PN-ABE-040 64194

CIPEA Rapport de recherche

Recherches sur les systèmes des zones arides du Mali: résultats préliminaires

R.T. Wilson, P.N. de Leeuw
et C. de Haan (éditeurs)

Mai 1983

CENTRE INTERNATIONAL POUR L'ELEVAGE EN AFRIQUE
ADDIS-ABEBA (ETHIOPIE)

PUBLICATIONS DU CIPEA

Le Centre international pour l'élevage en Afrique (CIPEA) est un centre de recherche et d'information autonome à but non lucratif dont la mission est d'améliorer la production animale en Afrique au sud du Sahara. Ses activités et ses publications sont financées par le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI). Les institutions et pays membres du GCRAI qui contribuent au budget du CIPEA sont les suivants: Centre de recherche pour le développement international, Programme des Nations Unies pour le développement, Banque mondiale, Australie, Arabie saoudite, Belgique, Etats-Unis, Danemark, France, Iran, Irlande, Italie, Nigéria, Norvège, Pays-Bas, République fédérale d'Allemagne, Royaume-Uni, Suède, Suisse.

Toutefois, les publications du CIPEA relèvent uniquement de la responsabilité du Centre et des tiers éventuellement associés comme co-auteurs. Jusqu'en 1982, les deux principales publications scientifiques du Centre étaient les *Etudes de systèmes* et les *Monographies* aujourd'hui remplacées par les *Rapports de recherche.*

Les travaux décrits dans le présent rapport n'auraient pas pu être accomplis sans le concours des donateurs qui participent au financement du CIPEA par le truchement du GCRAI. A cet égard, nous tenons particulièrement à remercier très sincèrement le Fonds international pour le développement de l'agriculture et le Gouvernement belge pour leur généreuse contribution.

Recherches sur les systèmes des zones arides du Mali: résultats préliminaires

R.T. Wilson, P.N. de Leeuw
et C. de Haan (éditeurs)

Rapport de recherche No. 5
Centre international pour l'élevage en Afrique
Mai 1983

ORIGINAL.: FRANÇAIS

RESUME

Le présent Rapport de recherche décrit de manière détaillée les systèmes traditionnels d'élevage du Mali central ainsi que les principales contraintes à l'accroissement de leur productivité. L'étude met particulièrement l'accent sur le système agro-pastoral associé à la culture pluviale du mil et le système pastoral associé aux pâturages inondés et à la culture du riz dans le delta intérieur du Niger. Les ressources fourragères, la production animale, la production agricole, l'économie villageoise et l'organisation socio-territoriale sont analysées. Des conclusions générales sur l'orientation des recherches futures sont également esquissées.

MOTS-CLES

/Etude de systèmes/ /système agro-pastoral/ /système pastoral/ /système traditionnel/ /système d'élevage/ /pâturage/ /terre inondée/ /unités socio-territoriales/ /recherche/ /Sahel/ /zone aride/ /Mali/ /Afrique de l'Ouest/

ABSTRACT

This research report describes in detail the traditional livestock production systems of central Mali and the main constraints to their increased productivity. Particular emphasis is placed on the agropastoral system associated with rainfed millet and the pastoral system associated with floodplain grazing and rice cultivation in the inner Niger delta. Grazing resources, animal production, crop production, the village economy and socio-territorial organization are analysed. Some general conclusions regarding the direction of future research are also outlined.

KEY WORDS

/Systems study/ /agropastoral system/ /pastoral system/ /traditional system/ /livestock production system/ /pastures/ /flooded land/ /socio-territorial units/ /research/ /Sahel/ /arid zone/ /Mali/ /West Africa/

PREFACE

Le présent Rapport de recherche est la première "Etude de systèmes" résultant entièrement des travaux de terrain et de recherche à long terme du CIPEA sur les systèmes extensifs traditionnels de production agro-pastorale et pastorale. Il décrit les systèmes que l'on trouve dans la zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest et, de manière plus détaillée, le système agro-pastoral et le système pastoral des plaines d'inondation du Mali. Il fournit en outre les résultats et les analyses d'études pluridisciplinaires dans les domaines de la productivité des terrains de parcours, de la production animale, de la nutrition animale et de l'agronomie, tout aussi bien que des données d'enquêtes aériennes. Le Rapport brosse également un tableau des structures socio-économiques dominantes du système agro-pastoral et passe en revue les systèmes des unités socio-territoriales que l'on trouve dans la zone d'inondation du Niger. A cet égard, il évoque les études conjointes CIPEA/ODEM[1] envisagées sur les moyens possibles d'adapter l'organisation socio-territoriale aux pressions des populations humaines et animales actuelles et aux impératifs politiques de l'Etat malien.

Les résultats présentés dans ce rapport portent sur une période qui s'achève à la fin de 1980 (quoique dans certains cas le recueil des données se soit poursuivi jusqu'au milieu de 1981).

Le Rapport avait déjà été présenté dans sa première mouture à la Commission chargée de l'examen quinquennal du CIPEA (QQR) en octobre 1981 comme étant la base des travaux du Centre dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest et l'évaluation du Programme s'est inspirée en grande partie de ses résultats. L'élaboration du Rapport qui représente la synthèse de travaux de terrain et d'activités de recherche complétés par les recommandations de la Commission, a permis à l'équipe du Programme d'avoir une perception beaucoup plus précise des problèmes actuels de la zone.

Depuis le milieu de 1981, le Programme a réussi à mettre en oeuvre plusieurs de ses propres propositions de recherche qui sont énoncées dans la cinquième partie du présent Rapport. Actuellement, des travaux sont entrepris sur certaines composantes qui ont pour noms mortalité avant le sevrage, épidémiologie des maladies, nutrition et santé des boeufs de labour, compétition entre l'homme et l'animal pour le lait, agronomie des légumineuses fourragères et programme de gestion pastorale dans les conditions de l'exploitation. Le contrat CIPEA/ODEM est arrivé à terme en septembre 1982 et a débouché sur des propositions tendant à la création de nouvelles unités agro-pastorales.

Dès qu'ils seront sous leur forme finale, les résultats de ces travaux sur les composantes (dont certains sont déjà en cours d'analyse et de rédaction) seront publiés et soumis aux gouvernements et organismes de développement aux fins d'adoption et de mise en oeuvre éventuelles.

R.T. Wilson
Directeur/Zootechnicien principal
Programme Zones arides et semi-arides
Niono/Mali
6 avril 1983

[1]Office de developpement de l'élevage dans la région de Mopti.

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont reconnaissants au Dr Abdoulaye Maïga qui, pendant tout le temps qu'il a assumé les fonctions de Conseiller, les a encouragés par son ouverture au dialogue et sa disponibilité, à persévérer dans leurs efforts. Ils remercient sincèrement tout le personnel de terrain malien pour sa participation aux laborieux travaux de recueil des données.

MM. J. Durkin et R. Sayers ont fourni des conseils très utiles sur l'utilisation de l'ordinateur et sur l'analyse des données; sans leur aide, bon nombre des analyses les plus complexes que contient la présente étude n'auraient pu être effectuées. Aux membres du personnel de recherche et des services d'appui au Mali et en Ethiopie trop nombreux pour être cités individuellement, les auteurs adressent également leurs sincères remerciements pour leur collaboration. Enfin, les auteurs voudraient exprimer leur profonde gratitude à MM. Simon Chater et Daouda Niang qui ont respectivement édité et révisé les versions anglaise et française du présent document.

TABLE DES MATIERES

PREMIERE PARTIE. SYSTEMES D'ELEVAGE DANS LES ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST 1

1. INTRODUCTION (C. de Haan) 1

2. LES SYSTEMES DE PRODUCTION ANIMALE EN AFRIQUE DE L'OUEST
(J.J. Swift, R.T. Wilson et J. Harmsworth) 4

3. LES SYSTEMES DE PRODUCTION ANIMALE AU MALI
(J.J. Swift, R.T. Wilson et J. Harmsworth) 8
3.1. Les zones écologiques 8
3.2. Distribution des populations humaines et animales 8
3.3. Systèmes de production animale 13

DEUXIEME PARTIE. LES FONDEMENTS DE L'ELEVAGE 19

4. PLUVIOSITE (P.N. de Leeuw et P. Hiernaux) 24

5. PHYSIOGRAPHIE DE LA REGION (P. Hiernaux) 24
5.1. La pénéplaine continentale 24
5.2. Le delta mort 24
5.3. Le delta vif 25

6. RESSOURCES VEGETALES ET LEUR PRODUCTIVITE 28
6.1. Végétation de la zone d'étude (P. Hiernaux) 28
6.2. Les pâturages naturels sahéliens (P. Hiernaux, L. Diarra et M.I. Cissé) 33
6.3. Pâturages de la zone d'inondation du Niger (P. Hiernaux et L. Diarra) 42
6.4. Dégradation et régéneration (P.N. de Leeuw et P. Gosseye) 46

7. RESSOURCES ANIMALES (P.N. de Leeuw et K. Milligan) 51
7.1. Distribution saisonnière du bétail dans le delta et ses confins 51
7.2. Population animale du Mali central 59

TROISIEME PARTIE. LE SYSTEME AGRO-PASTORAL 63

8. PRODUCTION ANIMALE (R.T. Wilson) 63
8.1. Matériel et méthodes 66
8.2. Les bovins 67
8.3. Les petits ruminants 73
8.4. Les possibilités d'intervention 87

9. NUTRITION ANIMALE 95
9.1. Matériel et méthodes (M.S. Dicko) 95
9.2. Les bovins (M.S. Dicko, J. Lambourne, P.N. de Leeuw et C. de Haan) 96
9.3. Les ovins et les caprins (M.S. Dicko) 101
9.4. Les sous-produits agro-industriels (M.S. Dicko) 104
10. LE SOUS-SYSTEME DU MIL (C. Toulmin et D. Fulton) 107
10.1. Organisation sociale et production agricole à l'échelon villageois 107
10.1 1. Introduction 107
10.1.2. Echantillonnage et rassemblement de données 107
10.1.3. Organisation sociale 109
10.1.4. Cultures et utilisation des terres 111
10.1.5. La main-d'oeuvre 115
10.1.6. Les productions agricoles de 1980 117
10.1.7. L'économie villageoise 118
10.2. Pratiques culturales et amélioration des cultures
(P. Gosseye, H. Hulet, P.N. de Leeuw et C. de Haan) 119
10.2.1. Introduction 119
10.2.2. Introduction de plantes 121
10.2.3. Culture du niébé fourrager 122
10.2.4. Fertilisation du mil 126

QUATRIEME PARTIE. LE PASTORALISME DANS LES PLAINES D'INONDATION 130

11. DESCRIPTION GENERALE (J.J. Swift, A. Diallo et P. Hiernaux) 130

12. PRODUCTIVITE ET NUTRITION DES BOVINS 134
12.1. Mouvements, structure de la propriété et composition des troupeaux (A. Diallo) 134
12.2. Population animale (A. Diallo) 137
12.3. Reproduction, mortalité et croissance (A. Diallo et K. Wagenaar) 139
12.4. Production de lait (A. Diallo et K. Wagenaar) 146
12.5. Conditions de patûrage et nutrition (P.N. de Leeuw et A. Diallo) 147
12.6. Productivité comparée de quelques systèmes similaires
(P.N. de Leeuw; K. Wagenaar et R.T. Wilson) 157

13. GESTION DE PRODUCTIVITE DU MOUTON MACINA (R.T. Wilson) 163
13.1. Structure de la population 163
13.2. Gestion dans le cadre du système traditionnel 163
13.3. Paramètres de production 165
13.3.1. Performance de reproduction 165

13.3.2. Poids et croissance 167
13.3.3. Production de lait 167
13.3.4. Production de laine 170

14. RESSOURCES HUMAINES 171
14.1. Introduction (J. Marie et S. Cissé) 171
14.2. Méthodologie de recherche (P.N. de Leeuw et C. de Haan) 173

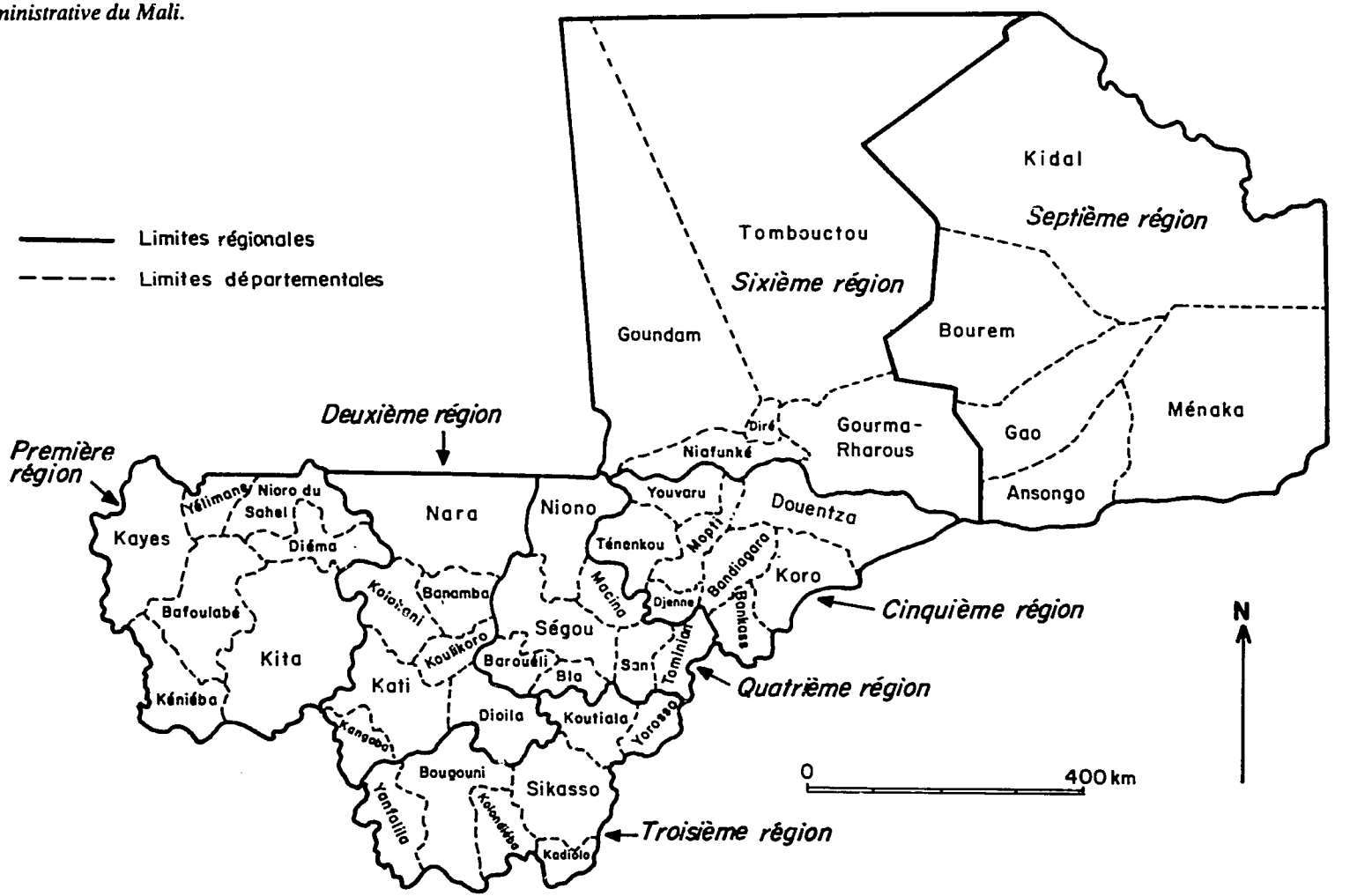
CINQUIEME PARTIE. ACTIVITES DE RECHERCHE FUTURES
(P.N. de Leeuw et C. de Haan) 177

15. LE SYSTEME AGRO-PASTORAL 177
15.1. Introduction de végétaux 177
15.2. Pratiques culturales 178
15.3. Traction animale 179
15.4. Petits ruminants 179

16. LE SYSTEME PASTORAL 181
16.1. Exploitation rationnelle des ressources pastorales 181
16.2. Equilibre entre agriculture et élevage 182
16.3. Développement des ressources en eau dans les terrains de parcours du Sahel 183
16.4. Les ligneux fourragers 184
16.5. Stratification de la production animale 184
16.6. Interventions au niveau du troupeau 185

REFERENCES 187

Carte administrative du Mali.



RECHERCHES SUR LES SYSTEMES DES ZONES ARIDES DU MALI : RESULTATS PRELIMINAIRES

PREMIERE PARTIE. SYSTEMES D'ELEVAGE DANS LES ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST

1. INTRODUCTION

(C. de Haan)

En 1978, la phase intensive du Programme du CIPEA a permis d'évaluer l'importance relative des différents systèmes de production décrits ci-dessous. Toutefois, il a été décidé, pour des raisons logistiques, qu'à l'avenir, l'accent ne serait mis que sur deux d'entre eux: le système agro-pastoral associé à la culture pluviale du mil et le système pastoral associé aux pâturages et à la culture de décrue.

L'agro-pastoralisme associé à la culture du mil a été retenu parce qu'il représente l'un des principaux systèmes du Sahel. Ce choix tient notamment à l'importance des populations humaines qui l'utilisent et au nombre des animaux qu'il permet d'élever. Les travaux de recherche du CIPEA au Mali avaient également permis de mettre l'accent sur le système agro-pastoral basé sur l'irrigation. Cependant, après la détermination des principaux paramètres techniques et du potentiel d'un certain nombre d'interventions biologiques, il fut décidé de donner la priorité à l'étude du système agro-pastoral associé à la culture pluviale du mil.

Quant au système pastoral associé aux pâturages et à la culture de décrue, il a été choisi parce qu'il contient en germe la solution d'un des problèmes les plus complexes des systèmes pastoraux sahéliens, à savoir, celui de l'organisation socio-territoriale. Par la mise en place d'une structure socio-territoriale appropriée et d'institutions connexes, l'on devrait parvenir à améliorer l'exploitation des pâturages et à développer la production animale. Les structures socio-territoriales que l'on trouve dans la zone d'inondation du Niger sont beaucoup plus stables que celles des autres parties du Sahel. L'on pourrait s'en servir comme modèle pour mettre au point une méthodologie susceptible de servir de base à l'établissement de nouvelles unités socio-territoriales. Une telle méthodologie pourrait être ultérieurement étendue aux autres parties du Sahel où les formes traditionnelles sont moins développées. On pense pouvoir tirer parti de l'existence de l'ODEM (Office de développement de l'élevage dans la région de Mopti), projet national de développement de l'élevage mis en place en vue de l'application de résultats de recherche, pour accélérer l'assimilation des innovations envisagées. Le choix du système des plaines inondées s'explique également par le fait que le delta intérieur du Niger fournit à une tranche importante de la population humaine et animale du Mali ses ressources alimentaires de base. Peu répandues au Sahel, les plaines inondées se rencontrent au Sénégal, en Mauritanie, autour du Lac Tchad et au Soudan.

Ainsi, au début des années 80, les principales activités entreprises par le CIPEA dans le cadre de son Programme sur les zones arides ont eu trait au système agro-pastoral associé à la culture du mil et au système pastoral associé aux pâturages et aux cultures de décrue. En ce qui concerne le premier système, le centre des activités se trouve à Niono. Les recherches sur le terrain s'effectuent dans un certain nombre de villages et sur des troupeaux autour de la ville tandis que les expériences se déroulent à la Station du Sahel. C'est dans la zone de Mopti (cinquième Région) que s'effectuent les études sur le second système, sous

l'égide de l'ODEM qui, en octobre 1980, a signé avec le CIPEA un accord particulier aux termes duquel il assure une partie substantielle du financement requis. On trouvera à la figure 7 la principale zone d'étude et les villages enquêtés par le CIPEA.

La présente étude retrace de manière succincte les recherches effectuées pendant quatre ans par le Centre international pour l'élevage en Afrique (CIPEA) sur les systèmes d'élevage dans les zones arides du Mali. Ce Programme de recherche a été lancé en 1976 après que le CIPEA eut signé avec l'Institut d'économie rurale (IER) un accord de coopération qui lui permettait d'utiliser les installations de la Station du Sahel à Niono (quatrième Région du Mali) et d'entreprendre, en collaboration avec l'IER, des études sur les systèmes d'élevage utilisés dans la zone située aux alentours de la Station. Les activités entreprises dans le cadre du Programme de recherche ont été par la suite étendues à la cinquième Région.

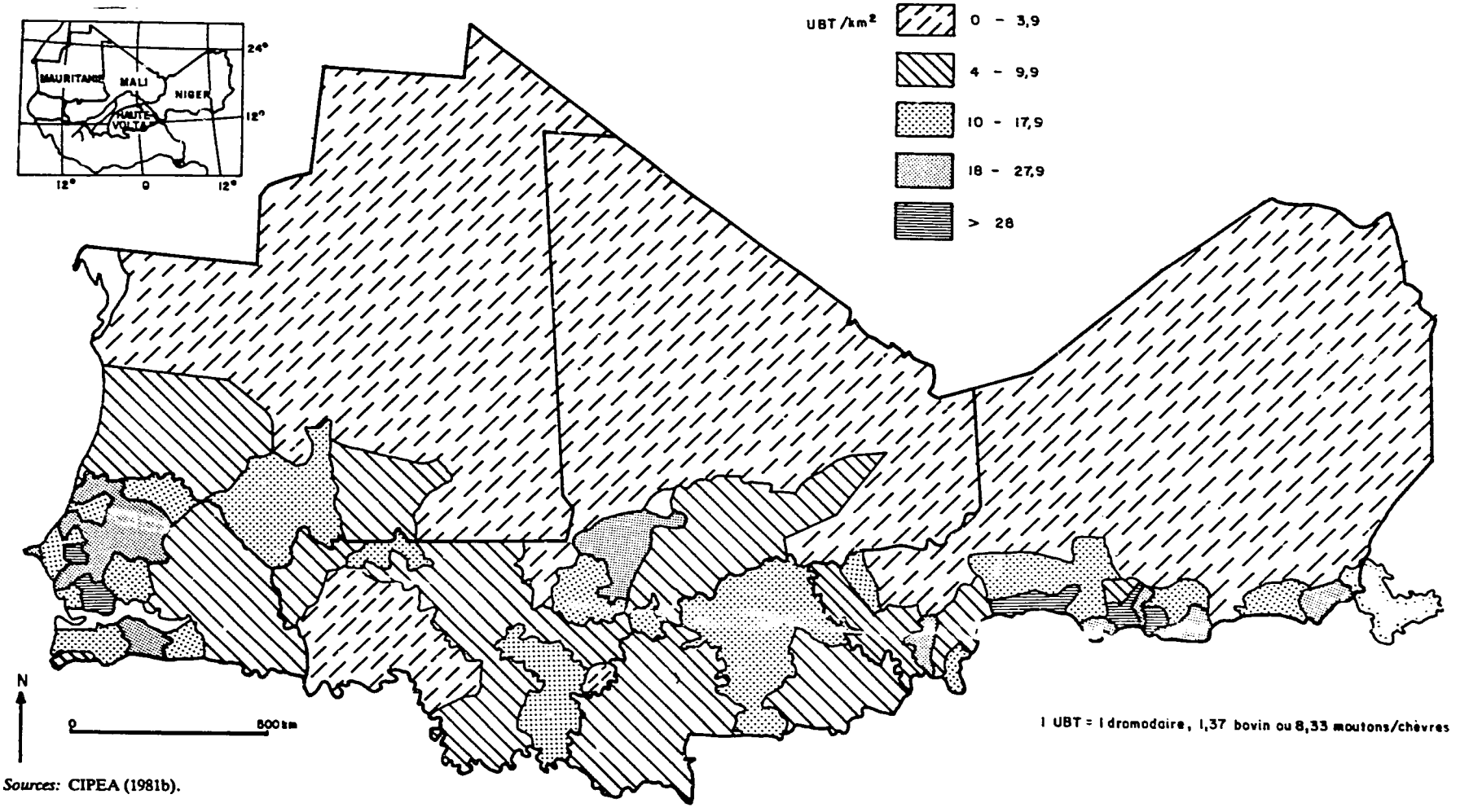
Au terme d'une évaluation approfondie du Programme effectuée à la fin de 1977, la décision fut prise d'intensifier la recherche en vue de mieux décrire les systèmes en question. Les résultats de cette démarche ont été consignés dans le document intitulé *ILCA (1978)* qui, par la suite, a servi de base au Programme de recherche.

Tout d'abord, l'étude met succinctement l'accent sur l'importance du cheptel et de la production animale dans le Sahel et décrit ensuite brièvement les systèmes d'élevage les plus répandus au Mali. Elle évoque également les traits saillants de la zone dans laquelle travaille le CIPEA, afin de donner au lecteur une idée exacte du cadre dans lequel s'effectuent ses recherches sur les divers systèmes d'élevage auxquels les auteurs du rapport ont consacré l'essentiel de leurs travaux. Les deux principaux chapitres font état des recherches qui ont été effectuées jusqu'ici sur les systèmes agro-pastoraux et pastoraux. Le chapitre final contient des conclusions générales et esquisse l'orientation des recherches futures.

Il convient de souligner d'emblée, que les systèmes étudiés sont complexes, qu'ils ont évolué au cours des siècles et que leur situation par rapport à l'environnement qui leur sert de cadre se caractérise par un équilibre précaire. De fait, compte tenu de leur niveau technologique et des contraintes inhérentes à tout système traditionnel, ils donnent l'impression d'utiliser assez rationnellement les ressources disponibles. Les interventions susceptibles d'être effectuées dans de tels systèmes pourraient avoir des effets négatifs, comme le montrent les résultats plutôt décevant des projets de développement mis en place dans les zones arides au cours des vingt dernières années. D'ailleurs, les effets des interventions ne peuvent être que progressifs et aucun bond spectaculaire de la productivité ne peut être escompté dans ce type de système. Aussi le CIPEA a-t-il consacré beaucoup de temps à la détermination des paramètres biologiques et socio-économiques qui caractérisent ces systèmes afin d'identifier les contraintes spécifiques qui freinent leur développement et d'élaborer des stratégies d'intervention qui s'avéreront efficaces à long terme. Il faut également noter que la recherche a fait plus de progrès dans certaines disciplines que dans d'autres, en raison du manque de personnel et du fait de problèmes administratifs, mais également à cause de certaines restrictions budgétaires.

