel illustré. La version en français est en vente à l'adresse ci-contre. La version anglaise, réalisée en collaboration avec l'OMS, devrait être prête très prochainement.

■ Index des auteurs

- Abbas, Z.**
n°4 p.548-550
- Abd El Razig, Y.M.**
n°3 p.438-439
- Abiola, F.A.**
n°4 p.591-595
- Abu Elzein, E.M.E.**
n°4 p.545-547
- Accipe, A.**
n°1-2 p.283-290
- Acree, J.A.**
n°1-2 p.19-22
- Adesiyun, A.A.**
n°3 p.435-437
- Adogwa, A.O.**
n°1-2 p.303-308
- Ahl, A.S.**
n°1-2 p.19-22, n°1-2 p.61-63
- Akpo, L.E.**
n°4 p.675-681
- Al Afaleq, A.I.**
n°4 p.545-547
- Ali, M.**
n°4 p.591-595
- Alogninouwa, T.**
n°4 p.591-595
- Alvarez, J.A.**
n°1-2 p.71-75
- Ambrose, N.**
n°1-2 p.257-261, n°1-2 p.277-282
- Angert, R.**
n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45
- Applewhaite, L.**
n°1-2 p.57-59
- Aprelon, R.**
n°1-2 p.349-354
- Arnott, J.L.**
n°1-2 p.317-322
- Aumont, G.**
n°1-2 p.23-26, n°1-2 p.323-327
- Awaad, M.**
n°4 p.545-547
- Barbet, A.F.**
n°1-2 p.121, n°1-2 p.165, n°1-2 p.197-201
- Barré, N.**
n°1-2 p.297-302, n°1-2 p.323-327, n°1-2 p.349-354, n°1-2 p.359-362
- Bartlett, P.C.**
n°1-2 p.61-63
- Beauperthuy, L.**
n°1-2 p.109-114
- Benderdouche, A.**
n°1-2 p.109-114
- Benet, J.J.**
n°3 p.403-422
- Bengaly, Z.**
n°4 p.563-570
- Bensaid, A.**
n°1-2 p.195, n°1-2 p.203, n°1-2 p.209, n°1-2 p.229, n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.291-295
- Bezuidenhout, J.D.**
n°1-2 p.101-108, n°1-2 p.123-129
- Bissuel, G.**
n°1-2 p.95
- Blankaert, D.**
n°1-2 p.153-156, n°1-2 p.189-194
- Blesbois, E.**
n°4 p.609-619
- Blouin, E.F.**
n°1-2 p.49-56
- Bocoum, Z.**
n°3 p.455-461

Bokma, B.H.
n°1-2 p.355-358

Boly, H.
n°4 p.563-570, n°4 p.631-636

Bourdoulous, S.
n°1-2 p.195, n°1-2 p.203

Bourzat, D.
n°4 p.645-650, n°4 p.651-665, n°4 p.667-674

Braun, J.P.
n°3 p.423-430

Brett, M.S.
n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.247

Brown, W.C.
n°1-2 p.65-69

Buening, G.M.
n°1-2 p.71-75

Byrom, B.
n°1-2 p.197-201

Calvez, D.
n°1-2 p.195

Camus, E.
n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.205-207, n°1-2 p.209, n°1-2 p.359-362, n°1-2 p.57-59

Cashin, M.
n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45

Centres, J.M.
n°4 p.597-608

Cheikh, D.
n°4 p.574-578

Chenost, M.
n°4 p.597-608

Cherrier, R.
n°3 p.471-478

Clausen, P.H.
n°4 p.563-570

Coisne, S.
n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.229

Corbette, C.
n°1-2 p.109-114

Coulibaly, Z.
n°3 p.455-461

Couraud, P.O.
n°1-2 p.195, n°1-2 p.203

Dadah, A.J.
n°4 p.571-574

Dalhatu, A.D.
n°4 p.571-574

Daniel, A.D.
n°4 p.571-574

Davis, J.
n°4 p.597-608

De Gee, A.L.W.
n°1-2 p.83-86

De Reviere, M.
n°4 p.609-619, n°4 p.621-630

De Vries, N.
n°1-2 p.145-152

De Waal, D.T.
n°1-2 p.157-164

Dehoux, J.P.
n°4 p.581-589

Demangel, C.
n°1-2 p.283-290

Denormandie, N.
n°1-2 p.109-114

Depres, E.
n°1-2 p.205-207

Desquesnes, M.
n°3 p.463-470

Dia, M.L.
n°4 p.574-578

Diall, O.
n°3 p.455-461

Diarra, B.
n°3 p.455-461

Dieye, T.
n°1-2 p.217-221, n°3 p.449-454

Digard, J.P.
n°4 p.683-692

Diouf, A.
n°1-2 p.217-221, n°3 p.441-447, n°3 p.449-454, n°4 p.551-561

Dobbelaere, D.A.E.
n°1-2 p.65-69

Domenech, J.
n°3 p.423-430, n°3 p.513-520

Dongmo, T.
n°4 p.609-619, n°4 p.621-630

Donovan, P.L.
n°1-2 p.183-188

Droogman, L.
n°1-2 p.195

Du Plessis, J.L.
n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.131-143

Dubreuil, N.
n°1-2 p.95

- Dufour, B.**
n°3 p.403-422
- Duncan, F.D.**
n°1-2 p.335-338
- Durieu-Trautmann, O.**
n°1-2 p.203
- Duvallet, G.**
n°4 p.563-570
- Edelsten, R.M.**
n°1-2 p.171-177
- El Bahri, L.**
n°4 p.591-595
- El Hassan, S.M.**
n°3 p.438-439
- El Jack, M.A.**
n°1-2 p.257-261
- Elder, H.Y.**
n°1-2 p.271-276
- Fabra, D.T.**
n°1-2 p.253-256
- Faye, B.**
n°3 p.471-478, n°3 p.481-483, n°3 p.485-494
- Fayomi, B.**
n°4 p.591-595
- Fielden, L.J.**
n°1-2 p.335-338
- Figueroa, J.V.**
n°1-2 p.71-75
- Formenty, P.**
n°3 p.423-430, n°3 p.513-520
- Frerichs, W.M.**
n°1-2 p.61-63
- Friedericks, J.**
n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45
- Gabriel, D.**
n°1-2 p.323-327
- Gaffar Elamin, M.A.**
n°4 p.548-550
- Gaillard, F.**
n°4 p.597-608
- Gameel, A.A.**
n°4 p.545-547
- Gardiner, P.R.**
n°3 p.463-470
- Garris, G.I.**
n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.349-354, n°1-2 p.359-362
- Gasmir, G.S.**
n°4 p.578-579
- Gaston, A.**
n°4 p.675-681
- Ge, N.**
n°1-2 p.49-56
- Gianguaspero, M.**
n°3 p.431-434
- Gitao, C.G.**
n°1-2 p.309-311
- Gomes, A.F.**
n°1-2 p.237-243
- Grouzis, M.**
n°4 p.675-681
- Gueye, A.**
n°1-2 p.217-221, n°1-2 p.223-227, n°3 p.441-447, n°3 p.449-454, n°4 p.551-561
- Guimaraes Filho, C.**
n°3 p.495-502
- Habtemariam, T.**
n°1-2 p.47-48
- Hamel, H.D.**
n°1-2 p.363
- Harris, E.**
n°1-2 p.109-114
- Hart, A.**
n°1-2 p.247
- Hassanein, M.M.**
n°4 p.545-547
- Heron, I.D.**
n°1-2 p.317-322
- House, J.A.**
n°1-2 p.77-81
- Hrivnak, G.**
n°1-2 p.263-269
- Hussein, K.S.M.**
n°4 p.578-579
- Imadine, M.**
n°3 p.485-494
- Isitor, G.N.**
n°1-2 p.303-308
- Jacob, U.**
n°4 p.637-644
- Jacquiet, P.**
n°4 p.574-578
- Jongejan, F.**
n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.145-152, n°1-2 p.167-170, n°1-2 p.211-215, n°1-2 p.223-227

- Kaboret**
n°4 p.591-595
- Kafuwa, P.**
n°1-2 p.211-215
- Kalejaiye, J.O.**
n°4 p.571-574
- Kaminjolo, J.S.**
n°3 p.435-437
- Kanwe, A.**
n°4 p.563-570
- Kemp, S.J.**
n°1-2 p.283-290
- Khalafalla, A.I.**
n°4 p.548-550
- King, T.**
n°1-2 p.109-114
- Kirkpatrick, C.**
n°1-2 p.153-156
- Kitson, S.**
n°1-2 p.271-276
- Kitson-Piggott, W.**
n°3 p.435-437
- Kocan, K.M.**
n°1-2 p.183-188, n°1-2 p.49-56
- Koney, E.B.M.**
n°1-2 p.317-322
- Koubaye, A.**
n°4 p.631-636
- Lancelot, R.**
n°3 p.485-494
- Landais, E.**
n°4 p.683-692
- Lannoy, L.**
n°1-2 p.109-114
- Larsen, S.**
n°1-2 p.245
- Lauvergne, J.J.**
n°4 p.645-650, n°4 p.651-665, n°4 p.667-674
- Lawrence, J.A.**
n°1-2 p.211-215
- Leal, T.M.**
n°3 p.495-502
- Lefèvre, P.C.**
n°3 p.481-483, n°3 p.505-511
- Lerhun, D.**
n°1-2 p.195
- Lhoste, P.**
n°4 p.683-692
- Lighton, J.R.B.**
n°1-2 p.335-338
- Lloyd, C.M.**
n°1-2 p.313-316
- Lloyd, D.H.**
n°1-2 p.263-269, n°1-2 p.271-276
- Loregnard, R.**
n°3 p.435-437
- Louvet, A.**
n°1-2 p.109-114
- Lunel, E.**
n°1-2 p.109-114
- Mahan, S.M.**
n°1-2 p.121, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.165, n°1-2 p.197-201
- Maillard, J.C.**
n°1-2 p.205-207, n°1-2 p.229, n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.291-295
- Maillard, N.**
n°1-2 p.283-290
- Malika, J.**
n°1-2 p.211-215
- Mari, B.**
n°1-2 p.323-327
- Marique, T.**
n°1-2 p.153-156
- Martinez, D.**
n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.195, n°1-2 p.203, n°1-2 p.229, n°1-2 p.323-327, n°3 p.449-454
- Masaka, S.**
n°1-2 p.171-177
- Matheron, G.**
n°1-2 p.205-207, n°1-2 p.209
- Mbengue, M.**
n°1-2 p.217-221, n°3 p.441-447, n°3 p.449-454, n°4 p.551-561
- Mbi, C.**
n°4 p.621-630
- McCarthy, F.**
n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45
- McEwan Jenkinson, D.**
n°1-2 p.271-276
- McGuire, T.C.**
n°1-2 p.165
- McKeever, D.J.**
n°1-2 p.231-235
- McPherson, V.O.M.**
n°1-2 p.57-59
- Meki, N.T.**
n°3 p.438-439