Dans le présent rapport, l'accent a été notamment mis sur le développement de la productivité du bétail qui correspond à l'objectif principal que le CIPEA a pour mission de réaliser. Cependant, nous nous sommes constamment efforcés de replacer l'élevage dans le contexte biologique et social auquel il appartient, afin que les interventions éventuelles puissent être évaluées en fonction des systèmes dans lesquels elles s'effectueront.

Figure 1. *Densité du cheptel dans le Sahel ouest-africain.*



Sources: CIPEA (1981b).

2. LES SYSTEMES DE PRODUCTION ANIMALE EN AFRIQUE DE L'OUEST

(J.J. Swift, R.T. Wilson et J. Harmsworth)

Comme le montre le tableau 1, le cheptel des pays sahéliens est estimé à plus de 33 millions d'unités de bétail tropical (UBT), soit plus du quart du cheptel de l'Afrique tropicale (CIPEA, 1981a). En matière d'élevage, le Sahel revêt donc une importance capitale. Négligé jusque là, il a été pendant la dernière décennie au centre des préoccupations de la communauté internationale, notamment lorsque la sécheresse de 1971-1973 a obligé celle-ci à prendre conscience de sa vulnérabilité et du besoin pressant de résoudre ses problèmes de développement rural. Le bétail constitue le principal moyen de subsistance dans la plupart des régions du Sahel, car l'extrême variabilité de la pluviosité y rend les cultures très aléatoires. La pratique simultanée de l'agriculture et de l'élevage atténue les effets d'éventuelles crises agricoles. Dans certaines régions du Sahel où la pluviosité est nettement insuffisante, il serait impossible de s'adonner à l'agriculture sans l'élevage, qui contribue à atténuer les effets des déficits périodiques en céréales. Le nombre de têtes de bétail ne permet donc pas de se faire une idée exacte du rôle que joue le cheptel dans le Sahel.

On note des disparités considérables dans la répartition du bétail[1] du Sahel ouest-africain. Dans certaines régions, il existe une corrélation évidente entre les zones où la densité de la population animale est moyenne ou forte et celles où la densité de la population humaine est forte (figures 1 et 2). C'est le cas de l'ouest et du centre du Sénégal. Cette tendance est encore plus nette dans la zone d'agriculture intensive du Sud Niger où la pression sur les terres et l'insuffisance des jachères forcent les animaux à se déplacer vers le nord pendant la période des cultures. Cependant, on ne retrouve cette corrélation ni au Mali ni en Haute-Volta où l'on note une population animale relativement forte dans la partie occidentale du delta, alors que sur les plateaux Dogon et Mossi où les agriculteurs sont beaucoup trop pauvres pour investir dans le bétail et employer des boeufs de trait, les densités sont faibles. La carte du cheptel par habitant rural (figure 3) montre dans quelle mesure la population rurale est tributaire des activités pastorales et indique clairement l'importance du rôle que joue le bétail dans le nord de la région. Elle met également en relief la faiblesse du rapport UBT/population rurale dans le sud de la zone, exception faite des parties sud du Niger et du Sénégal.

Les principales régions pastorales du Mali se trouvent dans le centre et dans le nord du pays, en particulier dans les deux circonscriptions administratives de Nioro du Sahel et de Nara (où les pâturages situés près de la frontière mauritanienne sont utilisés par les Maures), dans la partie nord-ouest du delta du Niger (où pâturent des troupeaux peuhls) et dans les circonscriptions de Gourma Rharous, Gao et Menaka qui font partie de la zone pastorale touareg. On trouve d'autres grandes zones pastorales au Niger, notamment les régions Wodaabe et Touareg situées à l'ouest et au centre, et en Haute-Volta (région de Dori localisée dans la partie septentrionale du pays et où pâturent sur la même aire des troupeaux peuls et touaregs). Les disparités relatives à la place du bétail dans le Sahel ouest-africain rendent difficile, voire arbitraire, le choix du système ou des systèmes d'élevage à étudier. Le CIPEA a choisi le Mali à cause de son programme de recherche sur le Sahel, de la diversité des systèmes d'élevage que l'on y trouve, de la multiplicité des rôles qu'y joue le bétail et de la disponibilité relative d'infrastructures. La section suivante donne un aperçu plus détaillé sur l'élevage et sur l'utilisation des terres au Mali.

1 Cette partie est basée sur CIPEA (1981b).

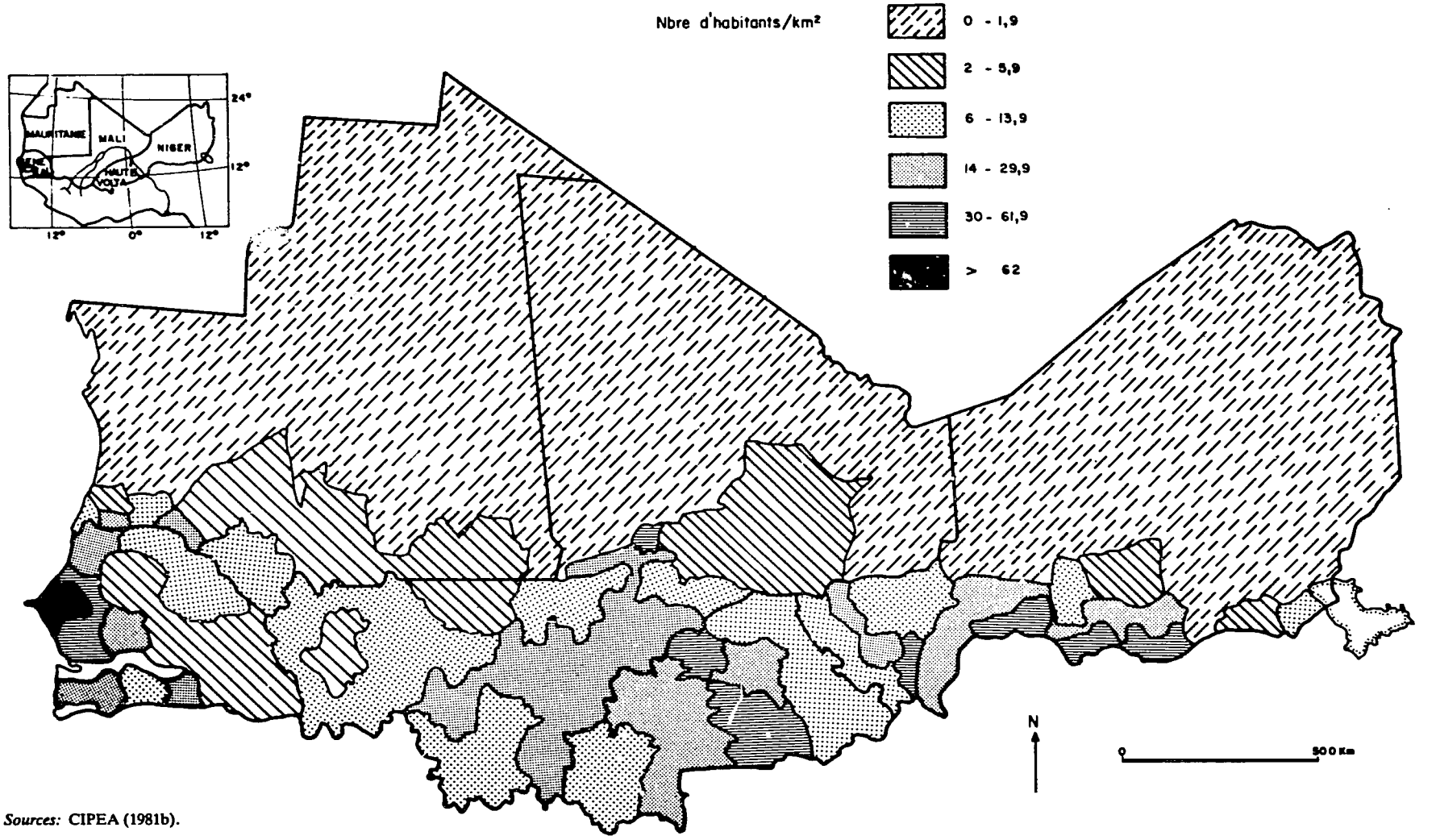
Tableau 1. *Distribution des ruminants par espèces dans les pays du Sahel (en milliers de têtes).*

Espèces:	Dromadaires		Bovins		Moutons		Chèvres		Total UBT
	Têtes	UBT[a]	Têtes	UBT	Têtes	UBT	Têtes	UBT	
Pays									
Sénégal	4	(4)	2 806	(1 964)	1 884	(188)	1 000	(100)	(2 256)
Mali	208	(208)	4 459	(3 121)	6 067	(607)	5 757	(576)	(4 512)
Haute-Volta	87	(87)	2 700	(1 890)	1 800	(180)	2 700	(270)	(2 427)
Niger	330	(330)	2 995	(2 096)	2 500	(250)	6 400	(640)	(3 316)
Tchad	410	(410)	4 070	(2 849)	2 278	(228)	2 278	(228)	(3 715)
Mauritanie	720	(720)	1 600	(1 120)	5 200	(624)	3 250	(390)	(2 854)
Total des têtes de bétail	1 759	(1 759)	18 630	(13 040)	19 729	(2 077)	21 385	(2 204)	(19 080)

[a] UBT calculé sur les bases suivantes: 1 dromadaire = 1 UBT; 1 bovin = 0,7 UBT; 1 mouton ou 1 chèvre = 0,12 UBT.

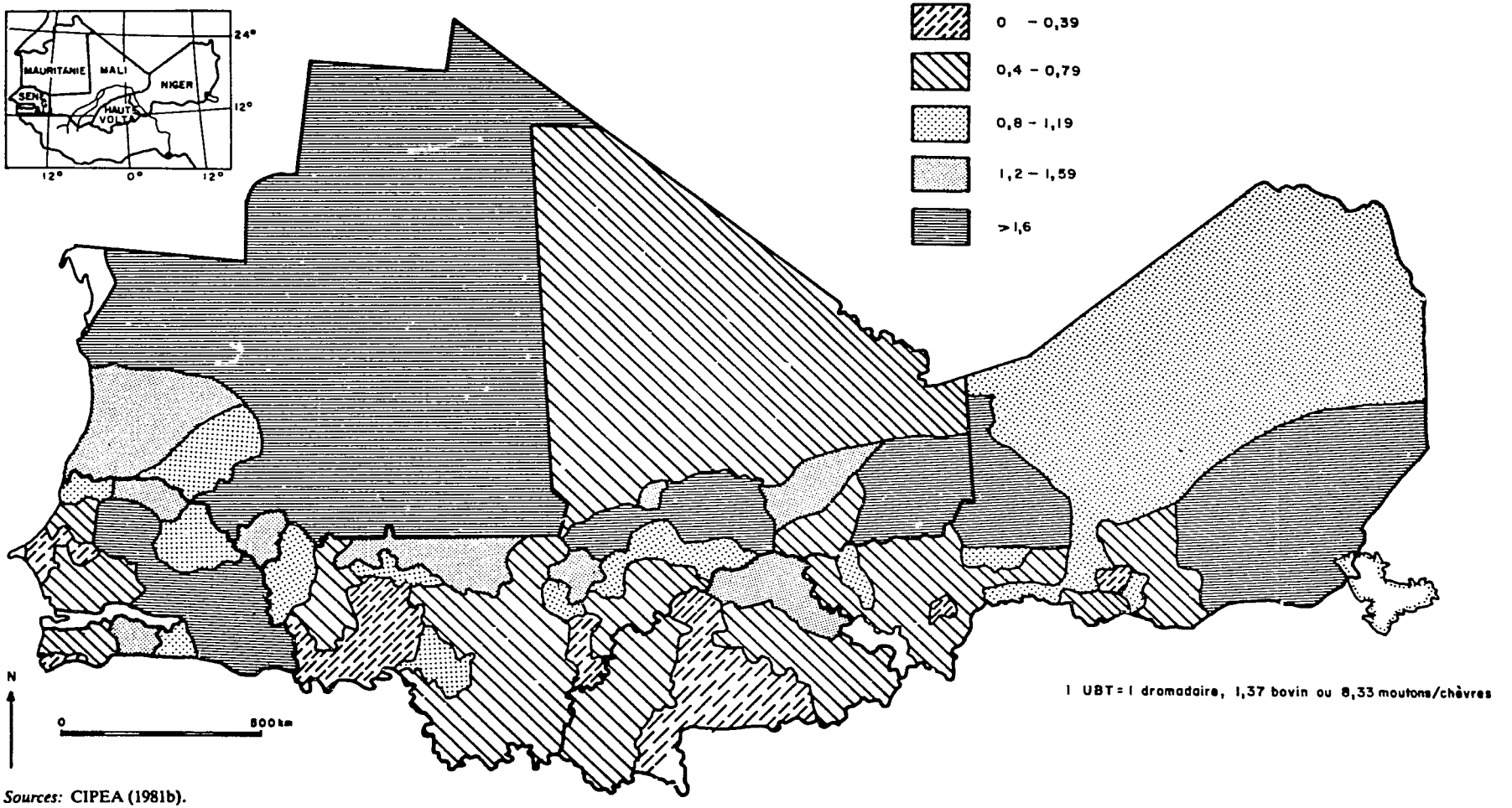
Sources: FAO (1979) et CIPEA (1981a).

Figure 2. *Densité de la population rurale dans le Sahel ouest-africain.*



Sources: CIPEA (1981b).

Figure 3. *Unités de bétail tropical par habitant rural dans le Sahel ouest-africain.*



Sources: CIPEA (1981b).

3. LES SYSTEMES DE PRODUCTION ANIMALE AU MALI

(J.J. Swift, R.T. Wilson et J. Harmsworth)

3.1. LES ZONES ECOLOGIQUES

Au Mali, les systèmes de production agricole et pastorale sont essentiellement tributaires de la pluviosité[1]. La figure 4 donne les courbes isohyètes qui indiquent la hauteur annuelle moyenne des précipitations au Mali et les principales zones écologiques qu'elles délimitent. Il convient toutefois de noter les particularités de la région inondée chaque année par le Niger, tant en ce qui concerne la végétation que sur le plan de l'utilisation des terres. On peut définir quatre grandes zones écologiques sur la base de la pluviosité et des crues annuelles.

i. La zone aride à vocation pastorale comprend toutes les terres où la hauteur des précipitations n'atteint pas 600 mm par an (400 mm avec une probabilité de 80%), à l'exclusion du delta intérieur du Niger. Cette zone se compose de deux bandes principales. La première coïncide avec les régions où la hauteur des pluies est inférieure à 200 mm, donc impropres à l'agriculture et où la végétation devient typiquement saharienne au nord de la ligne des 100 mm de pluie. Dans la seconde bande, souvent appelée nord-sahélienne, où le niveau des pluies est généralement de 200 à 600 mm, la forme d'agriculture pratiquée se caractérise par des cultures pluviales de faible rendement; celles-ci sont très aléatoires parce que le coefficient de variation de la pluviosité est de 25 à 35%[2]. Ainsi définie, la zone aride recouvre plus de la moitié de la superficie totale du Mali.

ii. La zone semi-aride à vocation pastorale, où se pratiquent également des cultures pluviales de faible rendement, se situe approximativement entre les isohyètes de 600 et de 1000 mm. Elle comprend les zones de végétation sud-sahélienne et nord-soudanienne qui s'étendent sur une bande relativement étroite, dans la moitié sud du pays. Le mil pluvial constitue la principale culture; vers le sud, il fait place au sorgho, à l'arachide et au coton. Le coefficient de variation de la pluviosité y est de 20 à 25%.

iii. La zone sub-humide à vocation agricole, caractérisée par la pratique de cultures pluviales, s'étend au sud de l'isohyète de 1000 mm et ne recouvre que les confins sud du Mali. Elle comprend les ceintures de végétation centrale et sud soudanienne. La pluviosité y est plus élevée et plus régulière et permet donc la culture pluviale du coton; le sorgho et, dans une moindre mesure, le maïs en constituent toutefois les cultures vivrières dominantes.

iv. Le delta intérieur du Niger caractérisé par des pâturages inondés et la pratique limitée de l'agriculture constitue une quatrième zone dont la végétation est fortement influencée par la crue annuelle du Niger. Il comprend les riches pâturages utilisés par les Peuhls et des zones réservées aux cultures traditionnelles (riz en particulier).

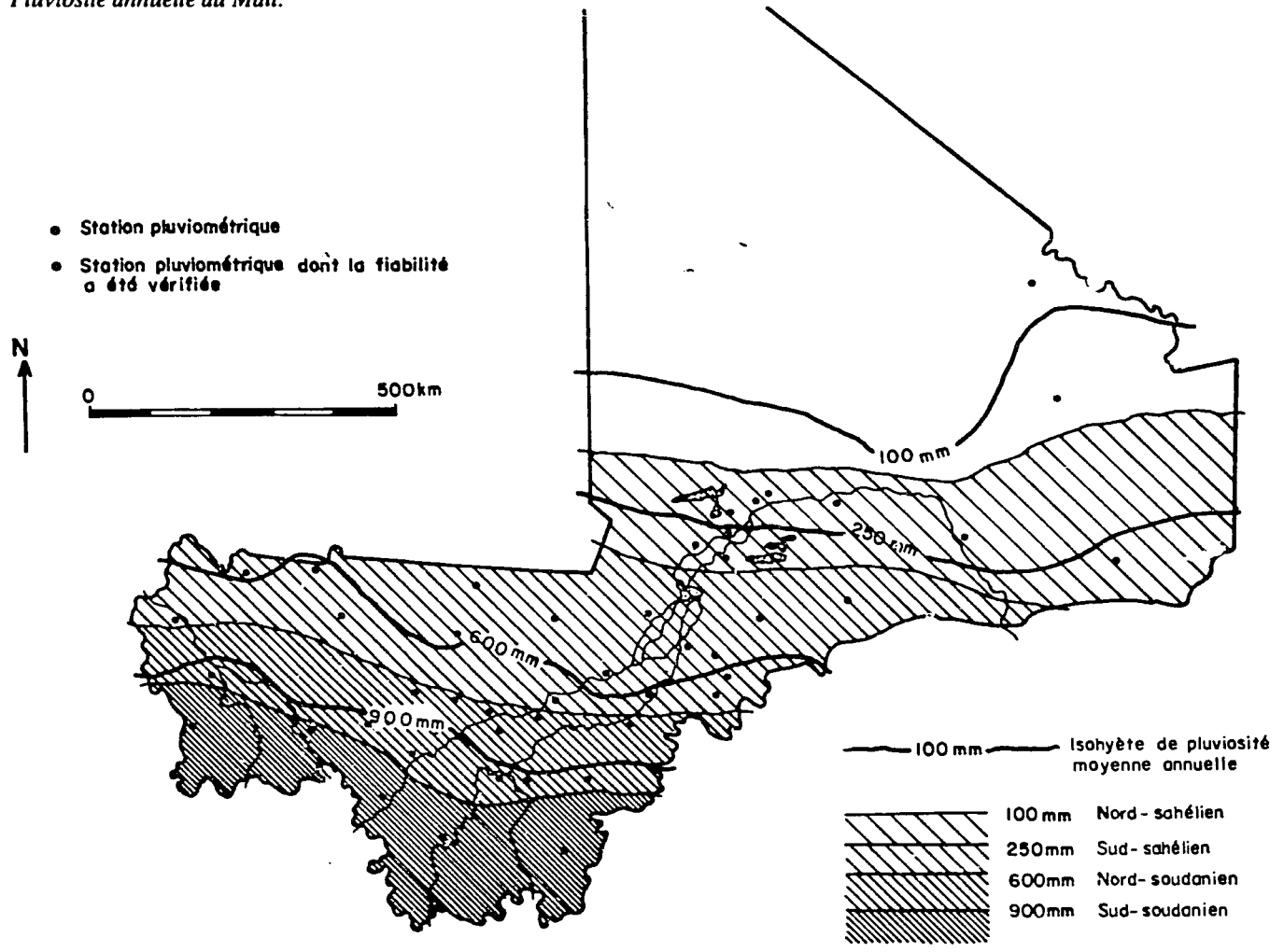
3.2. DISTRIBUTION DES POPULATIONS HUMAINES ET ANIMALES

La figure 2 indique les densités de la population rurale du Mali où l'on peut distinguer trois principales zones. La première est une vaste région à population très clairsemée (moins de 6 habitants/km^2) qui correspond en gros à la zone pastorale dont l'économie est essentiellement basée sur l'élevage (système de production pastorale

1 Les rapports entre le climat et la pluviosité annuelle sont analysés de manière approfondie au chapitre 4.

2 Le coefficient de variation est l'écart-type divisé par la pluviosité annuelle moyenne. Une pluviosité donnée a une probabilité de 80% lorsque la quantité des pluies est égale ou supérieure à cette donnée 8 ans sur 10.

Figure 4. *Pluviosité annuelle au Mali.*



Sources: cartographie des pays du Sahel, République française, Ministère de la coopération. (1976) (fichiers de l'ORSTOM).

"pure" décrit ci-après); elle inclut également la région montagneuse fortement infestée par la mouche tsé-tsé qu'on trouve dans le sud-ouest du pays. Le peuplement de la seconde zone varie de moyen à dense (plus de 14 habitants/km^2) et comprend le Plateau Dogon et les régions avoisinantes, Diré (petite circonscription centrale dotée d'un potentiel substantiel d'irrigation du fait de la proximité du Niger), toutes les autres zones irrigables du delta intérieur du Niger et celles contrôlées par l'Office du Niger ainsi que les secteurs du sud-est du Mali et de la périphérie de Bamako où se pratique une agriculture pluviale intensive. Le reste du pays (peuplement moyen de 6 à 14 habitants/km^2) constitue la troisième zone.

La figure 1, qui donne la densité du bétail en unités de bétail tropical (UBT) au km^2, indique qu'il y a au Mali deux grandes aires dont la première, de faible densité, couvre deux parties différentes du pays, à savoir une partie de la zone pastorale où l'on distingue de vastes étendues inutilisables à cause du manque d'eau et le sud-ouest du Mali où la mouche tsé-tsé limite considérablement la production animale. Ces deux zones correspondent à des régions de faible peuplement humain (voir ci-dessus). Par contre, la densité de la population animale est élevée dans la seconde aire couvrant le delta intérieur du Niger (zone essentiellement caractérisée par l'association du pastoralisme aux cultures irriguées) et, dans une moindre mesure, dans le sud-est du Mali où l'agriculture pluviale intensive est prépondérante.