- Minvielle, F.**
n°4 p.645-650
- Montrose, M.**
n°1-2 p.109-114
- Mopate, Y.**
n°3 p.485-494
- Moreau, Y.**
n°1-2 p.95
- Morrow, A.N.**
n°1-2 p.277-282, n°1-2 p.317-322
- Moutoussamy, M.**
n°1-2 p.323-327
- Msellati, L.**
n°3 p.505-511
- Mukolwe, S.W.**
n°1-2 p.179-181
- Murphy, G.L.**
n°1-2 p.49-56
- Musa, M.T.**
n°3 p.438-439
- Mwamengele, G.L.M.**
n°1-2 p.245
- Naves, M.**
n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.297-302
- Neitz, A.W.H.**
n°1-2 p.157-164
- Ngo Tama, A.C.**
n°4 p.651-665
- Ngou Ngoupayou, J.D.**
n°4 p.609-619
- Nieuwenhuijs, J.**
n°1-2 p.145-152
- Nisbett, B.**
n°1-2 p.109-114
- Nishikawa, H.**
n°3 p.431-434
- Njoku, C.O.**
n°1-2 p.303-308
- Norman, T.L.**
n°1-2 p.171-177
- Norval, R.A.I.**
n°1-2 p.183-188
- Nsalambi, D.**
n°4 p.539-543
- Nyack, B.**
n°1-2 p.109-114
- Oryang, D.**
n°1-2 p.47-48
- Oyekan, A.O.**
n°1-2 p.303-308
- Palin, C.**
n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.291-295
- Paxton, E.A.**
n°1-2 p.171-177
- Peacock, M.G.**
n°1-2 p.87-94
- Pepin, L.**
n°1-2 p.209
- Peter, T.**
n°1-2 p.121
- Picard, M.**
n°4 p.621-630
- Poermadjaja, B.**
n°1-2 p.277-282
- Pouilles-Duplaix, M.**
n°4 p.609-619, n°4 p.621-630
- Prozesky, L.**
n°1-2 p.247
- Quirin, R.**
n°3 p.495-502
- Race, R.E.**
n°1-2 p.87-94
- Ramos, J.A.**
n°1-2 p.71-75
- Ratovonahary, M.**
n°3 p.471-478
- Rechav, Y.**
n°1-2 p.335-338, n°1-2 p.339
- Rey, B.**
n°4 p.637-644
- Rice-Ficht, A.C.**
n°1-2 p.65-69
- Robinson, J.**
n°1-2 p.109-114
- Rouchosse, P.**
n°1-2 p.109-114
- Royer, V.**
n°4 p.597-608
- Ruff, G.**
n°1-2 p.205-207
- Rurangirwa, F.**
n°1-2 p.179-181
- Sanaa, M.**
n°3 p.403-422
- Sanogo, Y.**
n°3 p.455-461

Sasiak, A.B.
n°1-2 p.263-269, n°1-2 p.271-276

Sebesteny, A.
n°1-2 p.263-269

Semu, S.
n°1-2 p.121

Seye, M.
n°1-2 p.217-221

Seye, M.H.
n°1-2 p.217-221

Shaw, J.L.
n°1-2 p.355-358

Sheikboudou, C.
n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.229

Shomein, A.M.
n°3 p.438-439

Sieveking, H.U.
n°1-2 p.363

Soldan, A.W.
n°1-2 p.171-177

Sonko, M.L.
n°4 p.551-561

Souvenir Zafindrajaona, P.
n°4 p.645-650, n°4 p.651-665, n°4 p.667-674

Stachurski, F.
n°1-2 p.341-348

Stendel, W.
n°1-2 p.363

Strosberg, A.D.
n°1-2 p.203

Sumption, K.J.
n°1-2 p.171-177

Swanston, G.B.
n°1-2 p.109-114

Tabbaa, D.
n°3 p.431-434

Tatareau, A.H.
n°1-2 p.323-327

Tebele, N.
n°1-2 p.121

Tembo, S.D.
n°1-2 p.339

Thiam, A.
n°4 p.574-578

Thiébot, B.
n°1-2 p.109-114

Thye, G.D.
n°1-2 p.109-114

Toma, B.
n°3 p.403-422

Totté, P.
n°1-2 p.153-156, n°1-2 p.189-194, n°1-2 p.83-86

Toussaint, J.
n°1-2 p.47-48

Trap, I.
n°1-2 p.291-295

Uilenberg, G.
n°1-2 p.223-227

Vallée, F.
n°1-2 p.297-302, n°1-2 p.323-327

Van Kleef, M.
n°1-2 p.157-164, n°1-2 p.167-170

Van Vliet, A.H.M.
n°1-2 p.145-152, n°1-2 p.167-170

Van Vooren, J.P.
n°1-2 p.153-156

Van der Zeijst, B.A.M.
n°1-2 p.167-170

Vanopdenbosh, E.
n°3 p.431-434

Vega, C.A.
n°1-2 p.71-75

Veit, H.P.
n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45

Vidor, E.
n°1-2 p.95

Viguié-Martinez, M.C.
n°4 p.631-636

Vogel, S.W.
n°1-2 p.223-227

Vokaty, S.
n°1-2 p.57-59

Walker, A.R.
n°1-2 p.277-282, n°1-2 p.313-316, n°1-2 p.317-322

Wassink, L.
n°1-2 p.121

Wassink, L.A.
n°1-2 p.145-152

Waigalo, Y.
n°3 p.455-461

Wesonga, F.D.
n°1-2 p.179-181

Whiteland, A.P.
n°1-2 p.211-215

Williams, J.C.
n°1-2 p.87-94

Wilson, D.D.
n°1-2 p.359-362

Wilson, S.
n°1-2 p.47-48

Woods, V.M.
n°1-2 p.65-69

Wyers, M.
n°3 p.423-430

Wérenne, J.
n°1-2 p.153-156, n°1-2 p.189-194, n°1-2
p.83-86

Yenikoye, A.
n°4 p.631-636

Zeuh, V.
n°4 p.645-650, n°4 p.651-665, n°4 p.667-
674

Zhao, S.
n°1-2 p.65-69

Zilimwabagabo, P.
n°1-2 p.189-194.

■ Index des mots clés

ABATTAGE D'ANIMAUX
n°1-2 p.77-81

ACARICIDE
n°1-2 p.317-322, n°1-2 p.349-354, n°1-2
p.355-358, n°1-2 p.363

ACIDE AMINE
n°1-2 p.157-164

ACTIVITE SEXUELLE
n°4 p.631-636

ADN
n°1-2 p.167-170, n°1-2 p.253-256

ADN/RIBOSOME
n°1-2 p.253-256

AGNEAU
n°3 p.435-437

ALIMENTATION DES ANIMAUX
n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45, n°3 p.471-
478, n°4 p.597-608, n°4 p.609-619, n°4
p.621-630, n°4 p.631-636

ALLAITEMENT
n°4 p.631-636

ALLELE
n°1-2 p.205-207

AMBLYOMMA
n°1-2 p.237-243

AMBLYOMMA GEMMA
n°1-2 p.179-181

AMBLYOMMA HEBRAEUM
n°1-2 p.131-143, n°1-2 p.183-188, n°1-2
p.335-338, n°1-2 p.339