La figure 3 indique le nombre d'UBT par habitant rural et partant, donne une idée de la situation matérielle des individus concernés ou du rôle que joue le bétail dans leurs vies, dans différentes parties du Sahel ouest-africain. Dans le cas du Mali, on note que les deux secteurs disposant d'un nombre très élevé d'UBT/habitant (c'est-à-dire ayant plus de 1,2 UBT/habitant rural) correspondent à la zone pastorale située au nord et au

Figures 5. *Nombre de bovins par habitant rural au Mali.*

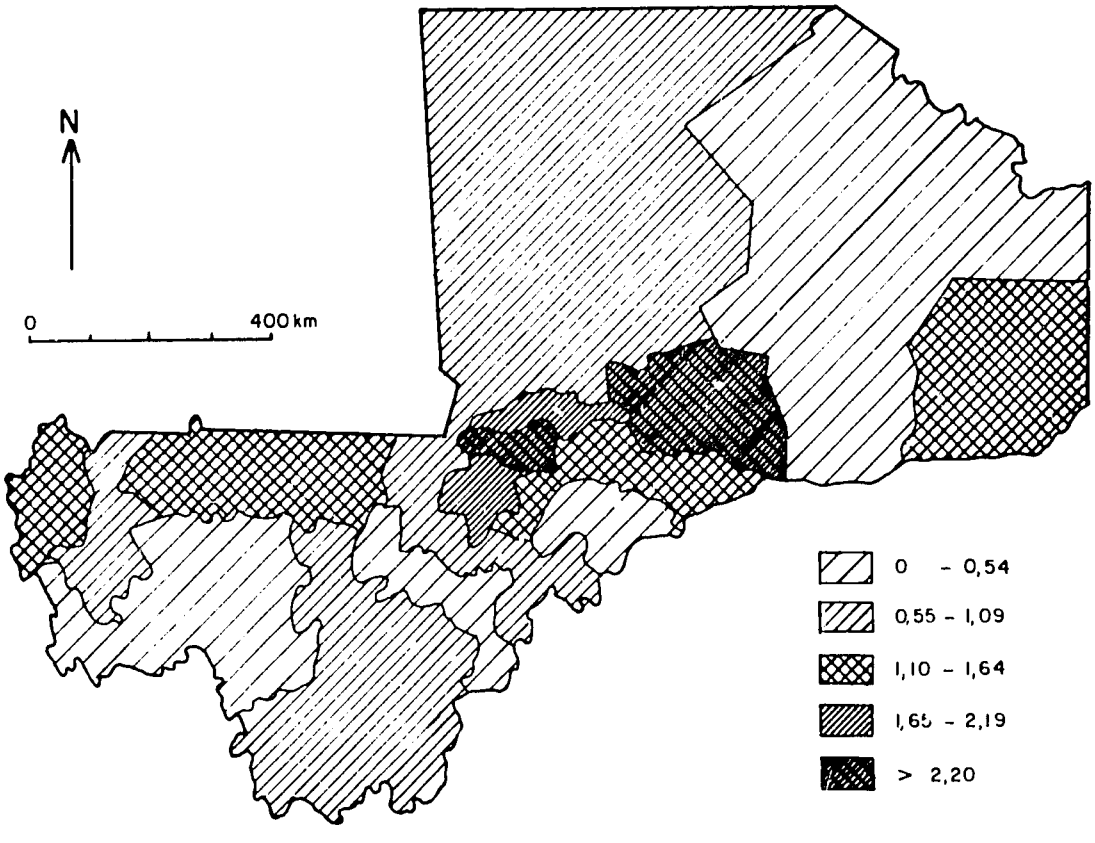
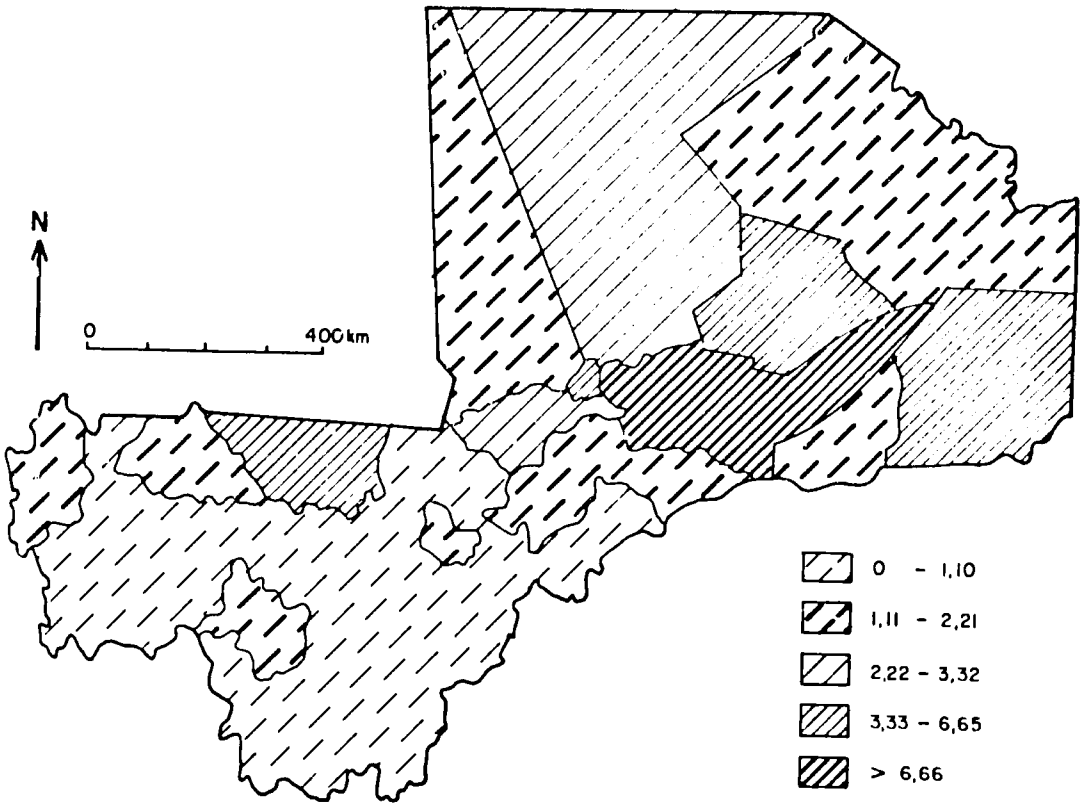


Figure 6. *Nombre de moutons et de chèvres par habitant rural au Mali.*



delta intérieur du Niger, c'est-à-dire là où le système de production pastorale "pure" et le système de production pastorale associé à la culture et aux pâturages de décrue sont prépondérants. La région dont le nombre d'UBT par habitant rural est le plus élevé est le district de Gourma-Rharous dans le Mali central, avec 4,4 UBT/habitant rural. Dans les secteurs situés hors de la zone pastorale du nord et de la zone du delta, en particulier dans les régions de peuplement très dispersé du sud-ouest, le nombre d'UBT par habitant rural est nettement moins élevé.

La comparaison des densités humaine et animale fait apparaître que les régions disposant d'un nombre élevé d'animaux par habitant rural se trouvent principalement dans le nord et l'est du pays, alors que celles dont la population humaine est importante se concentrent essentiellement dans le Sud-Est. Les deux zones se recoupent à peine. Il ressort clairement de ce qui précède que l'agriculture et le pastoralisme demeurent encore deux activités séparées au Mali, exception faite des circonscriptions centrales de Mopti, Macina, Diré et Niafunké, qui se situent toutes dans la zone inondée du Niger ou à proximité de celle-ci, et où se pratiquent à la fois l'agriculture et l'élevage.

Si l'on considère séparément le nombre de bovins et de petits ruminants détenus par habitant rural, il apparaît que pour ce qui est des bovins, les régions à densité élevée (figure 5), c'est-à-dire disposant en moyenne de plus d'une tête de bovin par habitant rural, se trouvent dans une bande située le long de la bordure sud de la zone pastorale: dans les circonscriptions de Nioro du Sahel et de Nara, le long de la frontière mauritanienne, dans le delta intérieur du Niger, dans le sud de la circonscription de Gourma-Rharous et dans celle de Menaka à l'est. Cette bande correspond d'une part, aux zones où se pratique l'élevage associé à la culture sèche et de décrue, et d'autre part, aux confins sud de la zone où prévaut le système pastoral "pur".

La répartition des moutons et des chèvres par habitant rural (figure 6) est quelque peu différente. Les trois régions où leur nombre est le plus élevé (plus de 2,2 moutons/chèvres par habitant rural) recouvrent une aire correspondant en

gros à la zone patorale où le système de production pastorale "pure" est prépondérant. Par rapport à celle des bovins, la densité de la population de moutons et de chèvres est relativement plus élevée dans le Nord et dans l'Est; c'est dans les circonscriptions de Gourma-Rharous, Gao, Bourem et Menaka que le rapport des petits ruminants aux populations rurales est le plus élevé. Les résultats obtenus dans le reste du Mali, en particulier dans le Sud, sont nettement plus faibles. Les petits ruminants, à l'exception du mouton à laine du Macina, sont relativement peu nombreux dans la plus grande partie du delta intérieur du Niger qui est avant tout une zone à bovins.

A partir de ces données on a pu estimer la répartition du bétail par zones écologiques au Mali. Pour ce faire, on a assimilé les circonscriptions administratives qui avaient été l'objet de recensements à l'une des zones écologiques définies dans la section 3.1., puis on a fait des estimations sur les fractions de territoires appartenant à une autre zone. La répartition par zones écologiques des populations humaine et animale du Mali ainsi évaluée figure dans le tableau 2.

La population rurale du Mali est principalement concentrée dans la zone semi-aride qui ne couvre que 16% du pays mais abrite 43% de ses habitants. La zone sub-humide du Sud abrite un

Tableau 2. *Distribution humaine et animale par zones écologiques au Mali.*

	Surface		Popul.		Drom.	
	km²	%	(en milliers de têtes)	%	(en milliers de têtes)	%
Zone aride	856	(70)	815	(15)	164	(91)
Zone semi-aride	191	(16)	2 355	(43)	15	(8)
Zone sub-humide	129	(10)	1 514	(27)	—	—
Delta intérieur du Niger	54	(4)	840	(15)	1	(1)
Total	1 230	(100)	5 524	(100)	180	(100)

Tableau 2. *Suite.*

	Bovins		Moutons/chèvres		UBT*	
	(en milliers de têtes)	%	(en milliers de têtes)	%	(en milliers de têtes)	%
Zone aride	939	(21)	3 596	(43)	1 277	(28)
Zone semi-aride	1 468	(32)	2 418	(29)	1 380	(31)
Zone sub-humide	1 009	(22)	790	(10)	832	(19)
Delta intérieur du Niger	1 114	(25)	1 489	(18)	993	(22)
Total	4 530	(100)	8 293	(100)	4 482	(100)

* 1 dromadaire = 1 UBT; 1 bovin = 0,73 UBT; 1 chèvre ou 1 mouton = 0,12 UBT.

Sources: établi par les auteurs d'après différentes sources.

peu plus d'un quart de la population rurale du Mali et la zone aride et le delta intérieur du Niger en contiennent chacun 15%.

La zone aride ou pastorale abrite plus de 90% des dromadaires du Mali et 43% de ses moutons et chèvres contre 2 1% seulement des bovins. Cependant, il faut rappeler que les bovins, les moutons et les chèvres du delta intérieur du Niger utilisent tous les parcours de la zone pastorale pendant six mois de l'année et qu'il en est de même des bovins appartenant aux régions d'agriculture pluviale extensive du Sud. Inversement, les animaux appartenant à la zone pastorale utilisent après la récolte, et jusqu'à la saison des pluies suivante, les pâturages et les résidus des cultures des zones agricoles. Le tableau 2 montre clairement que si la superficie de la zone semi-aride est beaucoup plus réduite que celle de la zone aride, elle n'en abrite pas moins un tiers environ des bovins et des UBT du Mali.

3.3. SYSTEMES DE PRODUCTION ANIMALE

Deux critères essentiels ont été utilisés pour définir les systèmes de production animale au Mali, à savoir la part des produits de l'élevage dans le revenu brut ou l'approvisionnement alimentaire des ménages ou des unités de production et les divers types de cultures pratiqués parallèlement à l'élevage. D'autres critères fréquemment utilisés tels que ceux de la durée des déplacements du bétail et de la distance parcourue qui représentent des caractéristiques importantes d'un système d'élevage auraient également pu être retenus. Toutefois, ceux-ci sont aléatoires et contribuent généralement à détourner l'attention du facteur principal: le rôle que jouent les animaux dans la vie des éleveurs et des agriculteurs.

Des limites quelque peu arbitraires ont été fixées pour déterminer le rôle que jouent les produits de l'élevage dans la vie des populations concernées. Tout système dans lequel plus de 50% du revenu brut (valeur de la production auto-consommée plus production commercialisée), ou plus de 20% des calories alimentaires domestiques proviennent directement de l'élevage ou d'activités connexes a été classé comme système pastoral. Un système dans le cadre duquel les utilisateurs tirent 10 à 50% de leur revenu brut du bétail, c'est-à-dire 50% ou plus de l'agriculture est réputé être un système agro-pastoral. Un troisième système dans le cadre duquel le bétail fournit à l'éleveur moins de 10% du revenu aurait pu être classé comme système agricole s'il ne se situait pas en dehors du champ de la présente étude. Il faut également remarquer que le concept de revenu brut englobe la valeur théorique des dromadaires ou d'autres animaux de bât ainsi que la valeur affectée aux bovins pour la traction et la production de fumier. Le tableau 3 indique l'importance du rôle que joue le bétail dans divers systèmes de production au Mali et dans le Sahel ouest-africain.

Les deux principaux critères ont ainsi permis de définir deux grands systèmes de production: le système pastoral et le système agro-pastoral, lesquels se décomposent en un certain nombre de sous-systèmes. Ces sous-systèmes figurent dans le tableau 4, qui fait état des principales caractéristiques de chacun des deux systèmes. Trois sous-systèmes pastoraux ont été identifiés. Le premier, qu'on trouve dans la zone aride du Nord, est un système "pur", extrêmement mobile; il n'a pratiquement aucun lien avec l'agriculture. Dans le second système pratique dans le Centre-Nord et les régions semi-arides du Nord-Ouest, la production animale va de pair avec une agriculture sous pluie à échelle réduite et se caractérise par l'échange de fumier contre la pâture des résidus des récoltes. Les bovins, les chèvres et les moutons constituent les principales espèces élevées. Dans le troisième sous-système, propre au delta intérieur du Niger et à l'arrière-pays, la production animale est liée au pâturage sur terres inondées et s'effectue parallèlement à l'agriculture irriguée qui joue ici un rôle plus important que dans les autres systèmes. Les principaux animaux élevés dans ce système sont les bovins.

En ce qui concerne l'agro-pastoralisme, trois sous-systèmes qui se caractérisent par un faible degré de mobilité ont également été identifiés; l'agriculture en constitue la composante essentielle et les principales espèces d'animaux élevés sont les bovins, souvent utilisés pour la traction. Dans le premier de ces sous-systèmes que l'on rencontre dans les régions semi-arides du Centre, la production animale est associée à la culture pluviale du mil pratiquée essentiellement pour assurer la subsistance des populations. Dans le second sous-système que l'on rencontre dans le delta mort du Niger, les animaux sont élevés par des colons installés dans la zone, dans le cadre du projet d'irrigation de l'Office du Niger; la principale culture est le riz. Dans le troisième sous-système que l'on trouve dans les zones sub-humides du Sud, la production animale est la composante mineure d'un système agro-pastoral basé sur des cultures vivrières et commerciales (notamment mil, sorgho, coton et arachide).

Tableau 3. *Rôle de l'élevage dans différents systèmes de production au Sahel.*

	Pourcentage du revenu brut provenant de l'élevage	Pourcentage de la consommation domestique (total en kcal.)			
		Lait	Viande	Céréales	Sources et date
Pastoralisme pur					
Mali: NE Touareg	99	68	8	24	(1) 1971
Niger: Touareg	80	51	3	47	(1) 1963
Wodaabe	96	39	2	58	(1) 1963
Tchad: Arnakaza	–	48	–	24	(1) 1950
Pastoralisme/cultures pluviales					
Haute-Volta: Peuhl	78	12	3	85	(2) 1977
Niger: Peuhl	–	24	2	74	(4) 1963
Touareg	–	33	2	65	(4) 1963
Touareg	–	17	3	80	(3) 1963/7
Pastoralisme/cultures et pâturages de décrue					
Mali: Peuhl du delta du Niger	57	25	–	75	(5) 1958
Agro-pastoralisme					
Mali: SE de Segou	10	0,5[a]	0,8	95	(6) 1974/5
Haute-Volta: Mossi	10				(2)

[a] Probablement sous-estimée.

Sources: (1) Swift (1979a et b); (2) Delgado (1978); (3) Eddy (1979), mais les valeurs en kcal ont été recalculées sur la base de 850 kcal/kg pour le lait, de 1450 kcal/kg pour le viande; (4) Swift (1979a); (5) Swift (1979a), recalculé à partir de Gallais (1967); (6) IER (1975).

Il ressort du tableau 4 que 30% des animaux de la zone semi-aride sont élevés dans le cadre du système agro-pastoral alors que les 70% restants relèvent du système pastoral associé aux cultures pluviales. Dans la zone aride, 50% des bovins et 70% des petits ruminants sont élevés dans le cadre d'un système pastoral "pur", l'élevage du reste du cheptel se pratiquant parallèlement à la culture pluviale du mil.

L'importance relative des espèces locales élevées dans le cadre de ces systèmes et sous-systèmes varie considérablement, à la seule exception des dromadaires que l'on ne trouve presque exclusivement que dans le sous-système pastoral "pur" des zones arides et dont on rencontre également un nombre limité dans le sous-système pastoral associé à la culture pluviale. Cependant, même dans le système pastoral, le nombre des dromadaires, par rapport à celui des bovins et des petits ruminants, est peu important. Quel que soit le système[1] considéré, qu'ils soient élevés pour leur lait, pour leur force ou pour les deux à la fois, les bovins constituent probablement le type de bétail le plus important en raison de leurs caractéristiques pondérales et de leur valeur commerciale. Comme on l'a vu dans le tableau 2, ils dominent le secteur de l'élevage au Mali en termes d'UBT, bien que les chèvres et les moutons soient probablement nettement sous-estimés sur le plan numérique. Les moutons sont extrêmement importants dans le système pastoral, en particulier dans les régions du delta où l'on trouve les

1 Il convient toutefois de noter que si un système "urbain" devait être conçu, les ânes, suivis de près par les chèvres, pourraient facilement supplanter les bovins.

sous-systèmes "pur" et associé à la culture de décrue. Dans ce dernier, le mouton à laine du Macina domine. Les chèvres sont beaucoup plus importantes que les moutons dans le système agro-pastoral, du moins au plan de l'unité individuelle de production. Ce fait, qui est rarement pris en compte dans les statistiques ou dans les plans de développement, ne devrait pas être négligé.

Dans le système agro-pastoral, et en particulier dans les sous-systèmes caractérisés par des cultures d'irrigation et de rente, les boeufs de trait constituent un élément extrêmement important. Les ânes, en assurant le transport des produits agricoles et du bois de chauffage, y jouent également un rôle important qui n'est généralement pas reconnu. Les chevaux, même s'ils confèrent éventuellement à leurs détenteurs une partie du prestige dont jouissaient autrefois les propriétaires de bétail, jouent un rôle effacé dans tous les systèmes considérés.

Les troupeaux sont constitués par différents moyens, y compris l'héritage, les dons, les prêts et le croît. Dans le sous-système pastoral pur, certains animaux peuvent être achetés grâce aux bénéfices réalisés au titre du commerce caravanier ou sur le produit d'un salaire souvent gagné à l'étranger. Dans le sous-système pastoral associé aux cultures pluviales, certains bénéfices agricoles sont réinvestis dans le bétail; il en est de même dans le sous-système pastoral associé à la culture de décrue. Dans ces deux cas, les femmes peuvent détenir un nombre considérable d'animaux provenant d'un apport dotal et du placement de bénéfices réalisés sur la vente du lait.

En l'absence d'autres possibilités d'investissement, l'achat de bétail représente un moyen d'épargner les bénéfices produits par l'agriculture. Mais, de nombreux indices suggèrent que des changements rapides de propriétaires se produisent, et que souvent, les nouveaux propriétaires sont des fonctionnaires, des militaires et des commerçants aussi bien que des agriculteurs qui font de gros placements dans le bétail. Cette tendance rend compte du recours de plus en plus fréquent aux services de conducteurs de troupeaux salariés et de l'acquisition de droits de pâture par un nombre croissant de non-éleveurs; elle peut se révéler néfaste en ce sens qu'elle entraîne une plus grande inégalité dans la répartition des ressources du pays. Par ailleurs, on note une certaine tendance à l'intégration dans l'économie de marché, qui varie ici d'une production presque entièrement auto-consommée à une production presque entièrement commercialisée. En outre, ce processus se caractérise dans certains cas par une très grande rapidité.

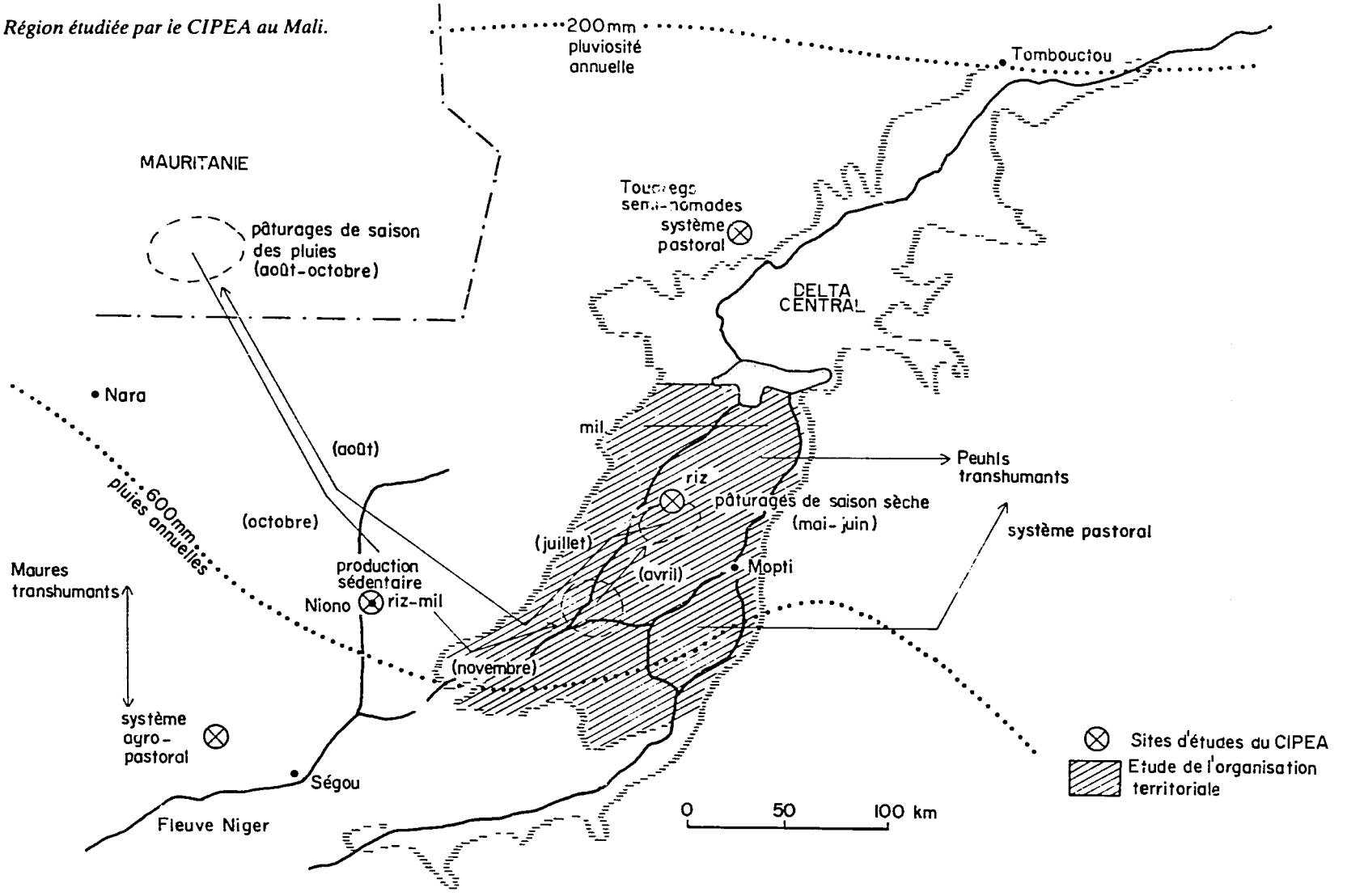
Tableau 4. *Principales caractéristiques des systèmes de production animale au Mali.*

Caractéristiques	Pastoral			Agro-pastoral		
	Pur	Associé aux cultures pluviales	Associé aux pâturages et aux cultures de décrue	Associé aux cultures pluviales de mil (notamment de subsistance)	Associé à l'irrigation	Associé aux cultures pluviales de rente et de subsistance
Contribution de la production pastorale au revenu brut (%)	95	90	60	25	15	10
Emplacement et zone écologique	aride-nord/ semi-aride	centre-nord et nord-ouest semi-aride	plaine inondée du Niger et bassin du Sénégal	semi-aride central	delta mort (semi-aride central)	semi-aride, central-sud et subhumide-sud
Pluviosité (mm)	< 400	300-600	500 (plaine inondée)	400-800	500 (irrigation)	700 - 1 400
Importance de l'agriculture	nulle à négligeable	faible	peut être importante	considérable	très importante	très importante
Liens avec l'agriculture	très faibles	quelques cultures, échange de fumier/pâturage des chaumes	cultive ou fait cultiver ses propres champs	cultive ses propres champs; les boeufs de trait sont importants et consomment les résidus des récoltes		
Densités actuelles (nbre/km²)						
humaines	0-1,9	2-5,9	14-29,9 (30-61,9)	2 - 13,9	14 - 29,9	6 - 29,9
UBT	0-3,9	4-17,9	10-27,9	4 - 9,9	10 - 17,9	4 - 17,9
Capacité de charge						
hommes	très faible	faible/moyenne	élevée/très élevée	moyenne	élevée	moyenne
bétail	faible	faible/moyenne	moyenne/élevée	faible/moyenne	moyenne/élevée	moyenne/élevée
UBT/habitant rural	0-1,6	0,4-1,59	1,2-1,59	0,461 - 19	0,4 - 1,19	0,4 - 0,79

Tableau 4. *Suite*.

Caractéristiques	Pastoral			Agro-pastoral		
	Pur	Associé aux cultures pluviales	Associé aux pâturages et aux cultures de décrue	Associé aux cultures pluviales de mil (notamment de subsistance)	Associé à l'irrigation	Associé aux cultures pluviales de rente et de subsistance
Groupes ethniques	Bella, Touareg Maure, Arabe	Harratin, Bella Touareg, Peuhl Maure	Peuhl	Divers	Divers	Divers
Mobilité	Forte, sans base villageoise fixe	Moyenne, avec base villageoise fixe	Forte en saison humide; suit des routes traditionnelles; base villageoise fixe	Faible, sur courtes distances pendant période des cultures; base villageoise fixe		
Importance au Mali (% d'animaux)						
Bovins	10	33	25		32	
Moutons, chèvres	30	33	18		19	
Dromadaires	92	8	—		0	
Importance dans d'autres pays du Sahel						
Mauritanie	Elevée	Faible	Faible/moyenne	Moyenne	Nulle	Nulle
Niger	Elevée	Elevée	Nulle	Moyenne	Nulle	Moyenne
Sénégal	Faible	Faible	Faible/moyenne	Elevée	Faible	Elevée
Haute-Volta	Faible	Moyenne	Nulle	Elevée	Nulle	Moyenne/élevée

Figure 7. *Région étudiée par le CIPEA au Mali.*



DEUXIEME PARTIE. LES FONDEMENTS DE L'ELEVAGE

4. PLUVIOSITE

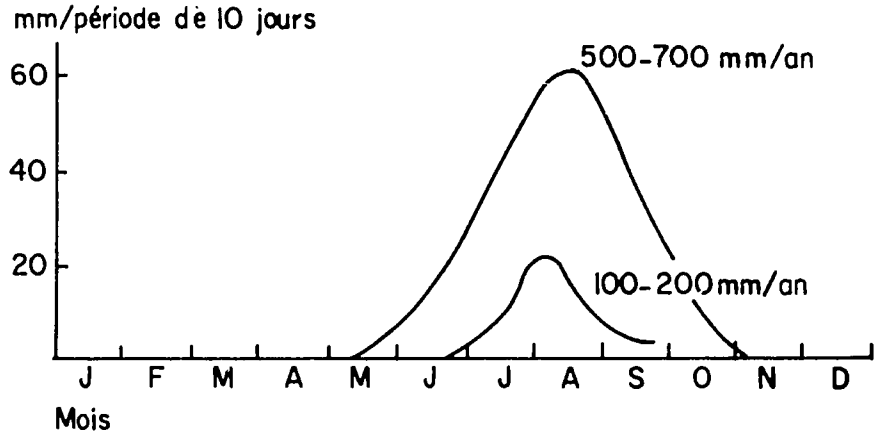
(P.N. de Leeuw et P. Hiernaux)

La zone sahélienne de l'Afrique de l'Ouest est caractérisée par une distribution des pluies de type mousson à un seul maximum; les isohyètes de 200 et de 600 mm en constituent les limites nord et sud (figure 8). Comme le montre le tableau 5, le début et la fin des pluies de même que la durée de la période de végétation sont en corrélation positive avec la moyenne annuelle des pluies alors que l'inverse est vrai pour l'évapotranspiration potentielle (figure 9).