AMBLYOMMA MARMOREUM
n°1-2 p.335-338, n°1-2 p.339

AMBLYOMMA VARIEGATUM
n°1-2 p.101-108, n°1-2 p.109-114, n°1-2
p.171-177, n°1-2 p.183-188, n°1-2 p.217-
221, n°1-2 p.277-282, n°1-2 p.283-290,
n°1-2 p.291-295, n°1-2 p.309-311, n°1-2
p.313-316, n°1-2 p.317-322, n°1-2 p.323-
327, n°1-2 p.341-348, n°1-2 p.349-354,
n°1-2 p.355-358, n°1-2 p.359-362, n°3
p.441-447, n°3 p.449-454

AMELIORATION DES ANIMAUX
n°4 p.637-644

AMMONIAC
n°4 p.597-608

ANALYSE COUT-BENEFICE
n°3 p.485-494, n°3 p.505-511, n°3 p.513-
520

ANAPLASMA MARGINALE
n°1-2 p.49-56, n°1-2 p.71-75

ANAPLASMOSE
n°1-2 p.47-48

ANATOMO-PATHOLOGIE
n°4 p.539-543

ANIMAL DE LABORATOIRE
n°1-2 p.339

ANIMAL DOMESTIQUE
n°1-2 p.19-22

ANTIBIOGRAMME
n°3 p.435-437

ANTIBIOTIQUE
n°1-2 p.297-302

ANTICORPS
n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.123-129, n°1-2
p.131-143, n°1-2 p.145-152, n°1-2 p.171-
177, n°1-2 p.197-201, n°1-2 p.211-215,
n°1-2 p.223-227, n°1-2 p.231-235, n°1-2
p.61-63, n°3 p.431-434, n°3 p.463-470

ANTICORPS MONOCLONAL

n°1-2 p.167-170

ANTIGENE

n°1-2 p.101-108, n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.145-152, n°1-2 p.205-207, n°1-2 p.211-215, n°1-2 p.217-221, n°1-2 p.231-235, n°1-2 p.65-69, n°3 p.449-454, n°3 p.463-470

ANTILOPE

n°1-2 p.179-181

ANTISERUM

n°1-2 p.157-164

APPLICATION LOCALE

n°1-2 p.363

AVORTEMENT

n°3 p.495-502

BABESIA BIGEMINA

n°1-2 p.71-75

BABESIA BOVIS

n°1-2 p.65-69, n°1-2 p.71-75

BACILLUS ANTHRACIS

n°3 p.438-439

BACTERICIDE

n°1-2 p.303-308

BIOMETRIE

n°4 p.667-674

BOVIN

n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.121, n°1-2 p.131-143, n°1-2 p.153-156, n°1-2 p.189-194, n°1-2 p.195, n°1-2 p.197-201, n°1-2 p.203, n°1-2 p.211-215, n°1-2 p.23-26, n°1-2 p.231-235, n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.303-308, n°1-2 p.317-322, n°1-2 p.341-348, n°1-2 p.355-358, n°1-2 p.363, n°1-2 p.39-45, n°1-2 p.47-48, n°1-2 p.71-75, n°1-2 p.83-86, n°3 p.435-437, n°3 p.463-470, n°4 p.548-550, n°4 p.551-561, n°4 p.571-574, n°4 p.597-608

BOVIN BRAHMAN

n°1-2 p.297-302

BOVIN CREOLE

n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.323-327

BOVIN DIAKORE

n°3 p.449-454

BOVIN FRISON

n°4 p.548-550

BOVIN NDAMA

n°1-2 p.283-290, n°3 p.449-454

BREBIS

n°4 p.631-636

BRUCELLA MELITENSIS

n°1-2 p.61-63

CAPACITE DE CHARGE

n°4 p.675-681

CAPRIN

n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.205-207, n°1-2 p.209, n°1-2 p.229, n°1-2 p.245, n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.303-308, n°1-2 p.39-45, n°1-2 p.61-63, n°3 p.435-437, n°3 p.485-494, n°3 p.495-502, n°4 p.551-561, n°4 p.563-570, n°4 p.574-578, n°4 p.591-595, n°4 p.637-644, n°4 p.645-650, n°4 p.651-665, n°4 p.667-674

CARENCE EN VITAMINE

n°3 p.423-430

CARENCE MINERALE

n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45

CARICOM

n°1-2 p.359-362

CELLULE

n°1-2 p.277-282

CELLULE ENDOTHELIALE

n°1-2 p.153-156, n°1-2 p.189-194, n°1-2 p.195, n°1-2 p.203, n°1-2 p.223-227, n°1-2 p.49-56

CELLULE T

n°1-2 p.65-69

CETONE

n°4 p.578-579

CHARBON BACTERIDIEN

n°3 p.438-439

CHEVRE ALPINE

n°4 p.637-644

CHEVRE CREOLE

n°1-2 p.205-207

CHEVRE DJALLONKE

n°4 p.563-570

CHEVRE PEUL

n°4 p.563-570

CHEVREAU

n°3 p.435-437

CHIEN

n°1-2 p.355-358, n°1-2 p.87-94, n°1-2 p.95

CLONAGE MOLECULAIRE

n°1-2 p.167-170

CLONE

n°1-2 p.65-69

COLLAGENE

n°1-2 p.153-156

COMMERCE INTERNATIONAL

n°1-2 p.19-22

COMMERCIALISATION

n°4 p.637-644

COMPLEMENT ALIMENTAIRE

n°4 p.609-619

COMPLEMENTATION

n°3 p.471-478

**COMPLEXE MAJEUR
D'HISTOCOMPATIBILITE**

n°1-2 p.203, n°1-2 p.205-207

CONCEPTION DE PROJET

n°3 p.505-511

CONDUITE DU TROUPEAU

n°1-2 p.297-302, n°1-2 p.39-45

CONTROLE DE MALADIES

n°1-2 p.77-81, n°3 p.505-511

COQ

n°4 p.609-619, n°4 p.621-630

CORNE

n°4 p.645-650

COWDRIA

n°1-2 p.101-108, n°1-2 p.131-143

COWDRIA RUMINANTIUM

n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.131-143, n°1-2 p.145-152, n°1-2 p.153-156, n°1-2 p.157-164, n°1-2 p.165, n°1-2 p.167-170, n°1-2 p.171-177, n°1-2 p.179-181, n°1-2 p.183-188, n°1-2 p.189-194, n°1-2 p.195, n°1-2 p.197-201, n°1-2 p.203, n°1-2 p.209, n°1-2 p.211-215, n°1-2 p.217-221, n°1-2 p.223-227, n°1-2 p.229, n°1-2 p.231-235, n°1-2 p.237-243, n°1-2 p.245, n°1-2 p.247, n°1-2 p.83-86, n°3 p.441-447, n°3 p.449-454

COWDRIOSE

n°1-2 p.101-108, n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.121, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.153-156, n°1-2 p.165, n°1-2 p.171-177, n°1-2 p.179-181, n°1-2 p.183-188, n°1-2 p.197-201, n°1-2 p.205-207, n°1-2 p.211-215, n°1-2 p.217-221, n°1-2 p.223-227, n°1-2 p.229, n°1-2 p.231-235, n°1-2 p.237-243, n°1-2 p.245, n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.335-338, n°3 p.441-447, n°3 p.449-454

COXIELLA BURNETII

n°1-2 p.87-94

CROISEMENT

n°4 p.609-619, n°4 p.637-644

CROISSANCE

n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45, n°4 p.609-619

CULICOIDES

n°1-2 p.77-81

CULTURE DE CELLULE

n°1-2 p.145-152, n°1-2 p.153-156, n°1-2 p.189-194, n°1-2 p.223-227, n°1-2 p.49-56

CULTURE IN VITRO

n°1-2 p.101-108

CYCLE DE DEVELOPPEMENT

n°1-2 p.247

CYCLE OESTRAL

n°4 p.631-636

DELTAMETHRINE

n°4 p.581-589

DERMATOPHILOSE

n°1-2 p.253-256, n°1-2 p.263-269, n°1-2 p.277-282, n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.291-295, n°1-2 p.297-302, n°1-2 p.303-308, n°1-2 p.309-311, n°1-2 p.313-316, n°1-2 p.317-322, n°1-2 p.323-327

DERMATOPHILUS CONGOLENSIS

n°1-2 p.253-256, n°1-2 p.257-261, n°1-2 p.263-269, n°1-2 p.271-276, n°1-2 p.277-282, n°1-2 p.303-308, n°1-2 p.309-311, n°1-2 p.313-316, n°1-2 p.323-327

**DERMATOSE NODULAIRE
CONTAGIEUSE**

n°4 p.548-550

DIAGNOSTIC

n°1-2 p.121, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.165, n°3 p.423-430, n°3 p.463-470, n°4 p.548-550

DIAGNOSTIC DE LABORATOIRE

n°4 p.571-574

DIARRHEE

n°3 p.435-437

DIGESTIBILITE IN VITRO

n°4 p.597-608

DISTANCE GENETIQUE

n°4 p.667-674

DISTRIBUTION NATURELLE

n°1-2 p.237-243

DOT-BLOT

n°1-2 p.71-75

DROMADAIRE

n°1-2 p.309-311, n°3 p.438-439, n°3 p.455-461, n°3 p.471-478, n°4 p.578-579

ECHANGE GAZEUX

n°1-2 p.335-338

ECHANTILLONNAGE

n°3 p.403-422

ECLOSABILITE

n°4 p.621-630

ECONOMIE DE L'ELEVAGE

n°1-2 p.297-302, n°3 p.513-520, n°4 p.597-608, n°4 p.637-644, n°4 p.683-692

ECOPATHOLOGIE

n°3 p.481-483

ECRAN

n°4 p.581-589

EFFICACITE ALIMENTAIRE

n°4 p.609-619

EHRlichIA

n°1-2 p.101-108, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.131-143, n°1-2 p.145-152

EHRlichIA BOVIS

n°1-2 p.115-120

- EHRlichia OVINA**
n°1-2 p.115-120
- EHRlichia PHAGOCYTOPHILA**
n°1-2 p.115-120
- ELEVAGE TRADITIONNEL**
n°3 p.495-502
- ELEVEUR**
n°4 p.683-692
- ENCEPHALE**
n°1-2 p.245
- ENDEMIÉ**
n°1-2 p.95
- ENQUÊTE ÉCOPATHOLOGIQUE**
n°3 p.485-494
- ENQUÊTE PATHOLOGIQUE**
n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.71-75, n°3 p.403-422, n°3 p.449-454, n°3 p.455-461, n°3 p.471-478, n°3 p.481-483, n°4 p.574-578
- ENQUÊTE SEROLOGIQUE**
n°1-2 p.323-327
- ENVIRONNEMENT**
n°4 p.683-692
- ENZYME DE RESTRICTION**
n°1-2 p.253-256
- ÉPIDÉMIOLOGIE**
n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.217-221, n°1-2 p.297-302, n°1-2 p.309-311, n°1-2 p.323-327, n°1-2 p.47-48, n°1-2 p.57-59, n°1-2 p.71-75, n°3 p.403-422, n°3 p.423-430, n°3 p.431-434, n°3 p.435-437, n°3 p.438-439, n°3 p.441-447, n°3 p.449-454, n°3 p.455-461, n°3 p.463-470, n°3 p.485-494, n°3 p.495-502, n°3 p.505-511, n°4 p.545-547, n°4 p.548-550, n°4 p.574-578
- EVALUATION**
n°3 p.403-422, n°3 p.505-511
- FACTEUR DE RISQUE**
n°3 p.485-494
- FAO**
n°1-2 p.359-362
- FERTILITÉ**
n°4 p.609-619, n°4 p.631-636
- FIEVRE Q**
n°1-2 p.87-94
- FLUMETHRINE**
n°1-2 p.363
- FOETUS**
n°4 p.631-636
- FOURRAGE**
n°3 p.471-478, n°4 p.597-608
- GAIN DE POIDS**
n°1-2 p.39-45, n°4 p.609-619
- GENE**
n°1-2 p.167-170, n°1-2 p.263-269, n°1-2 p.291-295, n°4 p.645-650, n°4 p.651-665
- GENOME**
n°1-2 p.209
- GESTATION**
n°4 p.631-636
- GIRAFE**
n°1-2 p.179-181
- GLOSSINA TACHINOIDES**
n°4 p.571-574, n°4 p.581-589
- GLYCOPROTEINE**
n°3 p.431-434
- GOSSYPOL**
n°4 p.621-630
- GRANULOCYTE**
n°1-2 p.271-276
- HERBAGE**
n°1-2 p.23-26
- HERPESVIRUS BOVIN**
n°1-2 p.83-86
- HISTOLOGIE**
n°3 p.423-430
- HISTOPATHOLOGIE**
n°1-2 p.271-276
- HOTE**
n°1-2 p.237-243
- HYBRIDATION D'ADN**
n°1-2 p.253-256
- HYPERTHERMIE**
n°1-2 p.223-227
- IMMUNISATION**
n°1-2 p.157-164, n°1-2 p.229, n°1-2 p.339, n°1-2 p.87-94
- IMMUNITÉ**
n°1-2 p.205-207, n°1-2 p.231-235, n°1-2 p.65-69
- IMMUNITÉ CELLULAIRE**
n°1-2 p.87-94
- IMMUNODÉFICIENCE**
n°1-2 p.263-269
- IMMUNOFLUORESCENCE**
n°1-2 p.145-152, n°3 p.449-454
- IMMUNOFLUORESCENCE INDIRECTE**
n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.211-215, n°1-2 p.217-221, n°1-2 p.57-59, n°4 p.574-578
- IMMUNOLOGIE**
n°1-2 p.277-282
- INDICE DE PRIMARITÉ**
n°4 p.651-665