Cependant, les chiffres moyens qui figurent dans le tableau 5 ont une valeur limitée dans la mesure où la probabilité des pluies au Sahel, en particulier celle des pluies précoces, est faible (tableau 6). L'incertitude relative à la distribution des pluies rend malaisées les prédictions sur la durée de la période de végétation. Ainsi, Dancette et Hall (1979) situent vers l'isohyète de 450 mm, avec une probabilité de 80%, la limite à partir de laquelle les besoins en eau relatifs à la culture du mil peuvent être satisfaits alors que pour Kowl et Kassan (1979), c'est seulement à partir de l'isohyète de 580 mm que le mil peut pousser sans risques, neuf ans sur dix.

Des essais ont été effectués pour définir les différentes phases de la saison des pluies dans le Mali central en tenant compte du fait que le début de la période de végétation dans cette région n'est pas aussi facile à définir que pour les zones à pluviosité plus élevée situées plus au sud. En outre, la distribution des précipitations, notamment celle des premières pluies qui tombent de la fin du mois de mai au début du mois d'août, revêt une importance capitale, car elle détermine la germination et, par la suite, la survie des jeunes pousses de plantes annuelles qui dominent la végétation naturelle. On peut, par conséquent, distinguer deux périodes préliminaires de pluies avant le

Figure 8. *Distribution des pluies par période de 10 jours pour deux régions sahéliennes.*



Sources: Davy et coll. (1976).

Tableau 5. *Composantes du bilan hydrique de la région sahélienne.*

Pluviosité moyenne annuelle (mm)	200	400	600
Pluies effectives (mm)	170	340	640
Début des pluies[a]	11/8	22/7	29/6
Fin des pluies[b]	13/9	21/9	28/9
Durée des pluies (jours)	32	60	90
Fin de la période de croissance[c]	21/9	4/10	16/10
Durée de la période de croissance (jours)	40	75	105

[a] Le début des pluies est défini comme la première période de 10 jours durant laquelle la quantité des pluies est égale ou supérieure à 25 mm et qui est suivie d'une période de 10 jours pendant laquelle la quantité des pluies est au moins égale à la moitié de l'évapotranspiration.

[b] La fin des pluies est définie comme la dernière période de 10 jours durant laquelle la hauteur des précipitations est au moins égale à 25 mm et qui, en outre, est précédée d'une période de 10 jours au cours de laquelle la hauteur des pluies est au moins égale à l'évapotranspiration.

[c] La période de végétation est définie comme le nombre de périodes de 10 jours pendant lesquelles les besoins d'évapotranspiration sont satisfaits tout au long de la saison des pluies, plus le temps nécessaire pour épuiser 100 mm d'eau dans le sol (Kowal et Kassan, 1979)

véritable début de la période de végétation. A partir du début du mois de mai, il tombe souvent des averses isolées qui peuvent déclencher une vague de germinations de graminées annuelles, de légumineuses et de plantes herbacées dont la survie ou la mort dépendent de la continuité de ce phénomène. Le début des pluies (figure 10) est défini comme la première période de cinq jours au cours de laquelle la hauteur des pluies dépasse 20 mm. Le même critère définit également la fin des pluies en septembre. Les pluies utiles sont celles qui garantissent la survie des jeunes plantes et la continuité de leur croissance; elles commencent lorsque la hauteur des pluies atteint 20 mm en cinq jours et se poursuivent à moins qu'une sécheresse grave ne vienne par la suite annuler leur effet. C'est lorsque le bilan hydrique du sol devient positif que commence la période de végétation et partant, la période de croissance ininterrompue et normale des plantes. La figure 10 donne les durées de ces périodes séquentielles de pluies pour le Mali central, entre le 13° et le 16° de latitude Nord.

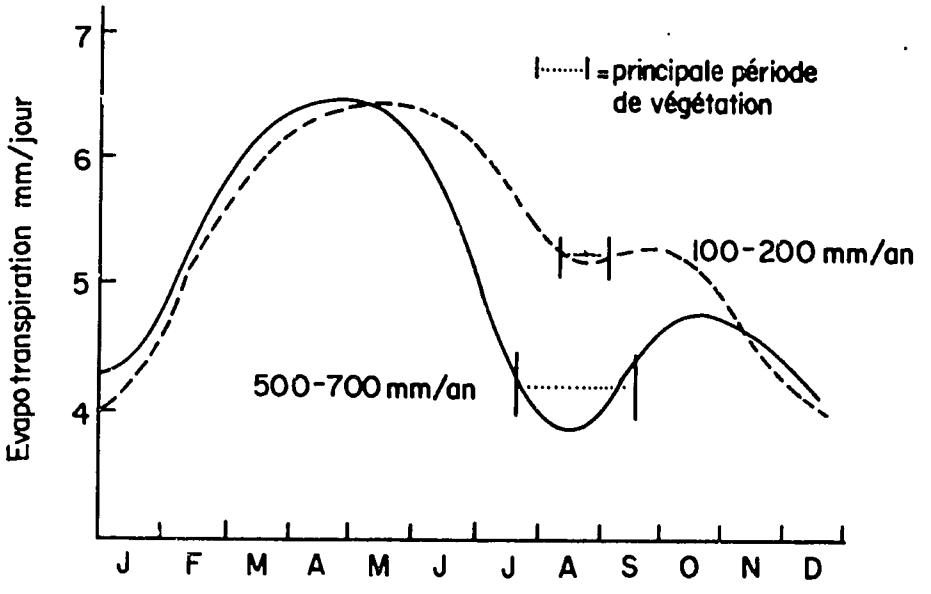
On trouvera à la figure 11 un exemple des variations interannuelles de pluviosité à la Station du Sahel. Si on utilise les définitions données par Kowal et Kassan (1979) pour le début et la fin de la saison des pluies, les durées des pluies au ranch de Niono ont été respectivement de 40, 70, 60 et 55 jours pour chaque année de la période 1977-1980. Bien que la pluviosité annuelle totale entre le 15 juin et le 15 octobre ait été comparable pour les années 1977 et 1980 (375-380 mm), ces deux années ont été caractérisées par des pluies précoces très irrégulières et par un arrêt brusque entre le 10 et le 13 septembre. En 1978 et 1979 les

Tableau 6. *Probabilité des pluies en fonction de la pluviosité annuelle moyenne (PAM).*

PAM	Probabilité			
	20%	40%	60%	80%
200 mm	270	210	160	120
400 mm	500	420	360	290
600 mm	720	630	560	480

Sources: Penning de Vries et Djiteye (1982).

Figure 9. *Evapotranspiration potentielle dans deux régions sahéliennes.*



Sources: Penman dans Cocheme et Fr nquin (1967).

Figure 10. *Relations entre la pluviosité annuelle (PAM), la latitude et les caractéristiques de la saison des pluies dans le Mali central.*

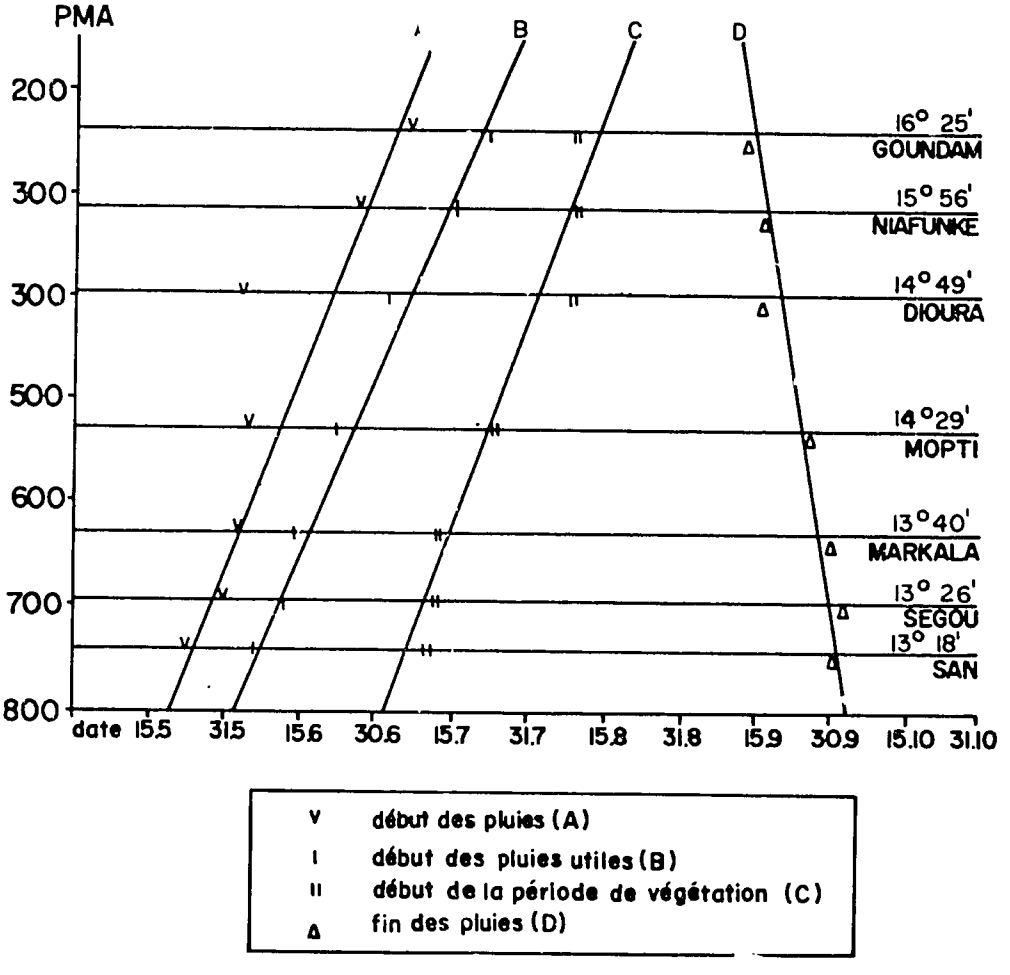
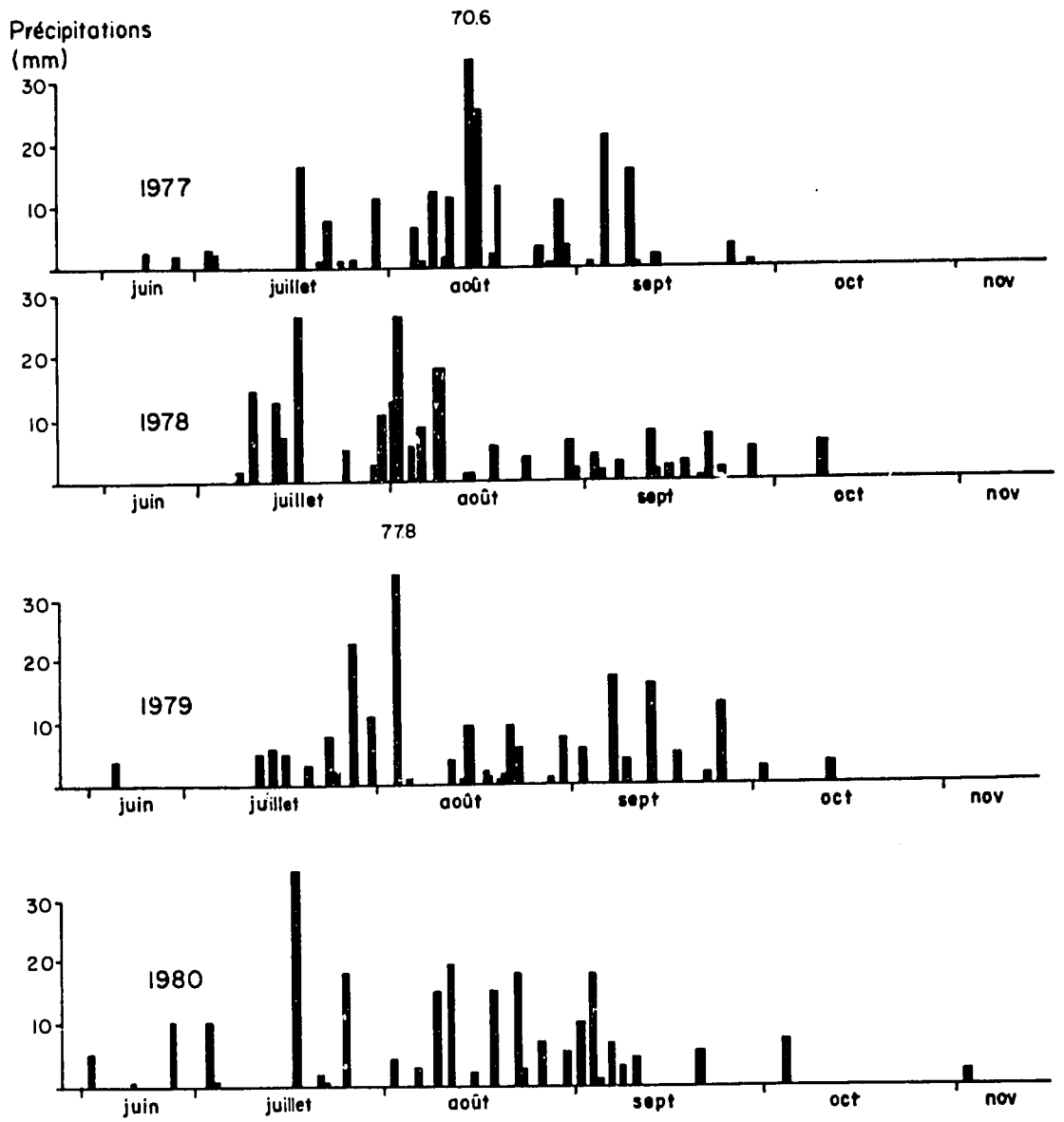


Figure 11: *Distribution journalière des pluies en 1977-1980 au Ranch de Niono.*



Sources: recalculée d'après les données du PPS.

Tableau 7. *Ventilation annuelle (en pourcentages) du niveau total des averses sur le ranch de Niono.*

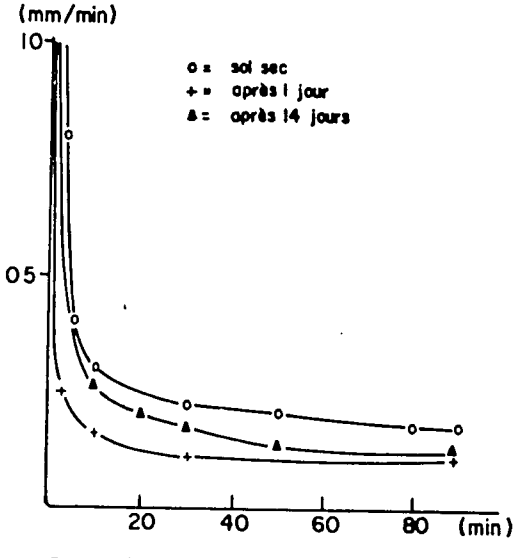
	Hauteur des averses		
	0-5 mm	5-20 mm	> 20 mm
1976 (%)	5	32	62
1977 (%)	8	40	52
1978 (%)	10	50	40
1979 (%)	6	46	49
Moyenne	7	42	51

Sources: Penning de Vries et Djiteye (1982).

pluies ont été mieux réparties, mais il est à noter que leur hauteur a été très faible pendant la période de végétation.

Les évaluations de la moyenne des pluies utiles sont encore moins sûres car les éléments physiques du sol qui déterminent les taux d'infiltration et d'écoulement ainsi que la capacité de rétention de l'humidité rendent l'estimation de l'humidité disponible pour la croissance des plantes encore plus difficile. Une bonne partie des eaux de pluies qui aurait pu contribuer à la croissance des plantes se perd en raison du degré élevé de l'évaporation (figure 9) et à cause de la forte concentration des précipitations. Par exemple, au Ranch de Niono, pendant la période 1976-1979, 51% des pluies sont tombées sous forme d'orages de 20 mm de hauteur ou plus et l'intensité des pluies dépassait 28 mm/heure (tableau 7).

Figure 12. *Taux d'infiltration dans un sol dunaire de sable fin, arrosé une ou deux fois.*



Sources: Penning de Vries et Djiteye (1982).

Ces grosses averses provoquent un ruissellement considérable, évalué entre 26 et 37% (Stroonsnijder et Hoogmoed, 1980) pour les orages les plus forts (20 à 30 mm de pluies). De Ridder (1980) a trouvé un taux de ruissellement moyen de 40% dans ses calculs sur le bilan hydrique des parcours de Niono. Le taux élevé de ruissellement n'est pas tellement dû au relief mais plutôt à la texture de la couche superficielle du sol dont la composition particulaire favorise la formation d'une croûte pratiquement imperméable qui gêne l'infiltration de l'eau. Dans les 20 minutes qui suivent le début de l'averse, le taux d'infiltration de l'eau est élevé. Toutefois, une fois la croûte gorgée d'eau (figure 12), il se stabilise à un niveau constant et faible (0,2-0,3 mm/minute).

La présence de séquences caténaires dans de nombreux paysages sahéliens caractérisés par des sols dont la capacité d'absorption est variable contribue à la diversité de l'environnement. C'est principalement dans les habitats dotés d'une forte capacité d'accumulation d'eau que les densités des arbres et arbrisseaux sont les plus élevées et que l'on trouve des enclaves de graminées pérennes. C'est également dans ces sites que se créent pendant la saison des pluies des mares d'eau temporaires qui assurent la survie du bétail.

5. PHYSIOGRAPHIE DE LA REGION

(P. Hiernaux)

La zone étudiée par le CIPEA se situe essentiellement dans les quatrième et cinquième régions du pays et couvre environ 60 000 km^2. Elle ne constitue ni une entité administrative ou historique ni une région naturelle, et ne coïncide pas non plus avec l'aire d'un système de production pastorale ou agro-pastorale particulier. En fait, elle se compose d'une grande variété de régions naturelles dont les caractères et la structure ont permis le développement de toute une série de systèmes de production agricole et pastorale et de toute une gamme d'interactions agro-pastorales. Sur le plan régional, l'inondation temporaire par les crues du fleuve Niger et son affluent, le Bani, constitue le facteur écologique déterminant pour la nature, la biologie et la productivité des pâturages. On distingue, de ce fait, deux grandes unités régionales: les plaines d'inondation ou delta intérieur du Niger, et les pénéplaines périphériques.

Une fraction de ces dernières, connue sous le nom de delta mort, est formée de plaines alluviales fossiles, témoins d'anciennes extensions du delta intérieur. La géomorphologie, la végétation et aussi le peuplement humain y sont suffisamment particuliers pour que le delta mort soit considéré comme une région naturelle distincte.

La zone étudiée comprend ainsi trois régions naturelles principales (voir figure 13):

1. A l'est, le delta vif constitué par les plaines d'inondation actuelles du fleuve Niger et du Bani.
2. Au centre, le delta mort formé par les anciennes plaines d'inondation du fleuve Niger et du Bani.
3. A l'ouest et au nord, en forme d'arc de cercle, la pénéplaine continentale.

5.1. LA PENEPLAINE CONTINENTALE

La pénéplaine continentale est principalement constituée de grès recouvrant des schistes qui affleurent seulement à l'extrême nord-ouest et nord-est de la région étudiée dans le bassin du Méma et la région des lacs. La prédominance des grès confère une certaine unité aux paysages, bien qu'ils n'affleurent que rarement et soient le plus souvent recouverts d'épaisses formations de surface. Celles-ci résultent d'une longue et complexe succession de phases érosives qui se rapportent aux modèles suivants:

a. Erosion interne et prolongée responsable de la faiblesse du relief et de son ennoiement sous un épais manteau détritique qui sera repris au cours des phases ultérieures.
b Le modelé ferralitique-ferrugineux dont les vestiges forment une série de glacis étagés qui, du nord au sud, sont de mieux en mieux conservés.
c. Le modelé éolien qui a érigé les sables de surface en dunes maintenant fixées dont l'orientation et la forme varient selon le moment de la constitution.
d. Le modelé colluvial secondaire qui masque souvent les précédents et de ce fait multiplie les nuances édaphiques.

Bien que le climat soit partout caractérisé par l'alternance d'une courte saison pluvieuse en été, et d'une longue saison sèche, il n'en existe pas moins un gradient bioclimatique qui s'etend, grosso modo, du nord au sud de la pénéplaine. Ce gradient suit l'augmentation de la pluviosité annuelle moyenne qui varie de 300 mm à 800 mm par an et a une incidence notable sur la végétation.

5.2. LE DELTA MORT

Les plaines du delta mort sont toutes d'origine alluviale, parsemées d'imperceptibles replats ou dépressions sinueuses, témoins de l'ancien réseau de chenaux, berges et levées; elles sont parfois couvertes d'un mince revêtement sableux.

Cependant, par delà l'unité génétique, on note la présence de secteurs écologiques différenciés:

a. La vieille surface alluviale et le Sanari dont les formations alluviales sont ensablées.
b. Les plaines du Falla et celles de la rive gauche du Bani, dont le passé alluvial est assez récent. Les cuvettes argileuses y alternent avec les vestiges très érodés des berges et chenaux alluviaux.
c. Les plaines du Méma et du Farimaké aux formes alluviales marquées par une phase lacustre plus récente avec leurs vastes plaines très planes aux sols très argileux.

Le gradient bioclimatique du delta mort est identique à celui de la pénéplaine continentale mais il est plus difficile de comprendre les changements progressifs de sa végétation parce qu'il y a interférence entre le zonage climatique et les particularités géomorphologiques liées au mode et à l'âge de mise en place des formations alluviales de surface.

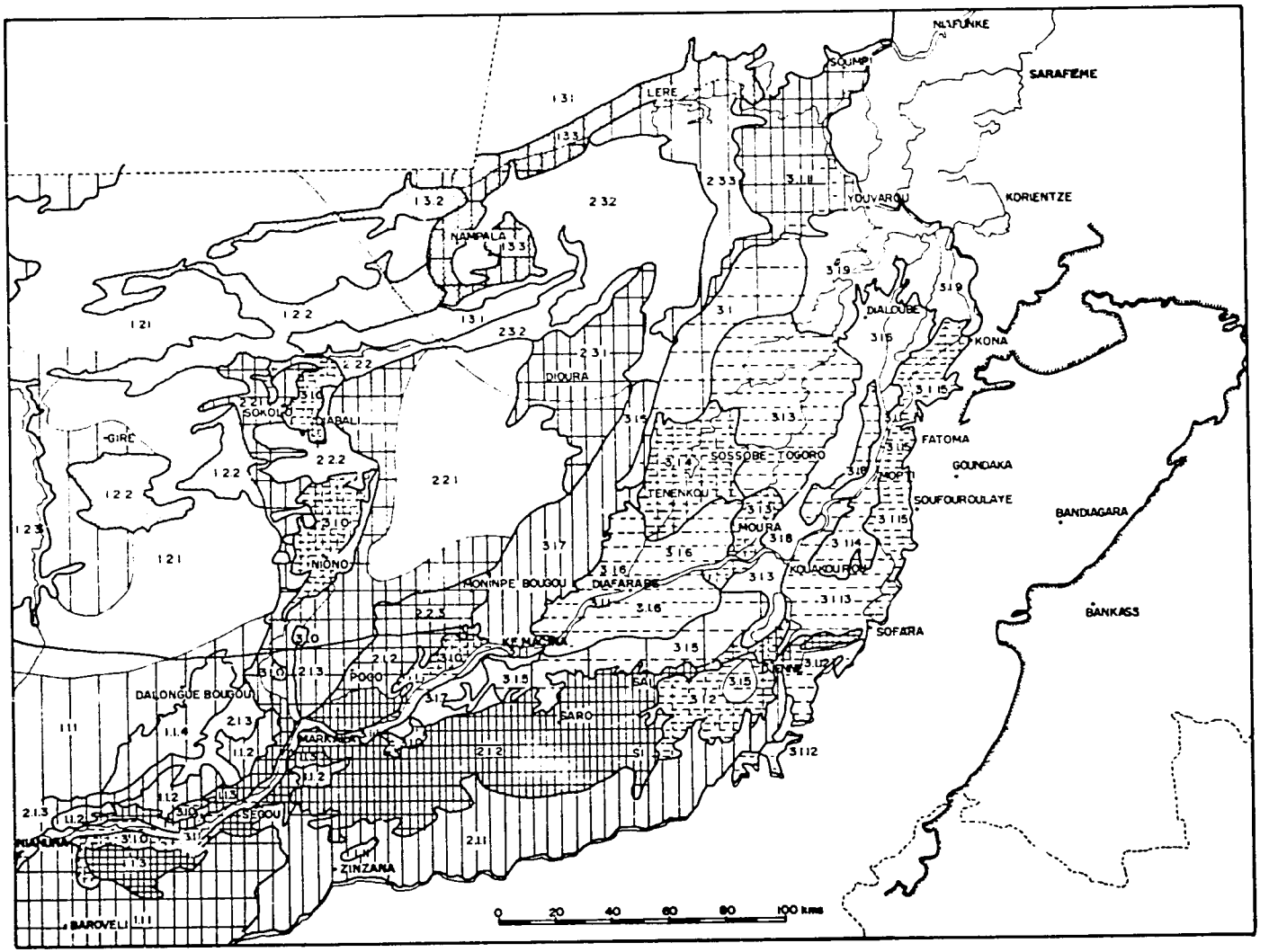
5.3. LE DELTA VIF

Dans le delta vif, le gradient bioclimatique est presque entièrement masqué par l'influence de la crue annuelle du Niger et de ses affluents. Les principaux paramètres de cette inondation annuelle qui déterminent la flore, la productivité et la phénologie des pâturages sont les suivants:

a. la hauteur maximale atteinte par l'inondation;
b. la durée de la submersion;
c. la date du début de la submersion et le laps de temps qui sépare la fin de la saison des pluies du début de la submersion;
d. la date de la fin de la submersion;
e. la vitesse à laquelle les eaux montent et se retirent.