INFECTION

n°1-2 p.131-143, n°3 p.441-447

INFECTION EXPERIMENTALE

n°1-2 p.197-201, n°1-2 p.231-235, n°1-2 p.263-269, n°1-2 p.271-276, n°1-2 p.323-327, n°4 p.545-547, n°4 p.563-570

INFESTATION

n°1-2 p.171-177, n°1-2 p.23-26, n°1-2 p.341-348

INFLUENCE DE LA SAISON

n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45

INOCULATION

n°4 p.574-578

INSECTICIDE

n°4 p.581-589

INSEMINATION ARTIFICIELLE

n°4 p.609-619

INTENSITE DE CHARGE

n°1-2 p.23-26

INTERFERON

n°1-2 p.189-194, n°1-2 p.83-86

INTERLEUKINE

n°1-2 p.195

INTOXICATION

n°4 p.591-595

ISOLEMENT

n°1-2 p.157-164, n°1-2 p.179-181, n°1-2 p.303-308

JEUNE ANIMAL

n°3 p.471-478

LEISHMANIA INFANTUM

n°1-2 p.95

LESION

n°1-2 p.245, n°1-2 p.263-269, n°1-2 p.277-282, n°1-2 p.303-308, n°4 p.539-543

LUTTE ANTI-INSECTE

n°4 p.581-589

LUTTE ANTIACARIEN

n°1-2 p.171-177, n°1-2 p.317-322, n°1-2 p.341-348, n°1-2 p.349-354, n°1-2 p.355-358, n°1-2 p.359-362

LYMPHOCYTE

n°1-2 p.231-235, n°1-2 p.277-282

LYSINE

n°4 p.609-619

MAIS

n°4 p.597-608

MALADIE DE CARENCE

n°3 p.471-478

MALADIE DE LA PEAU

n°1-2 p.263-269, n°1-2 p.303-308, n°3 p.471-478

MALADIE SYSTEMIQUE

n°1-2 p.313-316

MALADIE TRANSMISSIBLE PAR TIQUES

n°1-2 p.109-114, n°4 p.551-561

MARQUEUR GENETIQUE

n°1-2 p.291-295

MASTOCYTE

n°1-2 p.271-276

MENSURATION CORPORELLE

n°4 p.645-650, n°4 p.667-674

METABOLISME HYDRIQUE

n°1-2 p.335-338

METHODE D'ELEVAGE

n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45

METHODE D'OPTIMISATION

n°3 p.505-511

METHODOLOGIE

n°3 p.403-422, n°3 p.485-494

MODELE DE SIMULATION

n°1-2 p.47-48

MOUTON AWASSI

n°3 p.431-434

MOUTON DJALLONKE

n°4 p.563-570, n°4 p.631-636

MOUTON PEUL

n°4 p.563-570

MYCOPLASMA CAPRICOLUM

n°1-2 p.253-256

NECROSE DU CORTEX CEREBRAL

n°3 p.423-430

NOMADISME

n°4 p.683-692

OVIN

n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.131-143, n°1-2 p.179-181, n°1-2 p.183-188, n°1-2 p.223-227, n°1-2 p.271-276, n°1-2 p.277-282, n°1-2 p.313-316, n°1-2 p.57-59, n°1-2 p.61-63, n°3 p.423-430, n°3 p.431-434, n°3 p.435-437, n°3 p.441-447, n°3 p.513-520, n°4 p.551-561, n°4 p.563-570, n°4 p.574-578, n°4 p.631-636

PALETUVIER

n°3 p.471-478

PARALYSIE

n°3 p.471-478

PARAMYXOVIRUS AVIAIRE

n°4 p.545-547

PARASITISME

n°1-2 p.27-38

- PARCOURS**
n°4 p.675-681, n°4 p.683-692
- PARTURITION**
n°4 p.631-636
- PASTORALISME**
n°4 p.683-692
- PATURAGE**
n°1-2 p.297-302, n°3 p.471-478, n°4 p.675-681
- PATURAGE EN ROTATION**
n°1-2 p.23-26
- PATURAGES**
n°4 p.683-692
- PAYS EN DEVELOPPEMENT**
n°3 p.505-511
- PEAU**
n°1-2 p.271-276
- PERFORMANCE DE PONTE**
n°4 p.609-619, n°4 p.621-630
- PERFORMANCE DE REPRODUCTION**
n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45, n°4 p.631-636
- PERGULARIA TOMENTOSA**
n°4 p.591-595
- PESTE EQUINE**
n°1-2 p.77-81
- PESTE PORCINE AFRICAINE**
n°4 p.539-543
- PIEGE**
n°4 p.581-589
- PIGEON**
n°4 p.545-547
- PLANTE TOXIQUE**
n°4 p.591-595
- PLUIE**
n°4 p.675-681
- PNEUMOPATHIE**
n°3 p.485-494
- POIDS**
n°4 p.621-630
- POINT ISOELECTRIQUE**
n°1-2 p.157-164
- POLIENCEPHALOMALACIE**
n°3 p.423-430
- POLITIQUE SANITAIRE**
n°3 p.505-511
- POLYMORPHISME ENZYMATIQUE**
n°1-2 p.253-256
- POLYMORPHISME GENETIQUE**
n°1-2 p.209, n°1-2 p.291-295
- POLYPEPTIDE**
n°1-2 p.257-261
- PORCELET**
n°3 p.435-437
- PORCIN**
n°3 p.435-437, n°4 p.539-543
- POULE**
n°1-2 p.355-358
- POULE PONDEUSE**
n°4 p.609-619, n°4 p.621-630
- POULET DE CHAIR**
n°4 p.621-630
- PREVALENCE**
n°1-2 p.217-221, n°1-2 p.57-59, n°3 p.441-447, n°3 p.449-454, n°3 p.463-470, n°4 p.571-574
- PRISE DE DECISION**
n°3 p.505-511
- PRODUCTION LAITIERE**
n°4 p.597-608, n°4 p.637-644
- PRODUIT ANIMAL**
n°1-2 p.19-22
- PROGESTERONE**
n°4 p.631-636
- PROJET DE RECHERCHE**
n°1-2 p.359-362
- PROPHYLAXIE**
n°3 p.513-520
- PROTEINE**
n°1-2 p.101-108, n°1-2 p.145-152, n°1-2 p.165, n°1-2 p.167-170, n°1-2 p.257-261
- PROTEINE ANTIGENIQUE**
n°1-2 p.157-164
- PROTOZOOSE**
n°4 p.551-561
- PULVERISATION**
n°1-2 p.355-358
- PYRETHRINOIDE**
n°1-2 p.349-354
- REACTION DE NEUTRALISATION**
n°1-2 p.197-201
- REPOSE IMMUNITAIRE**
n°1-2 p.195, n°1-2 p.197-201, n°1-2 p.211-215, n°1-2 p.229, n°1-2 p.65-69, n°1-2 p.87-94
- REPRODUCTION**
n°4 p.621-630

RESISTANCE AUX MALADIES

n°1-2 p.189-194, n°1-2 p.209, n°1-2 p.263-269, n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.291-295, n°1-2 p.339, n°1-2 p.39-45, n°1-2 p.83-86

RESISTANCE AUX PRODUITS CHIMIQUES

n°3 p.435-437

RESTRICTION A L'IMPORTATION

n°1-2 p.19-22

RICKETTSIA CONORII

n°1-2 p.183-188

RICKETTSIALES

n°1-2 p.83-86

ROTAVIRUS

n°1-2 p.83-86

RUMINANT

n°1-2 p.115-120

SALIVE

n°1-2 p.323-327

SALMONELLA

n°3 p.435-437

SALMONELLOSE

n°3 p.435-437

SANG

n°4 p.551-561

SANTE ANIMALE

n°3 p.505-511

SEROLOGIE

n°1-2 p.205-207, n°1-2 p.211-215, n°4 p.571-574, n°4 p.574-578

SEROTYPE

n°3 p.435-437

SERUM

n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.197-201, n°1-2 p.217-221, n°1-2 p.57-59, n°3 p.431-434, n°3 p.463-470, n°4 p.578-579

SEVRAGE

n°4 p.631-636

SOCIETE PASTORALE

n°4 p.683-692

SONDE A ADN

n°1-2 p.101-108, n°1-2 p.179-181, n°1-2 p.253-256, n°1-2 p.49-56, n°1-2 p.71-75

SOUCHE

n°1-2 p.253-256

SOURIS

n°1-2 p.197-201, n°1-2 p.263-269, n°1-2 p.271-276

SOUTHERN BLOTTING

n°1-2 p.253-256

SPERME

n°4 p.621-630

SULFATE FERREUX

n°4 p.609-619

SYMPTOME

n°4 p.539-543

SYSTEME AGROPASTORAL

n°4 p.683-692

SYSTEME D'ELEVAGE

n°4 p.637-644

TANNIN

n°4 p.591-595

TECHNIQUE D'IMMUNODIFFUSION

n°3 p.431-434

TECHNIQUE DE CULTURE

n°1-2 p.257-261

TECHNIQUE IMMUNOLOGIQUE

n°1-2 p.101-108, n°1-2 p.121, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.145-152, n°1-2 p.223-227, n°1-2 p.61-63, n°1-2 p.87-94

TEST CUTANE

n°1-2 p.313-316

TEST ELISA

n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.115-120, n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.145-152, n°1-2 p.171-177, n°1-2 p.313-316, n°1-2 p.323-327, n°3 p.463-470

TETRACYCLINE

n°1-2 p.101-108

THEILERIA PARVA

n°1-2 p.231-235

THERAPEUTIQUE

n°1-2 p.303-308, n°3 p.423-430

THIAMINE

n°3 p.423-430, n°3 p.513-520

TIGE

n°4 p.597-608

TIQUE

n°1-2 p.101-108, n°1-2 p.131-143, n°1-2 p.171-177, n°1-2 p.179-181, n°1-2 p.183-188, n°1-2 p.217-221, n°1-2 p.231-235, n°1-2 p.237-243, n°1-2 p.277-282, n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.291-295, n°1-2 p.297-302, n°1-2 p.309-311, n°1-2 p.313-316, n°1-2 p.317-322, n°1-2 p.335-338, n°1-2 p.341-348, n°1-2 p.349-354, n°1-2 p.355-358, n°1-2 p.359-362, n°1-2 p.47-48, n°3 p.441-447, n°4 p.551-561