Ces paramètres influent sur la végétation par leurs valeurs moyennes extrêmes, mais aussi par leur régularité d'une année à l'autre. Ces valeurs sont fonction de l'altitude de chaque site, mais aussi de son emplacement par rapport au cours du fleuve: éloignement, présence de seuils et de drains d'alimentation ou de vidange...

Figure 13. *Régions naturelles et secteurs écologiques de la zone d'étude du CIPEA.*



Sources: Elaboré par P. Hiernaux.

Légende de la figure 13

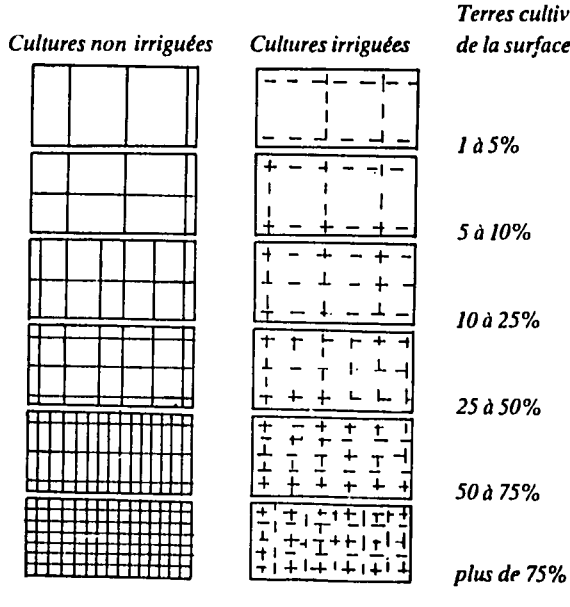
A. Régions naturelles et secteurs écologiques

1. La pénéplaine continentale
1.1. Secteur nord-soudanien
1.1.1. Glacis ferrugineux étagés à soubassement gréseux
1.1.2. Hautes terrasses du Niger
1.1.3. Terrasses moyennes du Niger
1.1.4. Erg fossile de Dalonguebougou
1.2/1.3. Secteurs sud (1.2) et central (1.3) sahéliens
1.2.1/1.3.1. Glacis ferrugineux étagés à soubassement gréseux
1.2.2/1.3.2. Ergs fossiles d'Ougadou
1.2.3. Vallée du Serpent
1.3.3. Plaine sableuse de Nampalari
2. Le delta mort
2.1. Secteur nord-soudanien
2.1.1. Plaines alluviales fossiles
2.1.2. Plaines alluviales fossiles de Samari et Pogo
2.1.3. Plaines alluviales fossiles du Falla
2.2/2.3. Secteurs sud (2.2) et central (2.3) sahéliens
2.2.1/2.3.1. Ancienne plaine alluviale
2.2.2/2.3.2. Plaine basse du Falla, de Sokolo et du Mema
2.2.3/2.3.3. Bordures sableuses du delta et du Haut-Farimaké
3. Le delta du fleuve et les périmètres irrigués
3.1. Le delta vif
3.1.1. Lit du fleuve Niger
3.1.2. Bassin du Yongari et du Pondori
3.1.3. Bassins centraux
3.1.4. Plaines de Diaka et de Macina
3.1.5. Erg noyé de Samaye
3.1.6. Hautes plaines de Diafarabé
3.1.7. Plaines périphériques de Toguéré et de Samari
3.1.8. Levées alluviales fossiles de Peroudji, Kaimankou et Dialloube
3.1.9. Bassin et lac du Debo-Walado
3.1.10. Plaines du Wuro Ndia
3.1.11. Plaines du Farimaké
3.1.12. Plaines du Bani
3.1.13. Hautes plaines de Soye
3.1.14 Basses plaines du confluent Bani-Niger
3.1.15. Plaines de la rive est
3.1.0. Périmètres rizicoles ou sucriers

B. Aménagement des terres

1. *Culture dominante*
millet
sorgho
riz ou canne à sucre

2. *Superficies des terres cultivées*



6. LES RESSOURCES VEGETALES ET LEUR PRODUCTIVITE

6.1. VEGETATION DE LA ZONE D'ETUDE *(P. Hiernaux)*

L'inondation, généralement temporaire de la zone par les crues du Niger et du Bani, constitue le principal facteur qui détermine la nature, la biologie et la productivité des pâturages. La végétation de la zone d'inondation du Niger est très différente de celle des zones sahéliennes et soudaniennes avoisinantes. En outre, l'ancienne plaine inondée qui correspond aujourd'hui au "delta mort" a, au cours des siècles, suffisamment subi les effets des crues du fleuve pour avoir une végétation distincte de celle de la pénéplaine continentale, même si les différences biologiques et floristiques sont mineures.

La pénéplaine continentale

Comme le montre le tableau 8, le gradient climatique du soudanien au sahélien se reflète dans la végétation. Dans chacun des secteurs bioclimatiques, c'est le bilan hydrique du sol qui détermine essentiellement la composition végétale naturelle. Ce bilan dépend à son tour de la texture du sol et de sa position sur la pente. Ces interactions se reflètent dans l'étroite correspondance existant entre unités géomorphologiques et végétales.

Le delta mort

La végétation du delta mort est, certes, influencée par le gradient bioclimatique mais les effets de celui-ci sont plus difficiles à mesurer ici que dans le cas de la pénéplaine continentale. En effet, il y a interférence entre le zonage climatique et certaines particularités géomorphologiques liées à l'âge et au mode de mise en place des sols alluviaux. La nature de la végétation semble en partie liée aux conditions écologiques: climatiques, édaphiques mais aussi anthropiques qui régnaient lors de l'exondation définitive de ces plaines. Cela explique à la fois la présence de formations de *Hyphaene thebaica* dans les secteurs sud-sahélien et nord-sahélien et l'absence de *Pterocarpus lucens* du secteur central sahélien du delta mort qui constitue pourtant l'espèce dominante dans le secteur correspondant de la pénéplaine continentale. Le passé fluvial relativement récent des basses plaines du Méma et la forte densité des populations humaines de l'époque (Empire du Ghana du IXe au XVe siècle) pourraient expliquer la pauvreté de la végétation du secteur sahélien (par exemple, la faible densité des espèces ligneuses avec moins de 100 arbres par hectare et le nombre limité des espèces courantes telles que *Balanites aegyptiaca, Acacia seyal, A. senegal et Boscia senegalensis.*

La zone d'inondation du Niger

L'étagement bioclimatique déjà discutable dans les plaines du delta mort s'efface ici devant l'impact de l'inondation par les eaux de crue du Niger. La submersion temporaire des plaines confère aux paysages du delta un unité physionomique due à la domination des savanes et prairies herbeuses. La végétation ligneuse se cantonne aux petites éminences qui ne sont jamais submergées; on la trouve également dans quelques situations particulières, notamment dans les chenaux du lit majeur, dans les cuvettes les plus profondes et dans certaines plaines irrégulièrement et tardivement submergées.

Ces savanes et prairies sont constituées de graminées (et cyperacées) pérennes dont le développement sous climat sahélien ne tient qu'à l'allongement de la période de végétation provoqué par la submersion.

Les formations végétales de la zone d'inondation du delta varient en fonction du régime de l'inondation. Les facteurs qui entrent en jeu sont la hauteur de l'inondation, la vitesse de la montée et du retrait des eaux et enfin, la durée de la sub-

Tableau 8. *Etagement de la végétation sur le gradient bioclimatique soudano-sahélien*

	Secteurs bioclimatiques de la pénéplaine continentale			
	Nord-soudanien	Sud-sahélien	Sahélien central	Nord-sahélien
Isohyètes	800	600	450	300	200
Densité (nombre de souches à l'hectare)	1 500-3 000	500-2 000	300-1 000	30-500
Recouvrement des couronnes (%)	20-50	12-25	5-15	0,5-10
Espèces	*Vitellaria paradoxa* *Terminalia macroptera* *Pterocarpus erinaceus* *Terminalia avicennoides* *Bombax costatum* *Combretum ghazalense* *Sclerocarya birrea* *Pterocarpus lucens* *Anogeissus leiocarpus* *A. seyal, Grewia bicolor* *C. glutinosum* *C. passargei* *A. senegal, A. laeta* *Euphorbia balsamifera* *Maerua crassifolia* *Acacia raddiana*			

Tableau 8. *Suite*

	Secteurs bioclimatiques de la pénéplaine continentale			
	Nord-soudanien	Sud-sahélien	Sahélien central	Nord-sahélien
Isohyètes	800	600	450	300	200
Biomasse kg MS/ha	1 200 à 3 500	800 à 2 500	300 à 1 200	100 à 800
Composition biomorphologique	Annuelles à cycle long. Quelques graminées pérennes	Annuelles à cycle long. Quelques pérennes	Annuelles, surtout graminées. Très peu de pérennes	Annuelles à cycle court. Quelques pérennes
Flore	*Sporobulus pyramidalis* *Andropogon gayanus* *Andropogon pseudapricus* *Diheteropogon hagerupii* *Loudetia togoensis* *Eliomurus elegans* *Schoenefeldia gracilis* *Pennisetum pedicelatum* *Chloris prieurii* *Blepharis linearifolia* *Panicum laetum* *Cymbopogon schoenanthus* *Eragrostis tremula* *Cenchrus biflorus* *Aristida mutabilis* *Gisekia farnacoides* *Tragus bertheronianus* *Panicum turgidum*			

Tableau 9. *Zones écologiques du delta et caractéristiques essentielles déterminées par le régime des crues.*

Zone et n° dans la figure 11	No. de l'unité de reconnaissance aérienne	Profondeur de la crue (m)						Durée de la crue (mois)						Régularité de la crue					Date de la montée des eaux			Vitesse de la montée des eaux					Formations géomorphologiques dominantes	Espèces végétales dominantes
		Nl[a]	0,1 / 0,3	0,3 / 0,6	0,6 / 1,5	1,5 / 2,8	> 2,8	Nl[a]	< 1	2-3	4-5	6-7	> 7	Nl[a]	Tl[b]	I[c]	R[d]	TR[e]	Juil.-août	Sep.-oct.	Nov.-déc.	Nl[a]	L[f]	M[g]	R[h]	TR[i]		
Lit majeur du Niger 3.1.1.	—	+	+	+	+	++	+++	+	+	+	+	++	+++				++	+++	+++						+	+++	Lits mineurs, chenal et bancs du lit majeur, systèmes de chenaux anastomoses et de levees alluviales	Mosaique tres variee
Cuvette alluviale de Provlori 3.1.2.	17		+	++	++	+			+	+	++	+				+	+		+++				+	++	+		Plaine d'inondation avec ombilic de decantation	*Oryza longistaminata, Vetiveria nigritana*, riz cultive
Cuvettes alluviales centrales 3.1.3.	18		+	++	+++	+			+	++	+++	+					++		++	++			+	++	+		Plaine d'inondation avec levees et chenaux de drainage	*Oryza longistaminata, Echinochloa stagnina*
Macina 3.1.4.	14	+	++	+++	++	+		+	+	+++	++	+			+	++	+		++	+			+	++	+		Plaine d'inondation avec *toguere* sableux	*Oryza longistaminata, Vetiveria nigritana*, riz cultivé
Erg noyé de Samaye 3.1.5.	6	++	+++	+	+			+	++	+	+	+		+	++	+			+	++		+	+	++			Surface alluviale masquee par une formation dunaire erodee par l'inondation	*Vetiveria nigritana, Andropogon gayanus, Hyperthelia dissoluta, Hyparrhenia rufa*
Hautes plaines de Diafarabé 3.1.6.	12	++	+++	+	+			+	++	+	+			+	++	+			+	++		+	++	+			Plaines alluviales partiellement fossiles	*Vetiveria nigritana, Andropogon gayanus; A. canaliculatus, Eragrostis barteri*
Plaines périphériques du Toguéré et Sanari 3.1.7.	9 6.8.	+++	++	·				+++	++	+				+++	++	+				+			+				Plaine alluviale parsemee de levees et de dunes fossiles	*Panicum anabaptistum, Vetiveria nigritana, Hyphaene thebaica*
Anciennes levées de Péroudji 3.1.8.	11	+++	+	+				+++	+	+				+++	+					+			+				Plaines alluviales fossiles, levees et chenaux	*Acacia sieberiana, A. nilotica, Diospyros mespiliformis, Mitragyna inermis, Piliostigma reticulata* ·
Cuvette lacustre du Debo-Walado 3.1.9.	19.16				+	++	+++			+	++	+++	+++					+++	++	++				++	++	+	Plaines d'inondation mixtes (plaines du delta et plaines lacustres) avec *togueres*	*Echinochloa stagnina, Oryza longistaminata*
Plaines du Wuro Ndia 3.1.10	7.13	+	+	++	+++	+		+		+	++	+			+	++	+			+	++		++	+			Erg erode coupe de chenaux; plaines lacustres	*Eragrostis barteri, Oryza longistaminata, Vetiveria nigritana, Panicum anabaptistum*
Plaines du Farimaké 3.1.11	7	+++	+	+	+	+		+++		+	+	++	+	+++	+++	+					+++	++	++	+			Plaine d'inondation, chenaux alluviaux, lacs/dunes de l'erg de Bara	*Acacia nilotica, A. seyal, Diospyros mespiliformis, Sporobolus helvolus*
Plaines du Bani 3.1.12	10	++	++	+	+			++	++	+	+			++	+	++			+			+		+	++	+	Plaine d'inondation/levees fossiles	*Vetiveria nigritana, Oryza longistaminata, Panicum anabaptistum*, riz
Hautes plaines du Soye 3.1.13	10	++	++	++	+	+		++	++	++	+	+		++		+	+		++	+		++	+	++	+		Dune du Femaye	*Vetiveria nigritana, Hyparrhenia rufa, Oryza longistaminata, Andropogon gayanus*, riz
Basses plaines du confluent Bani-Niger 3.1.14	15			+	++	+++	++			+	++	+++	+			+	++	+	++	+				+	++	+	Systèmes de chenaux anastomoses, ombilics de decantation, levees	*Echinochloa stagnina, Oryza longistaminata*
Plaines alluviales de la rive droite (Kunari) 3.1.15	15	+	++	+++	++	+		+		+	++	++		+		++	+		+	++	+	+	+	++	+		Plaine d'inondation, ombilic de decantation	*Oryza longistaminata, Vetiveria nigritana*, riz
Périmètres irrigués (riz et canne à sucre) 3.2	—	+	+	+++	+			+		+	+++	+	+	+	+++				+++					+	+++	+	Casiers rizicoles	Riz, canne à sucre

[a] Nl: non inondé; [b] Tl: très irrégulier; [c] I: irrégulier; [d] R: régulier; [e] TR: très regulier; [f] L: lent, [g] M: modere, [h] R: rapide; [i] TR: très rapide.

Note: Le nombre de + indique le degré de fréquence relative.

mersion et celle de la période entre la fin des pluies et le commencement de l'inondation. Tous ces facteurs agissent sur la végétation par leurs valeurs moyennes et maximales ainsi que par leur régularité. La connaissance de ces facteurs a permis de classer la zone inondée en 16 secteurs écologiques (tableau 9).

6.2. LES PATURAGES NATURELS

(P. Hiernaux, M.I.Cissé, & L. Diarra)

Les parcours sahéliens se composent de deux éléments bien distincts par leur biologie et leur structure mais aussi par leurs productions fourragères et la place qu'ils occupent dans l'alimentation des animaux domestiques. Il s'agit d'une part de la couverture herbacée constituée essentiellement de graminées annuelles mais où l'on note également la présence d'un nombre limité d'espèces pérennes et d'autre part, de la couverture ligneuse de densité variable formée d'arbres et d'arbrisseaux. Les diverses espèces de ruminants utilisent ces strates de plusieurs façons différentes.

Le climat, sous l'influence d'une saison des pluies unique qui dure de deux à quatre mois, passe d'un extrême à l'autre. Ses effets sur la quantité et la qualité du fourrage entraînent des disparités considérables qu'illustrent les variations de la biomasse et de la teneur en protéines des pâturages à *Schoenefeldia* (figure 14). Le taux de dégradation naturelle des chaumes sur pied, pour cette espèce, est modeste par comparaison avec d'autres: 59% de septembre à juin, contre 76% pour *Loudetia togoensis* et 63% pour *Diheteropogon hagerupii* la même année (Hiernaux et coll., 1979). L'évolution de la biomasse mesurée pour l'une des rares formations à *Andropogon gayanus* fait ressortir que sa croissance est plus longue et sa production plus élevée que celle des graminées annuelles. L'exemple d'*Acacia seyal et Boscia senegalensis* révèle des disparités considérables entre espèces ligneuses fourragères; en outre, certaines évaluations indiquent des fluctuations secondaires résultant de l'environnement, de l'âge de la plante et d'autres facteurs. En général, la production de feuilles des ligneux atteint son maximum pendant la saison des pluies, à l'exception bien connue de *Acacia albida* et de quelques espèces de *Capparidaceae*. Elle commence bien avant le début des pluies et continue souvent bien après leur fin, qui coïncide avec une période où les graminées sont complètement desséchées. Cette longévité explique la place spéciale qu'occupent les espèces broutées dans l'ensemble des ressources fourragères (Cissé, 1981).

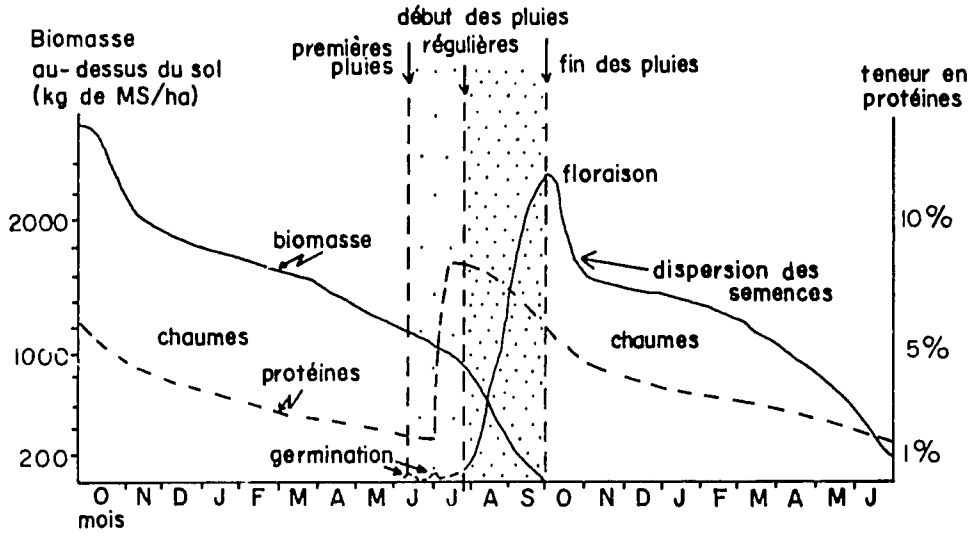
En ce qui concerne le tapis herbacé, les observations faites sur 60 sites près de Niono pendant quatre ans ont montré que les variations sont considérables d'une année à l'autre et qu'elles n'ont pas seulement trait à la composition floristique, mais aussi à la composition biomorphologique et à la production. Au cours d'une période de trois ans, on ne retrouvait que 57% de la flore d'une année à l'autre tandis que la couverture de graminées variait en moyenne de 41% et la biomasse maximale de 39%. La figure 15 illustre les fluctuations de la biomasse et les modifications de la composition floristique de cinq sites, localisés sur une catena, le long d'un transect de plusieurs centaines de mètres, suivis en permanence pendant 5 ans. L'échantillonnage se trouvait sur une dune en pente dans le ranch de Niono et comprenait une grande variété de sites écologiques. La figure 15 confirme l'ampleur des variations enregistrées; elle montre également leur nature asynchrone, pour chacun des sites observés.

On s'aperçoit que l'effet du régime des pluies sur la biomasse et sur la composition floristique revêt une importance capitale lorsque l'on étudie ces sites séparément. On se rend compte notamment que la distribution des pluies joue, apparemment, un rôle plus important que la quantité totale des précipitations. La précocité des pluies, la durée de la saison des pluies et, en particulier, la forme que revêt le début des pluies (commencement progressif ou brusque, ou début entrecoupé par une ou plusieurs périodes de sécheresse) ont des effets déterminants sur la végétation. Le moment, la distribution et le volume des premières pluies qui déclenchent la germination des graines déterminent la composition floristique. La capacité des jeunes plantes de résister avec plus ou moins de bonheur à la fréquente irrégularité des pluies constitue également un élément déterminant de la composition floristique. L'environnement édaphique, la topographie, la texture du sol et la couverture ligneuse représentent des facteurs secondaires qui viennent s'ajouter au régime des pluies pour influencer le régime hydrique. Il ressort de ce qui précède que sur un même site, la densité des jeunes plantes, leur variété floristique et leur stade de développement peuvent varier considérablement d'une année à l'autre au moment où les pluies deviennent plus régulières et où commence à proprement parler la période de croissance de l'herbe.

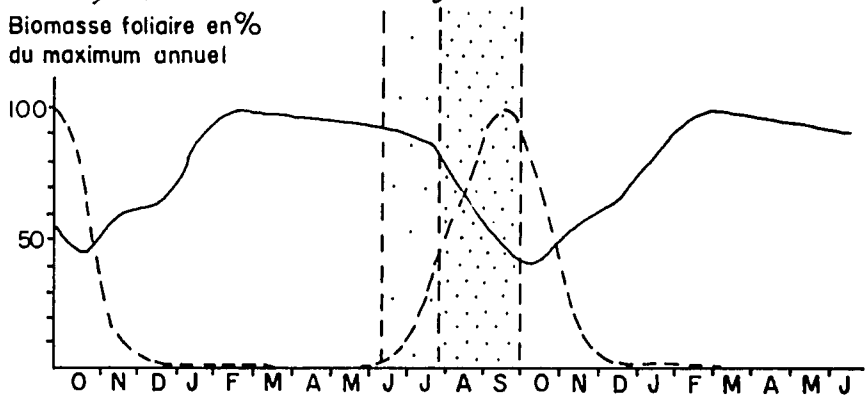
La croissance est fonction du degré de fertilité du sol (Penning de Vries et Djiteye, 1982); elle dépend en particulier des taux d'azote et de phosphore assimilables que renferme le sol. Le

Figure 14. *Biomasse saisonnière et phénologie de trois constituants des parcours sahéliens.*

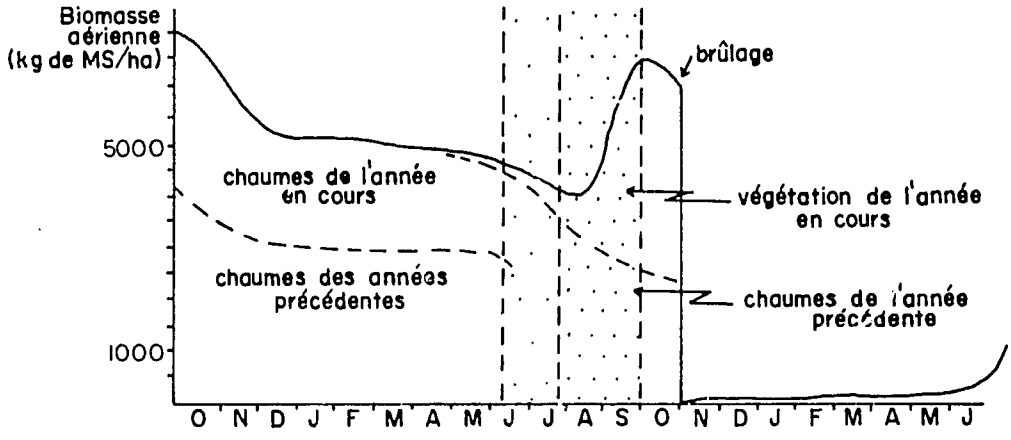
(a) Une graminée annuelle: *Schoenefeldia gracilis*



(b) Un arbre et un buisson:
Acacia seyal (---) et *Boscia senegalensis (—)*



(c) Une graminée pérenne: *Andropogon gayanus*



taux de croissance journalière va de 20 à 50 kg de MS/ha. Si l'irrégularité des pluies ne constitue pas un facteur limitant, la croissance se poursuit jusqu'à la floraison, qui se produit souvent indépendamment des pluies, du début au milieu de septembre selon les espèces. La production de graines permet de reconstituer le stock de semences qui déterminera la couverture herbacée de l'année suivante. L'effet du stock de semences apparaît clairement lorsque l'on compare, d'une année à l'autre, les listes floristiques présentées par les cinq sites dont font état la figure 15 et le tableau 10. Le coefficient de similitude est toujours plus élevé lorsque l'on compare deux années consécutives (64% en moyenne) que lorsque la comparaison porte sur deux années non consécutives (58, 56 et 56%). Le degré de dépendance de chaque phase du cycle phénologique à l'égard du climat rend la strate herbacée sahélienne très sensible aux variations de la pluviosité. Cependant, la variabilité floristique de l'ensemble du transect est moins accusée que celle de chacun des sites qui la compose (deux dernières lignes du tableau 10) et ceci s'explique par la "mobilité latérale" des espèces sur le transect, au gré des fluctuations climatiques. Cette mobilité traduit la faible spécialisation écologique des herbacées sahéliennes (souvent constatée dans les études phytoécologiques) qui peut être regardée comme une forme d'adaptation à un milieu marqué par l'irrégularité.

Par rapport à l'importance qu'elles prennent plus au sud, les graminées pérennes ont un rôle tout à fait secondaire dans la composition floristique des pâturages sahéliens. La faible pluviosité ne favorise pas le développement des rares espèces que l'on peut y trouver. Les données rassemblées sur l'état des parcours du ranch de Niono par Boudet et Leclerq (1970) et Cissé (1976) font ressortir que *Andropogon gayanus*, par exemple, a considérablement régressé au cours des années de sécheresse 1972 - 1975. La périodicité et la vigueur du recrû sont toutes deux très variables d'une année à l'autre et sont probablement fonction de l'humidité résiduelle du sol. Dans tous les cas, ce n'est que dans des conditions

Figure 15. *Fluctuation interannuelle de la composition biomorphologique et de la production herbacée dans cinq sites placés sur une catena au sommet d'une dune (fixée) à la dépression interdunaire au Ranch de Niono.*

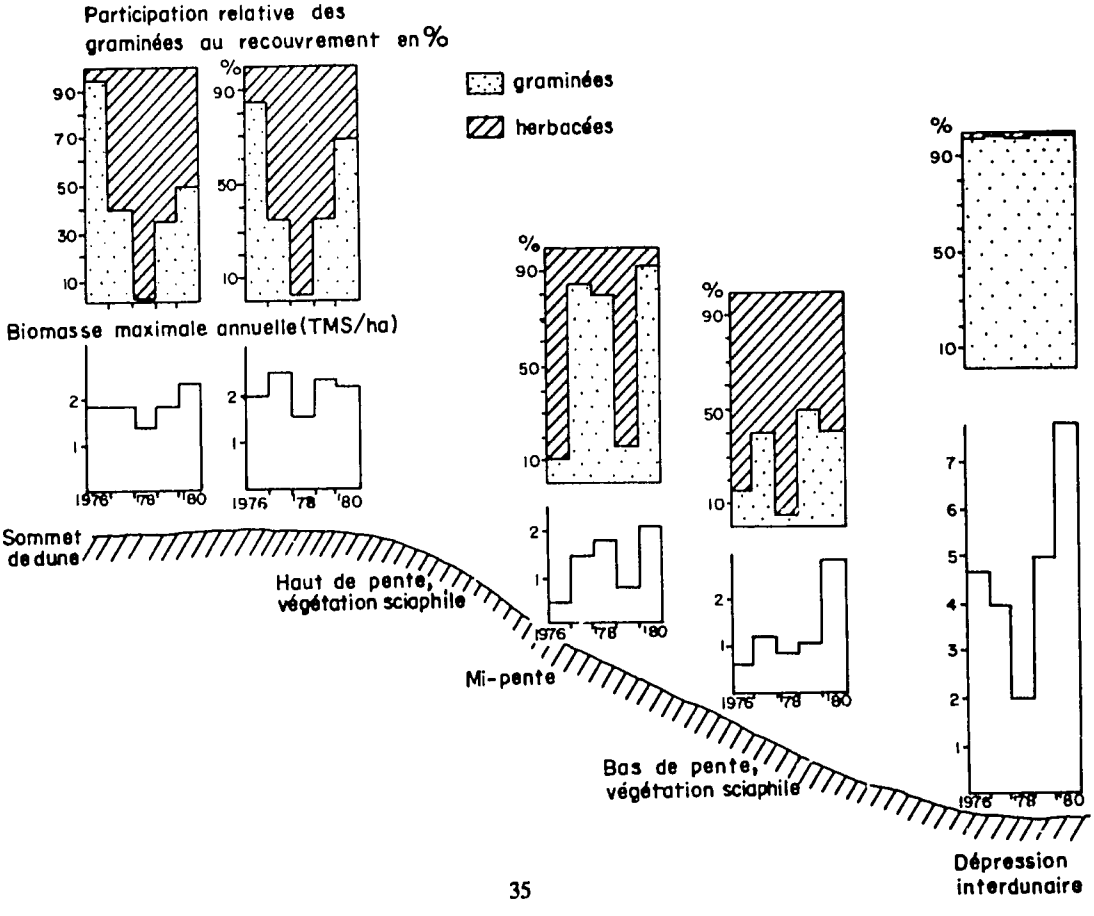


Tableau 10. *Coefficients de similitude de Sorensen entre les listes floristiques présentées par cinq sites d'une catena sur dune de 1976 à 1980 au Ranch de Niono.*

		Paires d'années comparées									
		76-77	77-78	78-79	79-80	76-78	77-79	78-80	76-79	77-80	76-80
Coefficient de similitude	Site: Sommet de la dune	67	68	63	73	52	64	68	57	66	56
	Haut de pente	78	73	61	64	63	64	66	51	68	66
	Mi-pente	46	70	67	80	47	55	79	40	68	49
	Bas de pente	57	72	56	59	48	67	62	45	56	56
	Dépression interdunaire	51	62	50	61	45	57	39	51	55	52
	Moyenne de la catena	60	69	59	67	51	61	63	49	63	56
	Moyenne			64				58		56	56
Transect entier	Moyenne	90	71	72	79	68	73	68	75	73	76
				78				70		74	76

pédologiques et topographiques privilégiées que l'humidité du sol en climat sahélien dure assez longtemps pour couvrir l'ensemble du cycle de *Andropogon gayanus* (voir figure 14) dont la première croissance en mai ou juin est complétée par une fruitaison tardive en octobre. La régénération des populations est d'autant plus compromise que les graines germent lors des toutes premières pluies et que les jeunes pousses résistent mal aux sécheresses subséquentes. Ainsi, sur une parcelle de 25 m² couverte de 31 touffes, 125 rejets se sont développés en 1976, aucun en 1977, 46 en 1978, 1 en 1979 et 3 en 1980. En 1980, il n'en restait que 7, soit 4% des plantes installées au cours des quatre années précédentes. Néanmoins, la mortalité est nettement moins élevée chez les touffes plus âgées (seulement 2 sur 31).

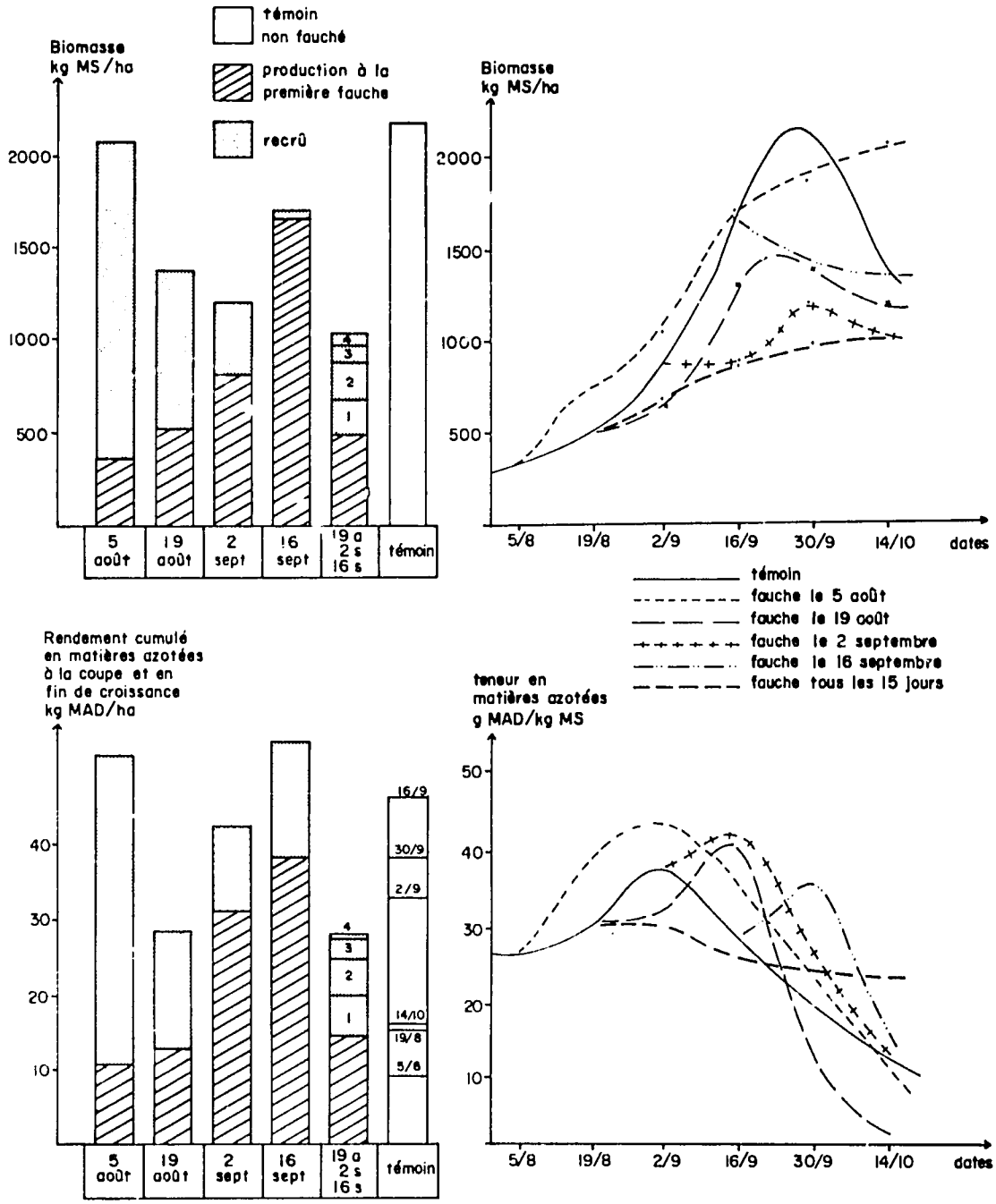
Etant donné la longévité des arbres et arbrisseaux fourragers et l'absence d'une méthode sûre d'évaluation des âges, il serait risqué de tirer, sur la base d'une période d'observation de cinq ans seulement, des conclusions relatives à la structure de la population ligneuse (Hiernaux, 1981). Il semble toutefois que les populations soient en général stables, même si au cours de la période 1970-1975, marquée par une sécheresse dramatique, on a pu enregistrer une mortalité élevée parmi certaines espèces telles que *Terminalia avicennoides, Bombax costatum* et *Grewia bicolor*. Plus que le peuplement c'est le niveau de la production foliaire qui est influencé par les fluctuations climatiques. La régénération peut néanmoins sembler problématique. Certaines populations de *Pterocarpus lucens*, par exemple, ne présentent que quelques rares germinations non viables. Il faudrait donc attribuer leur origine à une série d'années exceptionnellement favorables, ce qui expliquerait aussi l'existence de populations à peu près équiennes.

Les effets de l'utilisation des pâturages sahéliens et de leur production fourragère par les troupeaux varient selon la composante concernée, la saison, la périodicité de la pâture et les méthodes d'exploitation adoptées par les éleveurs. Pour les graminées annuelles, les conséquences de la pâture diffèrent surtout selon la saison: si la pâture a lieu en dehors de la période de végétation, on constate une accélération de la dégradation des chaumes, qui se traduit par un niveau apparent de consommation de 50 à 100% plus élevé que la consommation réelle. Le taux apparent de consommation varie selon les espèces et le moment de la consommation pendant la saison sèche, mais il est en moyenne de 10 à 15 kg MS/UBT par jour (Hiernaux, Cissé et Diarra, 1979). A plus long terme, cependant, la pâture de saison sèche ne semble avoir que des effets très limités sur la production ultérieure et sur la flore. Il a été ainsi noté qu'après trois ans de pâturage contrôlé en saison sèche, il n'y avait qu'une légère extension des couches de sol dénudé sur des pâturages situés sur sols lourds et qu'en outre, on pouvait même constater une légère augmentation de la germination et du couvert végétal sur sols sableux (Breman et Cissé, 1977).

La pâture de graminées annuelles par les animaux pendant la période de végétation entraîne, de la même manière que le prélèvement opéré, une modification de la croissance. Les essais de coupe à différents stades du développement de la strate herbacée montrent que cet effet est très variable. Dans le cas de *Schoenefeldia gracilis* (figure 16), le recrû pousse d'autant plus vite que la coupe est précoce, à telle enseigne que lorsque la coupe intervient au moment du tallage, elle stimule la croissance. Par contre, lorsque la coupe se produit après l'élongation de la tige, elle freine la croissance. Les coupes répétées ont toutefois un effet négatif sur la vigueur du recrû. Le mode d'exploitation du troupeau a par conséquent une incidence importante sur l'approvisionnement futur en protéines qui varie selon que les animaux n'utilisent les pâturages qu'au début de la période de végétation ou au contraire pendant toute la durée de celle-ci. Il convient toutefois de signaler que chez les graminées annuelles telles que *Schoenefeldia gracilis*, l'incidence sur la teneur en protéines n'est pas aussi marquée que chez les pérennes.

Les effets à plus long terme sur l'évolution des pâturages sont très variables et dépendent autant du type du pâturage que de son mode d'exploitation. Les essais faits au ranch de Niono ont montré que les pâturages sur sols lourds sont beaucoup plus sensibles que les pâturages sur sols sableux. Les effets les plus prononcés ont été relevés lorsque les taux de charge étaient constants et appliqués à toute la durée de la période de végétation. On a constaté que dans ce cas, les espèces les plus appétées ne pouvaient achever leur cycle, ce qui réduisait les chances de les voir repousser l'année suivante. Dans le cas des pâturages sur terrain plat, caractérisés par la présence de *Pterocarpus lucens* et d'une strate de graminées dominée par *Pennisetum pedicellatum* (figure 17), il n'a fallu que trois années de pâturage pendant toute la durée de la saison des pluies pour éliminer *Pennisetum* qui n'a été que partiellement remplacé par deux faciès, l'un largement ouvert avec *Setaria pallidefusca* et *Borreria chae-*

Figure 16. *Effet de la date et de la répétition des fauches sur le rendement et la qualité d'un pâturage à* Schoenefeldia gracilis *au ranch de Niono en 1977.*



tocephala et l'autre avec *Monechma ciliatum*, espèce qui, du moins en vert, n'est pas consommée par les bovins. Lorsque le pâturage est limité à une partie seulement de la période de végétation (figure 17), l'effet est moins prononcé.

L'utilisation du couvert végétal à des fins pastorales produit un double effet sur les graminées pérennes; d'une part sur la vitalité et la production des touffes individuelles et d'autre part sur la régénération de la population. Les observations faites au ranch de Niono ont mis en relief une baisse de production des touffes d'*Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus* soumises à un pâturage intensif pendant la saison des pluies, mais aussi leur résistance à la pâture. Par contre, le piétinement et l'arrachement des jeunes plants par les animaux a complètement empêché la régénération. La destruction régulière du recrû en saison sèche pendant trois années consécutives n'a pas tué les touffes installées, bien que la production ait nettement diminué.

En ce qui concerne les ligneux fourragers, il faut de nouveau faire une distinction entre l'effet de la pâture sur la croissance et la production d'une part, et sur l'évolution de la population d'autre part. Il existe très peu de règles générales applicables à toutes les espèces broutées et tout dépend du moment et de la forme de la pâture qui peut consister en feuillage vert, en fruits ou en feuilles mortes gisant à même le sol. L'effet dépend en grande partie de l'accessibilité du fourrage. Les animaux ont directement accès aux buissons et aux jeunes arbres. En ce qui concerne les arbres et les arbrisseaux assez âgés, l'intervention des éleveurs notamment par différentes formes d'élagage affectant forcément la croissance de l'arbre est nécessaire.

Pour mesurer l'effet du broutage, plusieurs espèces ligneuses ont été soumises à un effeuillage répété (Cissé, 1981). Comme le montre la figure 18, le broutage modifie la courbe de feuillaison de *Pterocarpus lucens* pendant la saison sèche. Le recrû est meilleur lorsque l'effeuillage a lieu très tôt au cours du cycle de la plante, mais la récupération devient plus lente lorsque l'effeuillage est répété. Toutefois, même dans les cas d'effeuillages répétés, soit partiellement soit totalement, ou en d'autres termes dans les cas où les conséquences des traitements appliqués sont beaucoup plus graves que le broutage des animaux, la mortalité enregistrée a été très faible. Les techniques de la taille, de l'émondage et du rabattage ont été également essayées sur plusieurs espèces. En général, il semble que la

Figure 17. Effets du mode de pâture sur la composition du tapis herbacé d'un parcours sahélien à Pterocarpus lucens *et* Pennisetum pedicellatum *(Ranch de Niono).*

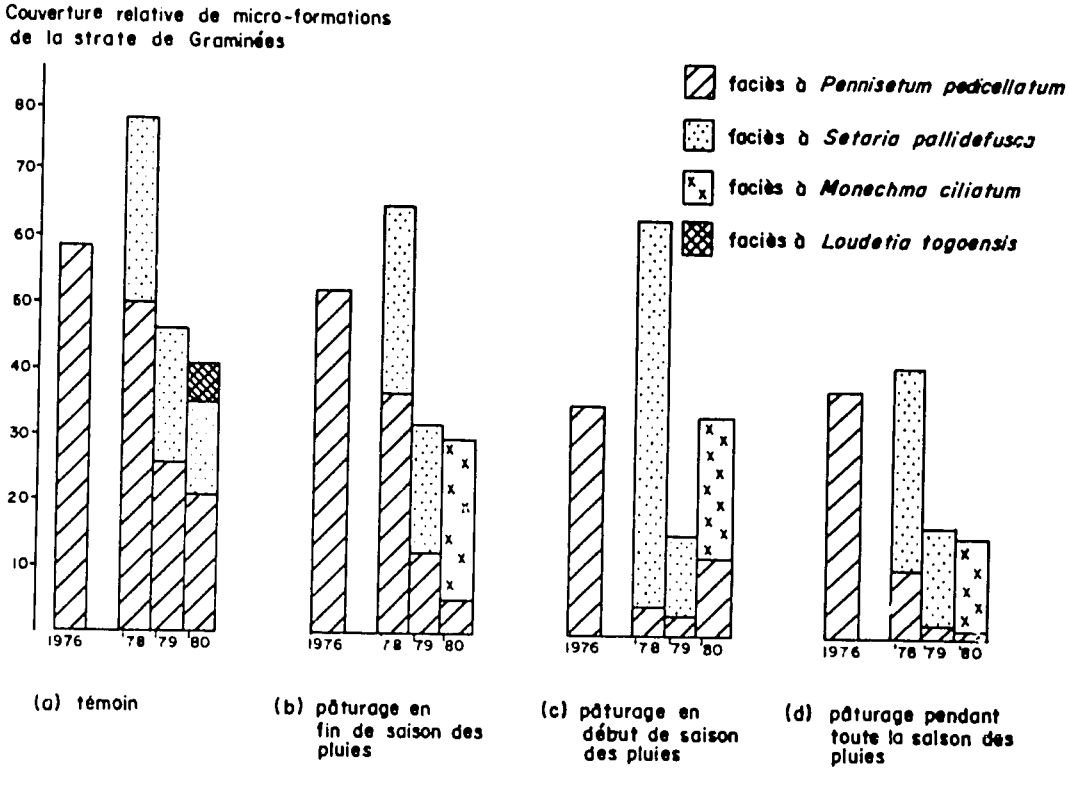
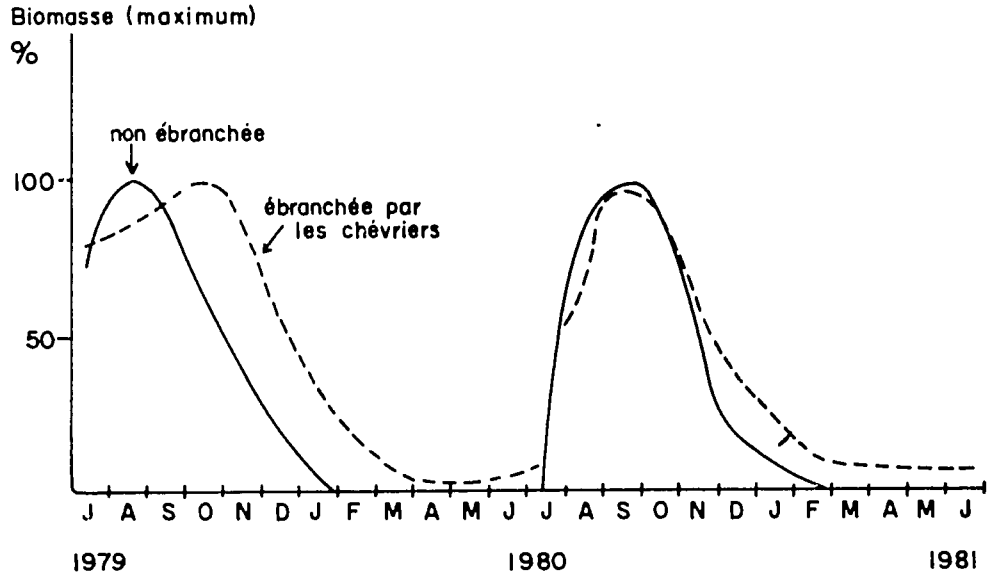


Figure 18. *Effet de l'ébranchage sur la courbe de feuillaison de* Pterocarpus lucens *(Ranch de Niono).*



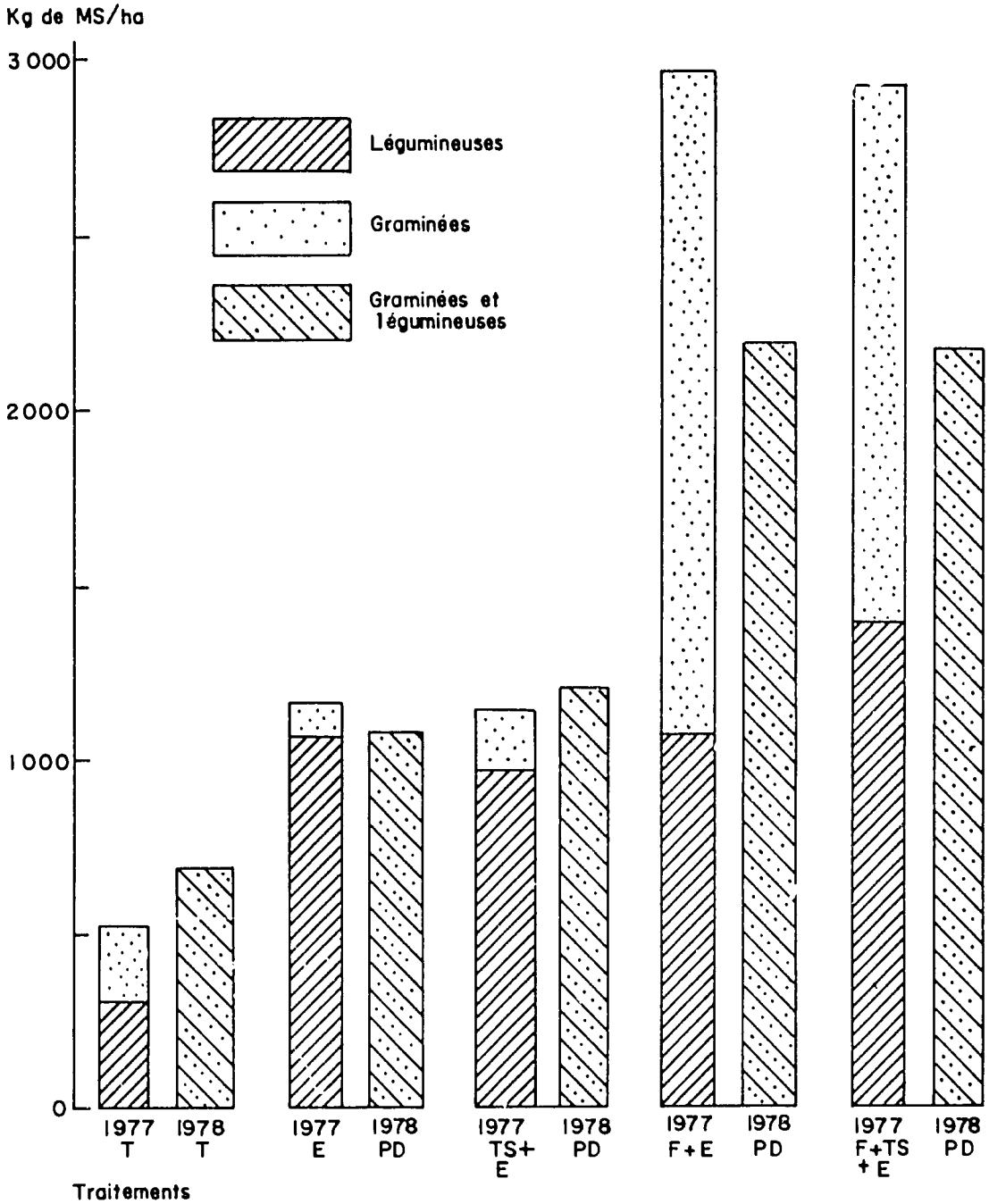
repousse devient d'autant plus difficile que les branches coupées sont grosses ou proches de la base. La coupe se traduit toujours par une chute de la production des feuilles l'année suivante mais elle s'accompagne souvent d'un allongement du cycle de la plante.

Les effets à long terme du broutage dépendent avant tout de la composition spécifique de la population. La production de fourrage de certaines populations broutées fléchit alors que pour d'autres espèces c'est l'inverse qui se produit. Par exemple, les pâturages à *Pterocarpus lucens* situés autour du périmètre de culture du riz de l'Office du Niger perdent leurs meilleures espèces *(Pterocarpus lucens* et *Combretum aculeatum)* qui sont graduellement remplacées par des espèces non appétées telles que *Combretum micranthum* et *Acacia ataxacantha*. On observe la situation inverse au sein d'une population de *Balanites aegyptiaca, Acacia seyal* et *Ziziphus mauritiana* qui a remplacé une population de *Combretum ghasalense* des suites du broutage.

Malgré la place marginale de l'agriculture au Sahel, son impact sur les ressources fourragères est important. Sur les terroirs permanents, les cultures ne peuvent se succéder chaque année que grâce à l'apport d'une fumure qui réalise finalement un transfert de fertilité depuis les parcours environnants vers le terroir par l'entremise du bétail. Sur les terroirs itinérants, le transfert de fertilité est moins accusé puisqu'il n'y a généralement pas de fumure mais chaque sole est alternativement mise en culture pendant quelques années puis laissée en jachère. L'abandon cultural fait revenir la parcelle au statut de parcours mais avec une végétation profondément modifiée et qui va évoluer avant la nouvelle mise en culture. La flore post-messicole (avec souvent *Cenchrus biflorus, Eragrostis tremula, Schizachirium exile, Mitracarpus scaber*, etc.) évolue progressivement mais contrairement à ce que l'on pourrait attendre d'un épuisement du sol par la culture, la production est du même ordre, parfois supérieure à celle du tapis original. La baisse de fertilité est probablement compensée par les effets résiduels bénéfiques des labours sur le régime hydrique.