TOURTEAU DE COTON

n°4 p.609-619, n°4 p.621-630

TOURTEAU DE SOJA

n°4 p.609-619

TRAITEMENT DES DONNEES

n°1-2 p.47-48

TRANSHUMANCE

n°4 p.675-681, n°4 p.683-692

TRANSMISSION DES MALADIES
n°1-2 p.183-188, n°1-2 p.19-22, n°3 p.441-447

TRICHOSTRONGYLIDAE
n°1-2 p.23-26

TROUBLE DU SYSTEME NERVEUX
n°3 p.423-430, n°3 p.513-520, n°4 p.545-547

TROUBLE LOCOMOTEUR
n°3 p.471-478

TRYPANOSOMA CONGOLENSE
n°4 p.563-570, n°4 p.571-574

TRYPANOSOMA EVANSI
n°1-2 p.57-59, n°3 p.455-461, n°4 p.574-578, n°4 p.578-579

TRYPANOSOMA VIVAX
n°1-2 p.57-59, n°3 p.463-470, n°4 p.563-570, n°4 p.571-574

TRYPANOSOMOSE ANIMALE
n°1-2 p.57-59, n°3 p.455-461, n°3 p.463-470, n°4 p.563-570, n°4 p.571-574, n°4 p.574-578, n°4 p.578-579

TRYPANOTOLERANCE
n°4 p.563-570

UREE
n°4 p.597-608

VACCIN
n°1-2 p.153-156, n°1-2 p.211-215, n°1-2 p.229, n°1-2 p.231-235, n°1-2 p.87-94

VACCIN ATTENUÉ
n°1-2 p.223-227

VACCIN INACTIVE
n°1-2 p.77-81

VACCIN VIVANT MODIFIÉ
n°1-2 p.77-81

VACCINATION
n°1-2 p.223-227, n°3 p.438-439

VACHE LAITIÈRE
n°4 p.597-608

VALEUR NUTRITIVE
n°4 p.597-608

VARIATION SAISONNIÈRE
n°1-2 p.237-243

VEAU
n°3 p.435-437, n°3 p.449-454

VECTEUR DE MALADIE
n°1-2 p.237-243, n°1-2 p.77-81

VIRULENCE
n°1-2 p.223-227

VIRUS
n°1-2 p.83-86, n°4 p.539-543

VIRUS MAEDI VISNA
n°3 p.431-434

VOLAILLES
n°4 p.609-619, n°4 p.621-630

WESTERN BLOTTING
n°1-2 p.123-129, n°1-2 p.145-152

ZEBU
n°1-2 p.171-177, n°3 p.449-454, n°3 p.463-470

ZEBU BRAHMAN
n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.291-295

ZEBU GOUDALI
n°1-2 p.341-348

ZEBU SOUDANAIS
n°1-2 p.283-290

ZONE TROPICALE
n°1-2 p.23-26, n°3 p.481-483

ZOONOSE
n°3 p.438-439

■ Index géographique

AFRIQUE
n°1-2 p.101-108

AFRIQUE DU SUD
n°1-2 p.101-108

ANGOLA
n°4 p.539-543

ANTILLES
n°1-2 p.349-354, n°3 p.435-437

ANTILLES FRANÇAISES
n°1-2 p.283-290

ARABIE SAOUDITE
n°4 p.545-547

- BENIN**
n°4 p.581-589
- BRESIL**
n°3 p.495-502
- BURKINA FASO**
n°4 p.563-570, n°4 p.631-636
- BURUNDI**
n°4 p.637-644
- CAMEROUN**
n°1-2 p.253-256, n°1-2 p.341-348, n°4 p.645-650, n°4 p.651-665, n°4 p.667-674
- CARAIBES**
n°1-2 p.101-108, n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.303-308, n°1-2 p.359-362, n°1-2 p.47-48
- COTE-D'IVOIRE**
n°3 p.423-430, n°3 p.513-520
- DJIBOUTI**
n°3 p.471-478
- FRANCE**
n°1-2 p.95
- GHANA**
n°1-2 p.317-322
- GUADELOUPE**
n°1-2 p.109-114, n°1-2 p.209, n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.297-302, n°1-2 p.349-354
- GUYANA**
n°1-2 p.57-59
- GUYANE FRANCAISE**
n°3 p.463-470
- HAITI**
n°1-2 p.27-38, n°1-2 p.39-45
- ILES VIERGES AMERICAINES**
n°1-2 p.355-358
- KENYA**
n°1-2 p.309-311
- MALAWI**
n°1-2 p.171-177, n°1-2 p.211-215
- MALI**
n°3 p.455-461
- MARTINIQUE**
n°1-2 p.283-290, n°1-2 p.291-295, n°1-2 p.323-327
- MAURITANIE**
n°4 p.574-578
- MEXIQUE**
n°1-2 p.71-75
- NIGER**
n°4 p.591-595
- NIGERIA**
n°4 p.571-574
- PAYS EN DEVELOPPEMENT**
n°1-2 p.19-22
- PORTO RICO**
n°1-2 p.355-358
- SAHEL**
n°3 p.455-461, n°4 p.675-681
- SAINT-KITTS**
n°1-2 p.303-308
- SAINTE-CROIX**
n°1-2 p.61-63, n°1-2 p.355-358
- SAINTE-LUCIE**
n°1-2 p.323-327
- SENEGAL**
n°1-2 p.217-221, n°3 p.441-447, n°3 p.449-454, n°4 p.551-561, n°4 p.675-681
- SOUDAN**
n°3 p.438-439, n°4 p.548-550, n°4 p.578-579
- SYRIE**
n°3 p.431-434
- TANZANIE**
n°4 p.597-608
- TCHAD**
n°1-2 p.253-256, n°3 p.485-494, n°4 p.645-650, n°4 p.651-665, n°4 p.667-674
- TRINITE**
n°3 p.435-437
- ZIMBABWE**
n°1-2 p.121