Le développement de la végétation ligneuse est très marqué par la mise en culture. La plupart des arbres et arbrisseaux sont abattus et seuls quelques buissons tels que *Guiera senegalensis, Piliostigma reticulata, Ziziphus mauritiana* ou *Combretum aculeatum* continuent à produire de nouveaux rejets, même après plusieurs années de coupes régulières. La comparaison d'une terre mise en jachère pendant deux ans avec une terre non débroussaillée a révélé les effets notables de l'essartage à la fois sur les effectifs (295 souches à l'hectare sur la jachère, pour 1108 sur un terroir non défriché), sur le recouvrement (2,5% contre 14,5%), sur la stratification et sur la composition floristique. Les marques de dégradation d'une telle ampleur demeurent visibles pendant longtemps et les agriculteurs recommencent à exploiter les terres en jachère avant qu'elles ne soient effacées. La comparaison d'une jachère âgée avec

Figure 19. *Effets des quatre traitements appliqués en juin 1977 à la végétation naturelle des hautes terres du Sahel pendant deux ans.*



la végétation témoin montre une récupération partielle (350 tiges/ha contre 568 et 5,3% de couverture contre 9,4%); toutefois, la composition floristique et la structure du couvert forestier étaient quand même gravement dégradées.

6.3. PATURAGES DE LA ZONE D'INONDATION DU NIGER

(P. Hiernaux et L. Diarra)

A l'exception de la végétation des reliefs non submersibles et de quelques plaines irrégulièrement ou tardivement inondées, les pâturages du delta intérieur se composent de savanes herbeuses et de prairies aquatiques. Celles-ci sont constituées de graminées (ou cyperacées) pérennes parmi lesquelles on peut distinguer quatre types biomorphologiques. Il s'agit des hémicryptophytes cespiteux dressés, à tiges flottantes et gazonnants et des géophytes à rhizomes. Certaines des espèces appartenant à chacun de ces types sont énumérées au tableau 11.

A l'instar de *Vetiveria nigritiana*, les graminées cespiteuses réagissent de deux manières à la submersion. Ou bien la touffe d'herbe est complètement recouverte par la montée rapide des eaux, auquel cas elle ne se développe qu'après le retrait des eaux, ou bien elle n'est pas recouverte, c'est-à-dire que la hauteur de l'eau ne dépasse guère 10 à 30 cm, et dans ce cas la plante se développe pendant la saison des pluies et la période de submersion, lesquelles coïncident plus ou moins.

Les graminées flottantes forment les pâturages connus sous le nom de *bourgou*, mot peul désignant les pâturages inondés, la formation elle-même étant appelée *bourgoutière*. On les trouve parfois sur les plaines profondément submergées (jusqu'à 4 ou 5 m). Cependant, les pâturages ne survivent à la submersion profonde que si les eaux montent de façon suffisamment progressive pour permettre la croissance simultanée des tiges.

Les graminées gazonnantes, qui colonisent le sol par stolons, forment souvent des pelouses au niveau de la limite supérieure de l'inondation où elles subissent une submersion peu profonde pendant de courtes périodes et à des intervalles irréguliers. Etant donné leur morphologie et leur mode de régénération, elles sont particulièrement résistantes à une utilisation pastorale intense et abondent autour des *toguérés*, sur les berges et aux environs des villages.

Les géophytes à rhizomes peuvent se laisser noyer et ne se développer qu'à la décrue *(Cyperus maculatus, C. denudatus)* mais généralement ils profitent des réserves accumulées dans les rhizomes pour se développer rapidement au fur et à mesure que le eaux montent. Ils supportent une submersion assez forte (0,5 à 1,5 mètre) avec montée rapide des eaux.

La figure 20 montre l'évolution au cours du cycle annuel de la biomasse de deux parcours du delta mis en défens. Ces deux exemples mettent en relief le niveau élevé de la production et les disparités considérables qui existent entre les divers pâturages; ils montrent également que les périodes de végétation se prolongent considérablement au cours du cycle annuel, contrairement aux graminées sahéliennes. Les différences très marquées entre les pâturages du delta sont liées à celles des régimes d'inondation[1].

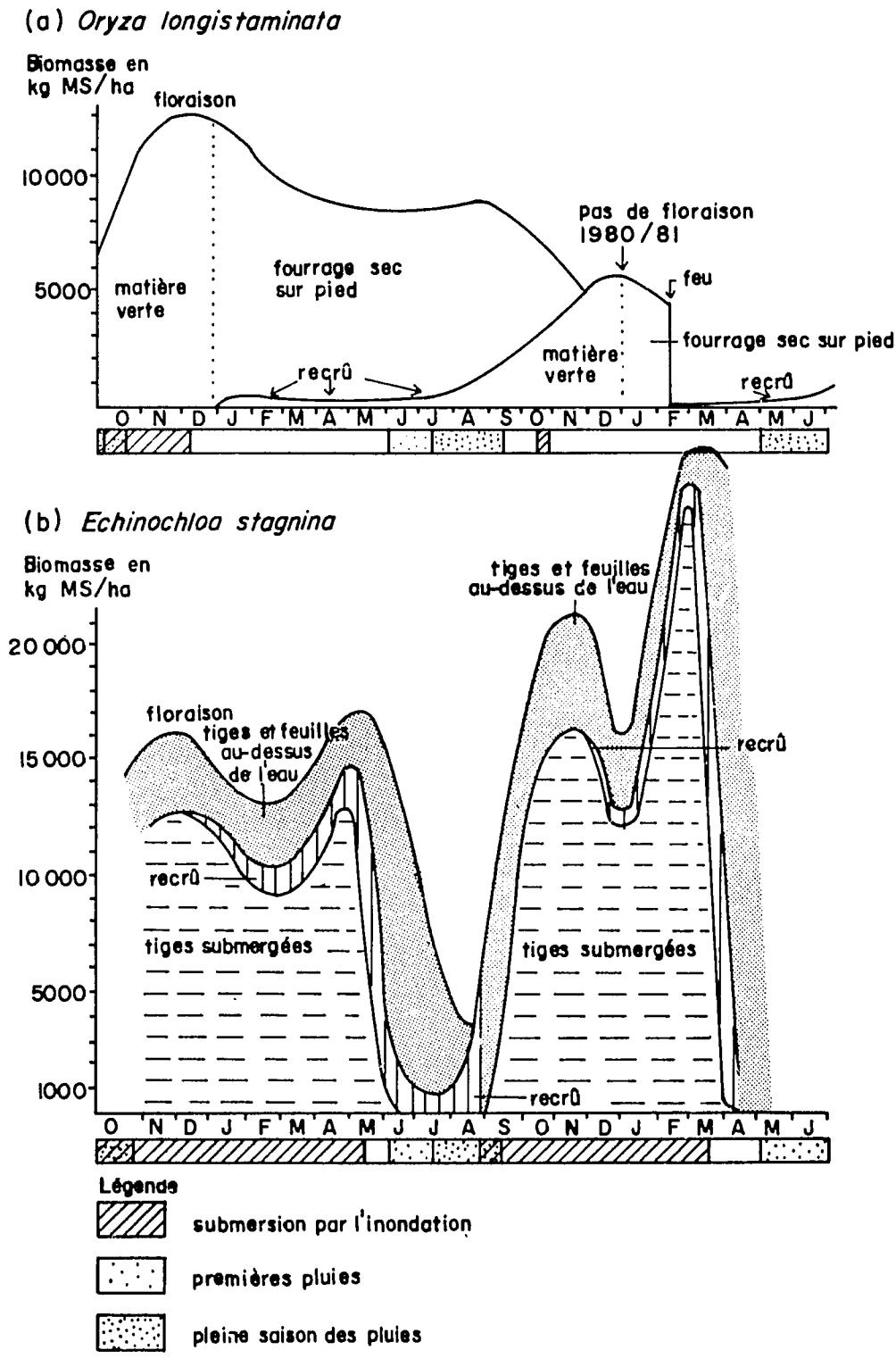
1 Différentes sortes de pâturages se complètent en fonction du régime d'inondation et de la saison, ce qui détermine la mobilité des troupeaux à l'intérieur du delta pendant la saison sèche.

Tableau 11. *Types biomorphologiques de quelques graminées et cyperacées dominantes du delta intérieur du Niger*[*].

Hémicryptophytes			Géophytes
cespiteux	à tiges flottantes	gazonnants	à rhizomes
Vetiveria nigritiana	*Echinochloa stagnina*	*Cynodon dactylon*	*Oryza longistaminata*
Andropogon gayanus	*Vossia cuspidata*	*Sporobolus spicatus*	*Echinochloa pyramidalis*
Eragrostis barteri	*Brachiaria mutica*	*Sporobolus helvolus*	*Eleocharis dulcis*
Hyparrhenia rufa		*Brachiaria mutica*	*Scirpus brachyceras*
Panicum anabaptistum			*Cyperus maculatus*
			C. denudatus

* Pour des informations plus détaillées sur l'écologie des graminées, voir tableau 9.

Figure 20. *Evolution annuelle de la biomasse sur deux pâturages du delta intérieur du Niger mis en défens.*



La croissance se fait généralement en deux étapes: d'abord pendant la saison des pluies et/ou la période d'inondation, jusqu'à la floraison entre septembre et décembre, puis après la fructification, période au cours de laquelle l'on assiste à une reprise de la croissance et à l'émergence d'un recrû dont l'ampleur est fonction de l'humidité résiduelle du milieu. Le rôle fourrager de ce recrû est essentiel.

Constitués de graminées pérennes et souvent saisonnièrement protégés de la pâture, de nombreux pâturages du delta semblent très stables du point de vue floristique. Les fluctuations interannuelles de l'inondation, combinées avec celles du régime des pluies, ont un effet plus notable sur la production que sur la flore. La figure 20 donne un exemple de l'évolution de la biomasse d'un pâturage à *Oryza longistaminata* pendant deux années consécutives. En 1980, une inondation tardive et peu profonde a empêché *Oryza* d'arriver au terme de son développement et d'atteindre sa phase de floraison. Du même coup elle limitait la production à la moitié de ce qu'elle était en 1979. Cependant, il est difficile de déterminer l'influence des facteurs qui entraient en jeu, car, pour les mêmes années (1979 et 1980), les données relatives aux pâturages à *Echinochloa stagnina* situés à proximité montrent (figure 20) la tendance inverse. Cette situation s'explique par la montée trop rapide des eaux en 1979, ce qui a entraîné la noyade de certains jeunes plants et la baisse de la production.

Si les fluctuations à court terme de l'inondation influencent avant tout le niveau de la production, il est certain qu'à plus long terme, elles peuvent entraîner la transformation de la végétation. Dans les régions telles que le Farimaké et les plaines du nord-ouest où l'inondation est marginale ou irrégulière du fait de l'altitude élevée et de l'éloignement par rapport aux cours d'eau, la savane à *Vetiveria* cède rapidement la place au pâturage sahélien à *Acacia seyal, A. nilotica, Ziziphus mauritiana,* à un épais tapis de graminées très clairsemé à *Sporobolus helvolus* et à quelques plantes annuelles. Il convient de noter que des changements de cette nature sont susceptibles de se multiplier et d'être moins facilement réversibles, dans la mesure où les projets de développement dans le delta, ou plus haut en amont, modifient d'une manière permanente le régime naturel de l'inondation. Les conséquences de tels changements pourraient être catastrophiques pour les cultures et la production fourragère du delta intérieur.

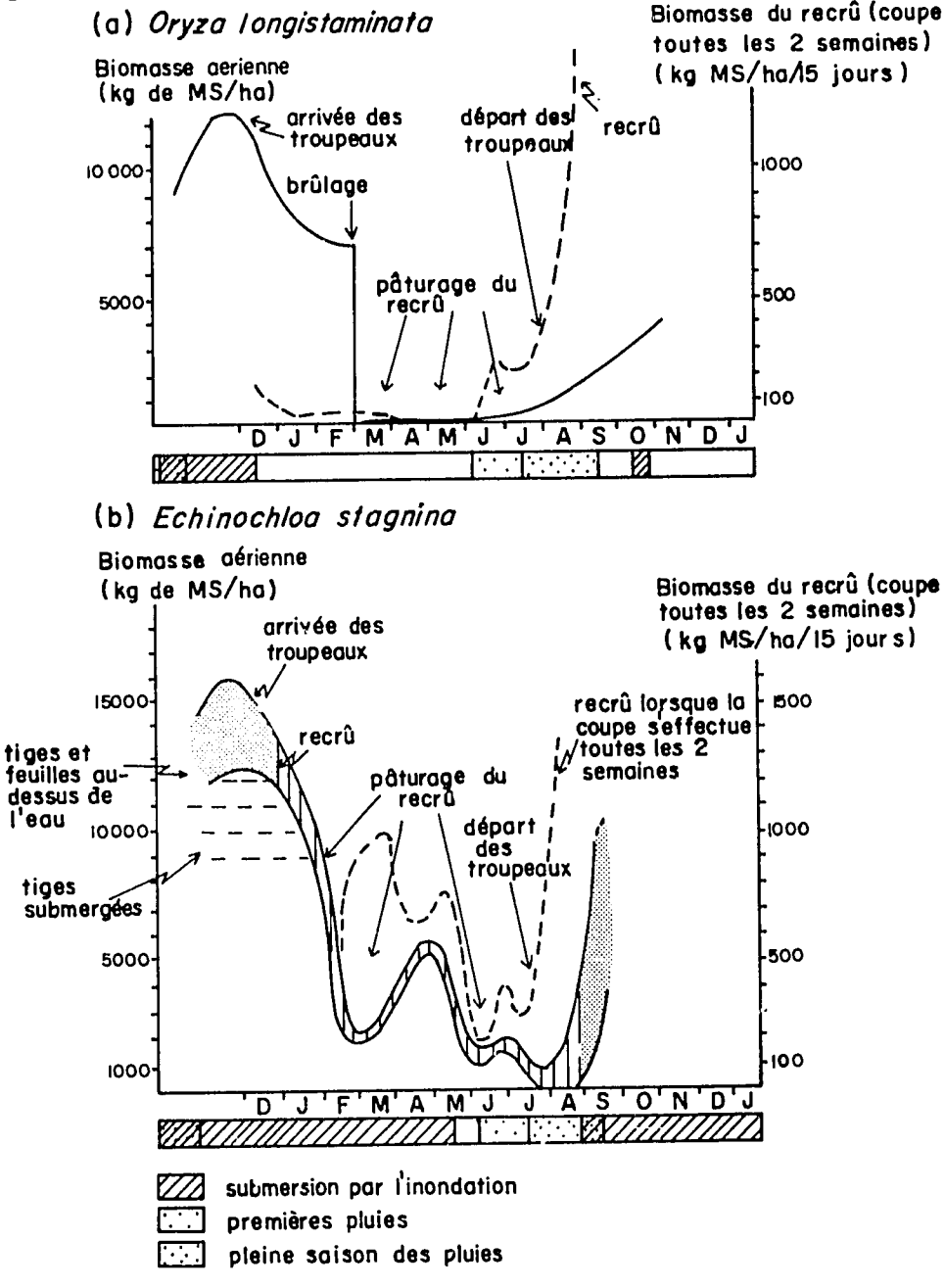
Les courbes relatives à la biomasse des pâturages non pâturés ne peuvent être utilisées pour déterminer la disponibilité saisonnière des différents types de pâturages, puisque ces derniers sont sujets à une pâture saisonnière intensive qui modifie à la fois la biomasse disponible et la production. A de rares exceptions près (autour des villages, sur les *toguérés* et sur les berges), les pâturages du delta ne sont guère utilisés pendant la saison des pluies ou au cours de la période d'inondation. En arrivant sur le delta, les troupeaux trouvent donc généralement une biomasse importante (de 5 à 20 t de MS/ha), formée d'herbes mûres de qualité moyenne à médiocre mais d'accessibilité difficile, ce qui entraîne un gaspillage considérable. Après la première pâture, on assiste à l'émergence d'un recrû qui est consommé en même temps que le reste du fourrage sec sur pied, à condition que celui-ci n'ait pas été brûlé auparavant.

Afin d'illustrer l'effet de la pâture sur la production et sur le fourrage disponible, la figure 21 retrace l'évolution de la biomasse pour les deux types de pâturages de la figure 20; mais, il convient de noter que les relevés ont été faits dans les conditions traditionnelles d'exploitation pastorale et que l'évolution de la production pour le recrû a été mesurée en coupant le fourrage une fois toutes les deux semaines. Lorsque l'on compare la productivité des pâturages utilisés, il apparaît clairement que la disponibilité saisonnière de fourrages dépend non seulement du type de pâturage et du régime de l'inondation, mais également du mode d'exploitation pastorale. Toutefois, comme la pâture n'est pas contrôlée, il est difficile d'en analyser les effets sans avoir recours parallèlement à un dispositif expérimental. Des essais ont commencé en fin 1979 sur:

(a) une plaine à *Echinochloa stagnina,*
(b) un terrain de parcours plat à *Oryza longistaminata,*
(c) une berge à *Andropogon gayanus,*
(d) une berge à *Vetiveria nigritiana,*
(e) une plaine à *Vossia cuspidata* et *Oryza longistaminata.*

En 1981, ces essais ont été étendus à quatre autres formations. Il s'agit de pâturages à *Cynodon dactylon, Panicum anabaptistum, Vetiveria nigritiana* (bas) et *Eragrostis barteri.* Les traitements appliqués variaient selon le pâturage, mais se caractérisaient par un ou plusieurs des éléments suivants: coupe précoce et tardive; coupe pendant l'inondation; coupe répétée tous les 15 jours, tous les mois, tous les deux mois; brûlage précoce et tardif; pâture traditionnelle. Pour *Echinochloa stagnina* et *Cynodon dactylon,* on a également pratiqué une coupe par semaine.

Figure 21. *Biomasses saisonnières de deux parcours du delta intérieur du Niger soumis à la pâture.*



L'effet des traitements sur le recrû en cours et l'influence sur la production de l'année suivante sont analysés séparément[1]. Il est prématuré de tirer des conclusions quant au second point. Les observations préliminaires indiquent cependant que l'influence est généralement faible à moins que la coupe ne soit pratiquée très tardivement, après la fin du mois de juin. Dans ce cas, les traitements ont un effet dépressif évident sur la production. Par contre, lorsque l'on permet au bétail d'accéder très tôt aux *bourgoutières* encore inondés ou tout au moins pendant que le sol est encore humide, les résultats enregistrés sont positifs, en dépit du gaspillage qui en découle. De fait, cette pratique stimule le recrû et rend le tallage plus facile, créant ainsi des conditions plus favorables pour le développement de la végétation pendant l'année suivante.

1 Aucun effet sur la flore n'a pu être décelé jusqu'ici. Aussi les observations portent-elles uniquement sur la biomasse, mesurée par voie de coupe, séchage et pesage; l'analyse de la valeur nutritive est faite ultérieurement dans les cas où elle s'avère appropriée.

Les effets de la coupe, du brûlage et de la pâture semblent d'autant plus bénéfiques que le traitement est précoce par rapport au retrait des eaux. La figure 22 montre clairement l'effet stimulant de la coupe précoce sur le recrû de *Andropogon gayanus* qui est toutefois moins prononcé pour *Oryza longistaminata*. Le brûlage ne semble pas particulièrement stimuler le recrû; par contre, il le rend beaucoup plus facilement accessible au bétail. Néanmoins, il ne faut pas oublier qu'il entraîne tout d'abord la perte de quantités substantielles de chaumes de qualité médiocre. Le brûlage tardif a un effet légèrement dépressif sur le recrû. La figure 23 montre l'effet stimulant de la coupe répétée sur le recrû de *Echinochloa stagnina* et de *Andropogon gayanus*. Pour *A. stagnina*, cet effet se renforce à mesure que l'intervalle se raccourcit, mais une autre expérience actuellement en cours montre que l'effet stimulant diminue lorsque la coupe est renouvelée une fois par semaine. L'intervalle de fauche optimum serait de 10 à 15 jours pour *Echinochloa* et de 15 à 30 jours pour *A. gayanus*. L'existence de cet intervalle optimum a, sur le plan pratique, des conséquences importantes sur l'exploitation des pâturages.

Dans le delta, les cultures constituent également un facteur susceptible d'influencer les ressources fourragères. Les cultures annuelles de riz qui occupent localement une place très variable ont, sur le plan global, une importance notoire. Au cours des années qui viennent de s'écouler, elles se sont considérablement développées, parallèlement à l'expansion de la traction animale. Elles pourraient en outre progresser à l'avenir car les superficies susceptibles de produire certaines variétés de riz avec des pratiques culturales simples (défrichement préliminaire, brûlage, labour répété, contrôle partiel de l'inondation par des digues, etc) qui excluent les techniques sophistiquées d'irrigation, coïncident avec l'ensemble des pâturages à *Oryza longistaminata* et *Eragrostis barteri*, et correspondent à une grande partie des *bourgoutières* et à une certaine partie des formations à *Vetiveria*. Il existe ainsi une concurrence territoriale entre la riziculture et l'élevage.

L'incidence de la mise en culture des pâturages revêt deux formes: en premier lieu il y a substitution de chaumes de riz aux pâturages préexistants et en second lieu, après abandon cultural dans le cas de cultures itinérantes, jachère à la place du parcours original.

Dans le premier exemple, la perte de fourrage est partiellement fonction du succès ou de l'échec (assez fréquent, étant donné que l'inondation n'est pas contrôlée) des cultures, puisque les parcelles de riz peuvent être pâturées après la récolte. Toutefois, l'élément déterminant demeure le type de pâturage d'origine. Pour les pâturages à *Oryza, Eragrostis* et *Vetiveria*, la substitution d'une couverture pérenne par une couverture annuelle élimine le recrû de saison sèche dont l'importance a déjà été soulignée. Pour les *bourgoutières*, la perte est estimée égale aux rations d'entretien de 6 UBT/ha pendant au minimum six mois de saison sèche, ce qui est considérable. Aucune expérience n'a été faite par le CIPEA pour estimer la productivité des terres en jachère mais les observations préliminaires indiquent la rapide régénération des formations précédentes, en particulier dans le cas d'*Oryza* (deux à trois ans). Les *bourgoutières* se régénèrent également vite (trois à cinq ans), mais le rythme de régénération est beaucoup plus variable pour les formations moins régulièrement inondées, en particulier *Vetiveria*.

L'usage fréquent du brûlage préliminaire destiné à éliminer le chaume des parcelles avant le labour constitue un effet secondaire des cultures. Enfin, le fait de différer l'accès des animaux à certaines zones de pâturage, dans l'attente de la fin de la moisson, a également un effet indirect notable.

6.4. DEGRADATION ET REGENERATION

(P.N. de Leeuw et P. Gosseye)

A la suite des cris d'alarme lancés en vue d'arrêter la dégradation rapide de l'environnement sahélien, il est apparu nécessaire de quantifier l'information sur le degré réel de détérioration de l'écologie de la zone. Une évaluation de la dégradation a donc été faite à l'intérieur de la zone d'étude du CIPEA au Mali, de même qu'une quantification de l'utilisation des terres. La comparaison de photographies aériennes de la couverture prises en 1952 et en 1975 avait permis de soutenir que l'agriculture pluviale avait progressé de 2,6% par an, que la dégradation des terres s'était aggravée au taux alarmant de 8,4% par an et que l'ensemble des terres dégradées couvrait désormais quelque 1,2 million d'hectares, soit 25% du territoire étudié.

Toutefois, il conviendrait de considérer ces conclusions avec prudence. En effet, aux fins de la photo-interprétation, la dégradation a été définie comme correspondant aux zones de forte réflectivité. Or on sait que le degré de réflectivité est fonction de la composition du couvert végétal. Ce critère ne permet donc pas de déterminer la structure des diverses formations végétales. Par ailleurs, les reconnaissances à basse altitude

Figure 22. *Effets de la coupe précoce ou du brûlage sur le recrû de deux pâturages du delta intérieur du Niger.*

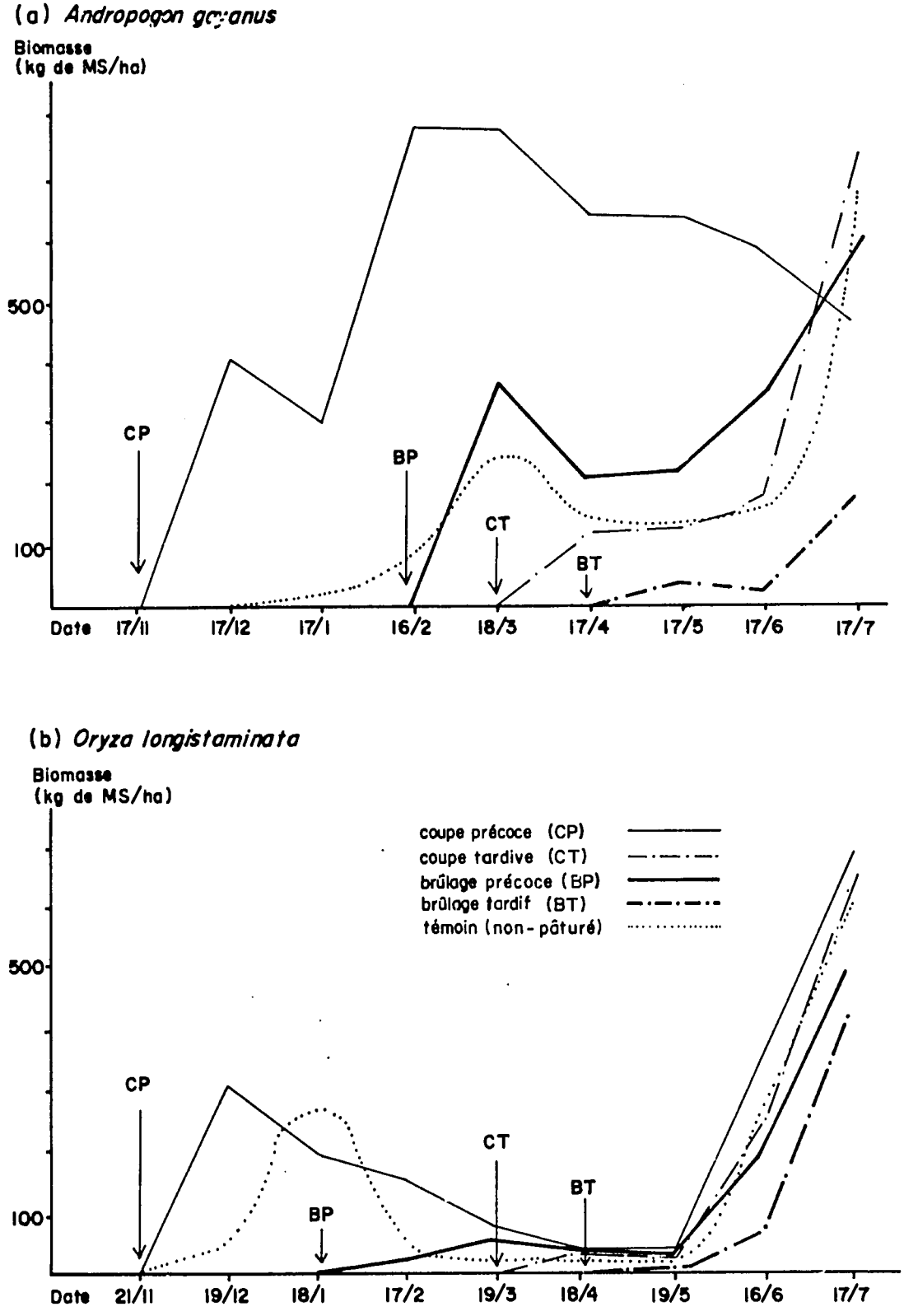
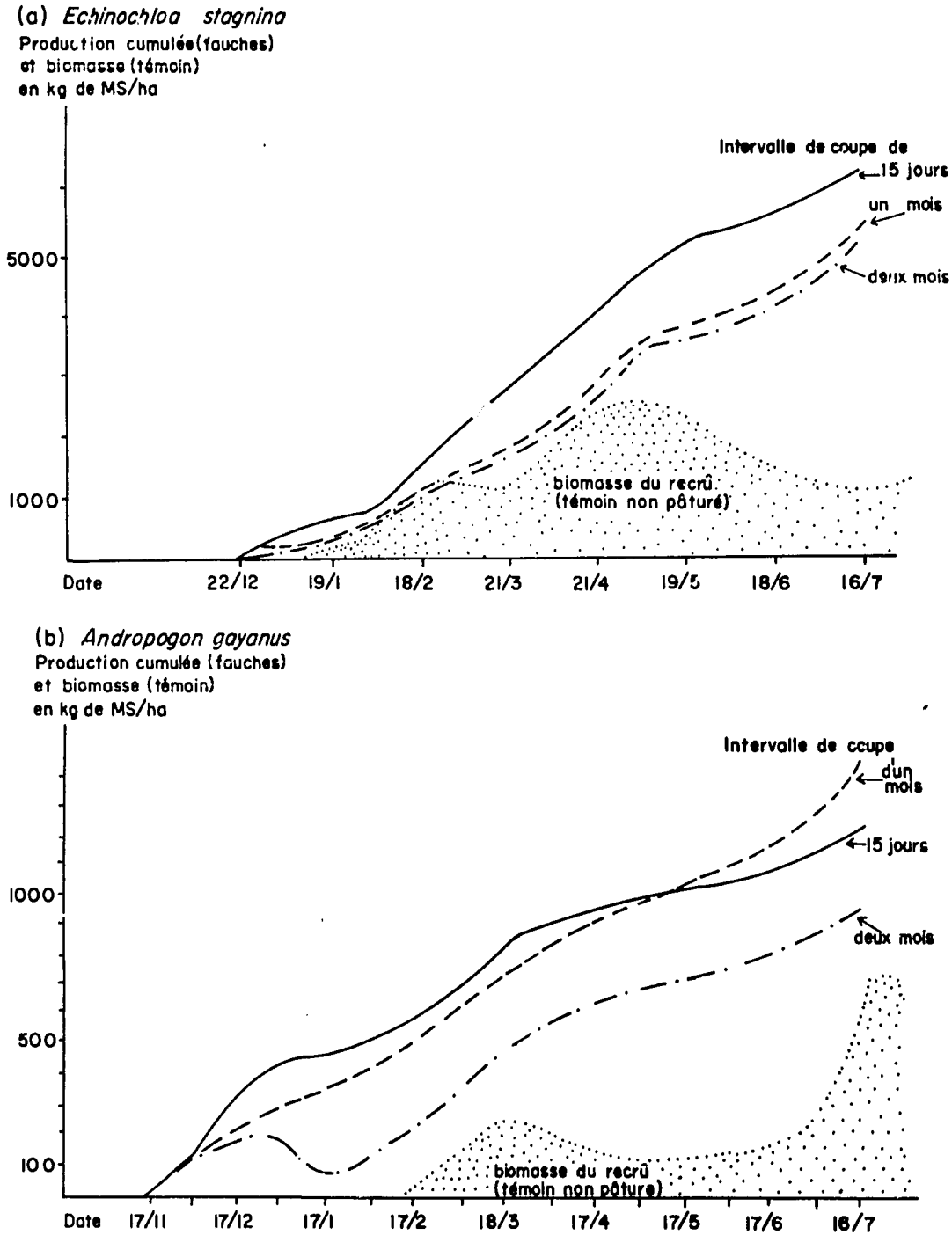


Figure 23. *Effet de trois régimes de coupe sur le recrû de de x pâturages du delta intérieur du Niger.*

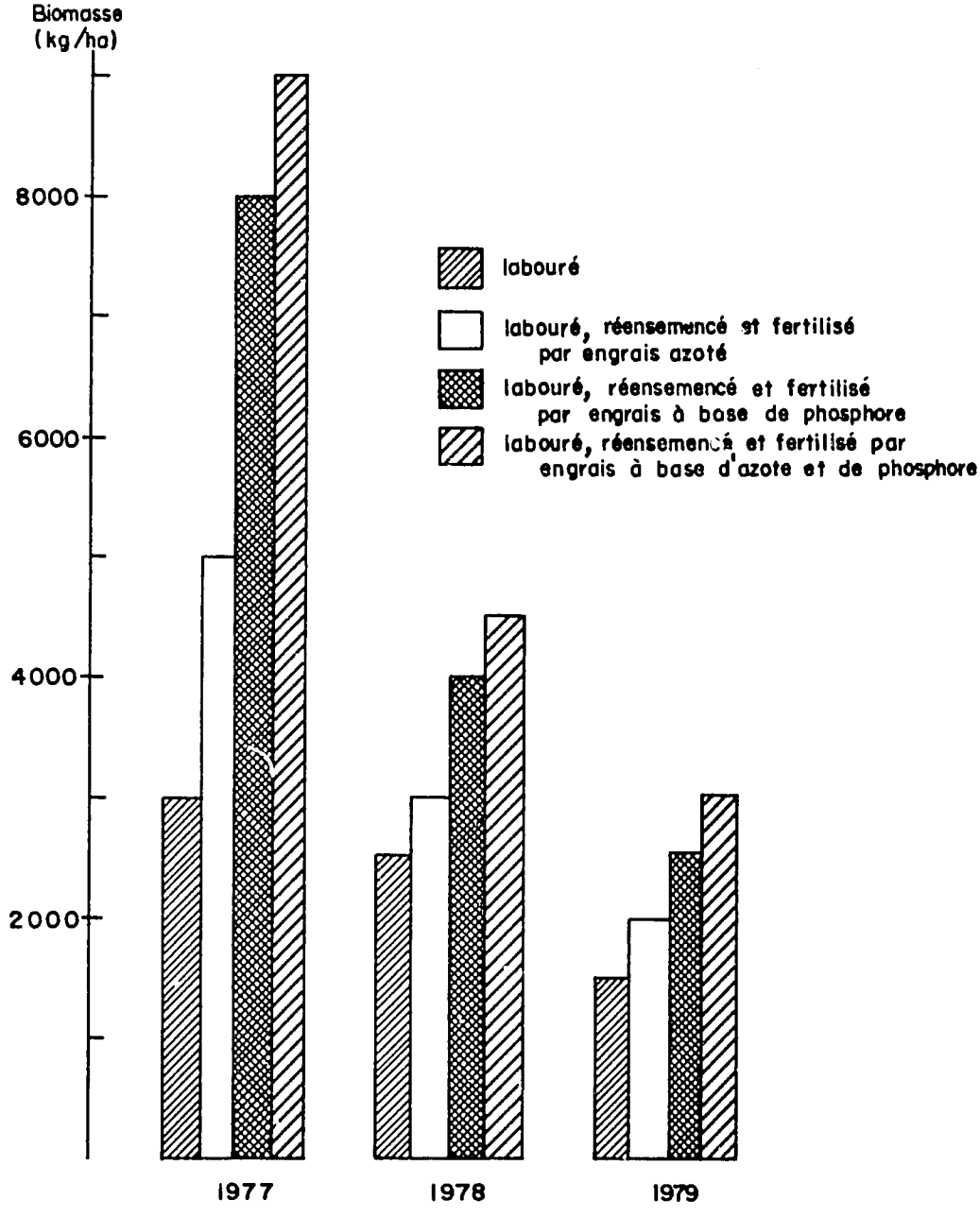


Sources: Penning de Vries et Djiteye (1982).

effectuées par le CIPEA en octobre 1980 et en mars 1981 ont fait ressortir le caractère nettement saisonnier des variations du couvert végétal, indiquant ainsi que le coefficient de réflectivité était fonction du mois ou de la saison au cours desquels les photos ont été prises.

Même si la forte réflectivité constatée en 1975 indiquait l'existence de vastes zones dénudées, il ne faudrait pas considérer une telle situation comme irréversible. Il est possible de penser que cette année marque plus ou moins la fin de la sécheresse de 1969-1974 et le début d'une période de régénération, étant donné que la période 1975-1980 a été caractérisée par de fortes pluies, et qu'en outre, la population animale décimée par la sécheresse de 1975 ne s'était pas entièrement reconstituée. Depuis lors, il a été largement prouvé que le couvert végétal s'est régénéré

Figure 24. *Effet sur la production de biomasse de terrains dénudés du réensemencement et de différentes applications d'engrais après les labours pendant une période de trois ans (1977-1979).*



Sources: Penning de Vries et Djitye (1982).

(Hiernaux et coll., 1977-79; Penning de Vries et Djiteye, 1982) et il est permis d'afficher un optimisme prudent quant aux niveaux et tendances actuels de la dégradation du couvert végétal dans une région caractérisée, comme on le sait, par une forte pression du bétail sur les ressources.

Cela ne signifie toutefois pas qu'il ne se pose pas des problèmes localisés de dégradation. En effet, les terres dénudées sont très répandues autour des villages et des grands points d'eau de même que sur les pistes de transhumance. Par ailleurs, il n'est guère douteux que la dégradation des terres autour de l'Office du Niger soit réellement prononcée, en raison d'une pression démographique croissante qui se traduit par des niveaux excessifs de coupe de bois de chauffage et par le surpâturage (Wilson 1980). On n'a pas encore réussi à déterminer les moyens à mettre en oeuvre pour freiner ce processus et transformer les terres dénudées en terres productives, par le biais d'une exploitation rationnelle, basée sur l'utilisation de la technologie, même si de tels objectifs occupent une place de choix dans les stratégies de régénération proposées. Cependant, il convient de noter que la détermination des stratégies appropriées passe nécessairement par la définition des divers niveaux de dégradation des sols. Pour plus de commodité, ceux-ci peuvent être répartis en deux grands types: (i) les terres complètement dépourvues de couverture végétale et (ii) les terres de faible productivité à couverture végétale clairsemée.

Aucune recherche sur la régénération des terres complètement dénudées n'a été entreprise par le CIPEA, mais on peut heureusement se référer à une série d'essais effectués dans le cadre de l'étude de la PPS aux alentours de Niono (Penning de Vries et Djiteye, 1982). Plusieurs techniques ont été essayées, y compris le sarclage à la houe de sol nu, sans traitement subséquent et la sarclage à la houe de sol nu, fertilisé par divers engrais et réensemencé avec des graminées annuelles locales; elles ont permis de restaurer, à des degrés divers, la couverture végétale (figure 24). A lui seul, le binage a produit trois tonnes de biomasse au cours de la première année; malgré une certaine baisse, le niveau de la production pendant la deuxième et la troisième années a été assez élevé. Grâce à l'utilisation d'engrais, on a pu obtenir des productions très élevées qui ont, par la suite, plafonné au cours des années suivantes. L'investissement en main-d'oeuvre a été important, variant de 145 heures à l'hectare (sol humide) à 450 heures à l'hectare (sol sec) pour un travail entrepris trois mois avant le début des pluies, la productivité étant d'autant plus grande que le labour était tardif. Le niveau élevé des productions initiales a été attribué à la quantité élevée d'azote accumulée par le sol au cours de la période où il était dénudé. Son utilisation rapide par le couvert végétal reconstitué a sans doute été la cause de la chute de la production des années suivantes. Bien que l'épandage de fortes doses d'engrais ne soit probablement pas rentable, il a été clairement démontré que les pâturages sahéliens, quoique complètement dégradés, ont potentiellement un niveau de productivité élevé.

Les effets combinés de l'agriculture et du surpâturage ont dégradé de vastes étendues de terres dont la production de biomasse est inférieure à la moyenne. Il s'agit notamment des terres sableuses utilisées pour la culture du mil avec de courtes périodes de jachère et pâturées en permanence par un bétail sédentaire. Il a été établi que l'insuffisance de la biomasse constituait un frein au développement de la productivité et que partant, elle pouvait justifier un investissement qui permettrait d'accroître la production. Dans le cadre de recherches destinées à mettre au point des stratégies nouvelles et applicables, un essai qui a permis de comparer la protection des sols peu profonds et celle de pâturages sur sols peu profonds, avec faible utilisation d'engrais phosphaté et sans application d'engrais, a été effectué. Les résultats ont été nettement moins spectaculaires que ceux signalés par Penning de Vries et Djiteye (1982), mais ils montrent qu'une simple protection des sols peut doubler la biomasse et qu'une application de phosphate combinée avec la protection de la couverture existante permet d'obtenir environ trois tonnes de biomasse. Les effets d'un tel traitement se prolongent l'année suivante, bien que l'augmentation de la production soit légèrement moindre (figure 19).

7. RESSOURCES ANIMALES

P.N. de Leeuw et K. Milligan

7.1. DISTRIBUTION SAISONNIERE DU BETAIL DANS LE DELTA ET SES CONFINS

Introduction

L'objectif des missions de reconnaissance aérienne entreprises dans cette région était d'évaluer la population animale totale et la taille des troupeaux de gros et de petit bétail. Il consistait également à déterminer la distribution saisonnière des animaux et à établir la mesure dans laquelle elle est tributaire de l'écologie de la zone, de ses ressources en pâturages et de l'utilisation des terres à des fins culturales.

A ce jour[1], trois missions de reconnaissance ont été menées à bien. La première, qui a eu lieu en février 1980, portait sur une superficie d'environ 28 000 km^2. La deuxième et la troisième effectuées respectivement en octobre 1980 et en mars 1981, s'étendaient davantage vers l'est et l'ouest et couvraient environ 36 000 km^2.

On estime que la fréquence des missions de reconnaissance et le moment choisi pour les effectuer constituent une base adéquate pour évaluer les fluctuations saisonnières des populations animales. Ces deux éléments devraient par ailleurs permettre de juger les stratégies adoptées par les éleveurs transhumants pour ce qui est de l'utilisation des ressources disponibles.

Les trois périodes sont les suivantes:

a. octobre-novembre: la plupart des troupeaux reviennent des zones où ils pâturent pendant la saison humide et se concentrent dans la zone d'attente;
b. février-mars: milieu de la saison de pâturage dans le delta caractérisée par une dispersion spatiale maximale des troupeaux;
c. juin-juillet: les troupeaux dans le delta se contractent et la transhumance vers les hautes terres du Sahel commence.

[1] 1 mai 1981.

La méthodologie utilisée pour les trois missions a été fondamentalement la même; toutefois, lors de la première, en fait de rassemblement de données, on s'était contenté de dénombrer les animaux. Ce n'est qu'au cours de la deuxième mission de reconnaissance qu'on a procédé à l'échantillonnage systématique de certains paramètres. La méthodologie employée, notamment pour relever les données sur l'écologie et l'utilisation des terres, est décrite dans Milligan et Keita (1981).

Unités de paysages et utilisation des terres

Afin d'obtenir une base rationnelle pour la comparaison des données saisonnières portant en particulier sur les populations animales, on a estimé utile de subdiviser le delta et ses environs en 19 unités de paysage, essentiellement fondées sur des critères géomorphologiques, lesquels déterminent le niveau et la durée de l'inondation, la distribution des types de végétation, ainsi que le mode de peuplement et d'utilisation des terres.

Etant donné l'influence que l'agriculture est susceptible d'exercer sur l'utilisation pastorale des ressources fourragères, d'autres critères mettant en jeu la proportion des superficies emblavées, celle des rizières récemment mises en défens et celle des cultures pluviales ou irriguées ont été utilisés pour obtenir des sous-unités.

Outre les données sur l'écologie et l'utilisation des terres recueillies pendant les reconnaissances aériennes, plusieurs sources d'informations ont été utilisées pour obtenir un découpage approprié de la zone en unités. Il s'agit notamment:

a. d'informations publiées (Gallais, 1967; Boudet, 1972; CIPEA 1980a);
b. d'une interprétation préliminaire des photographies aériennes de 1952, 1971 et 1975, ainsi que d'images du satellite LANDSAT;

Tableau 12. *Inondation et agriculture dans le delta et les hautes terres environnantes.*

Type de paysage	Superficie km² (%)	Partie inondée (%)	Riz (%)	Cultures pluviales (%)
Hautes terres sahéliennes	13 200 (37)	0	0	21
Zone d'attente	5 800 (16)	10	6	16
Plaines surélevées	5 800 (16)	21	9	14
Plaines inondées	11 100 (31)	72	21	4
Total/moyenne	35 900 (100)	27	8	14

c. de données recueillies lors de multiples survols de la végétation effectués par les écologistes du CIPEA au cours de la période 1976-1980 (Hiernaux, Cissé & Diarra, 1979).

La position géographique des unités dont la superficie varie de 1 100 à 3 200 km² est indiquée à la figure 25 tandis que le tableau 12 et la figure 26 donnent les pourcentages des terres agricoles et des zones inondées par groupes d'unités.

Il ressort de ces données qu'approximativement, la moitié de la zone survolée caractérisée par une absence totale d'inondation ou par des inondations de faible niveau et par des cultures pluviales d'intensités diverses[1] pourrait être appelée "hautes terres du Sahel". C'est sur la bordure ouest (Mema et Jura) et à l'est de Mopti (unités 2 et 4) et dans les plaines du Sanari, le long des confins sud de la région (unité 6), que l'agriculture est le plus pratiquée.

Le reste de la zone de reconnaissance est principalement formé de plaines inondées et de marécages précédés par des levées (31%), et de vastes superficies réservées à la culture du riz flottant[2]. La riziculture est beaucoup plus développée dans les plaines du Macina (unité 14) et dans les plaines au sud de Mopti (unité 15) dont le paysage se distingue par des terrasses de niveau plus élevé, des levées et des systèmes de chenaux anastomosés et tressés, nettement moins inondés, et où prédominent les cultures sous pluies et la riziculture.

Distribution des bovins en octobre

Il ressort de l'examen de la figure 27, que les densités de la population bovine sont élevées dans la zone d'attente entourant le delta et qu'elles sont faibles là où l'eau se fait rare, notamment dans le Mema (unités 1 et 2) et dans les régions que l'inondation ou des rivières formant barrage rendent inaccessibles. Il est par ailleurs évident que l'annonce officielle de la traversée du Niger et du Diaka pour la fin de novembre 1980 a entraîné de fortes concentrations de bovins près des principaux gués. Selon les estimations, quelque 365 000 bovins, soit l'ensemble des troupeaux des unités 8, 9 et 12 et de ceux de la frange ouest de l'unité 14 attendaient à Diafarabé le moment de traverser. En supposant que pour certains troupeaux des unités 6 et 10 situées plus au sud, la traversée s'effectue un peu plus tard, on devrait augmenter de 150 000 le nombre total des bovins (tableau 13 et figure 29).

La présence des troupeaux restants avait été notée dans deux régions: partie ouest des plaines de Wuro Ndia (unité 13-17 oct.) où environ 100 000 bovins pâturaient sur une étroite bande de terre en attendant le retrait des eaux, et bordure du Plateau de Bandiagara où environ 125 000 bovins s'étaient rassemblés pour pénétrer par l'est.

Une telle concentration devait entraîner des disparités considérables entre les densités des populations bovines des diverses unités mais aussi au sein d'une même unité (3 à 4 têtes de bétail au km² dans les unités 4 et 5 du Mema situées à l'est).

1 Les proportions des terres cultivées et des zones inondées ont été déterminées sur la base d'estimations découlant de la mission d'octobre 1980. Cette année-là, le retrait des eaux a été très rapide et il semble que les niveaux enregistrés en octobre 1980 sont normalement ceux de janvier. Le degré d'inondation indiqué à la figure 26 peut donc fournir des renseignements sur la disponibilité moyenne des pâturages au début de la saison de pâturage dans le delta.

2 Les estimations relatives à la culture du riz doivent être traitées avec prudence, en particulier celles enregistrées pour les plaines inondées, car, au moment de la mission de reconnaissance d'octobre, le riz sauvage *(Oryza longistaminata)* pouvait facilement être confondu avec le riz cultivé.

Figure 25. *Unités de paysage du delta et de ses confins.*

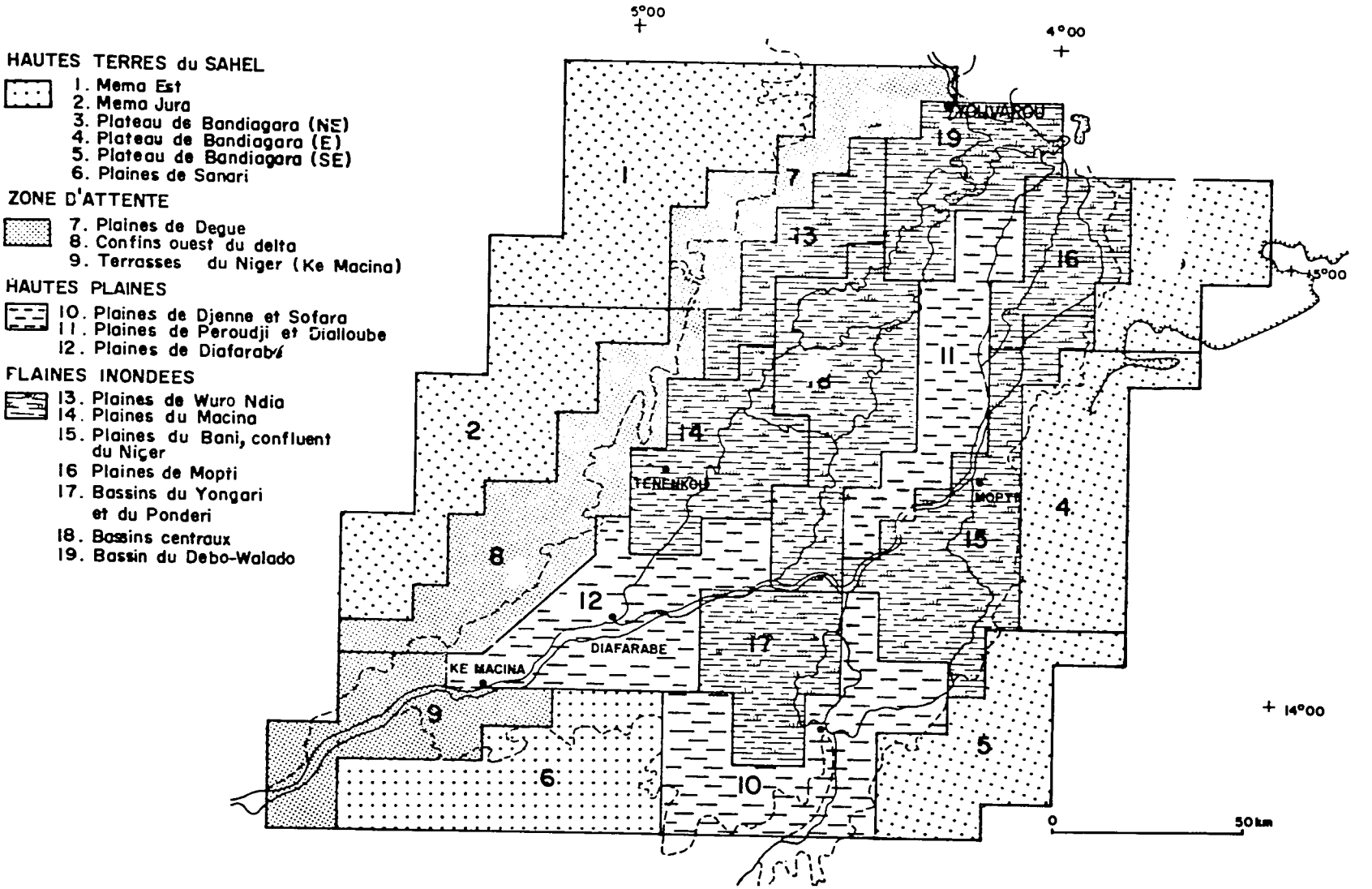
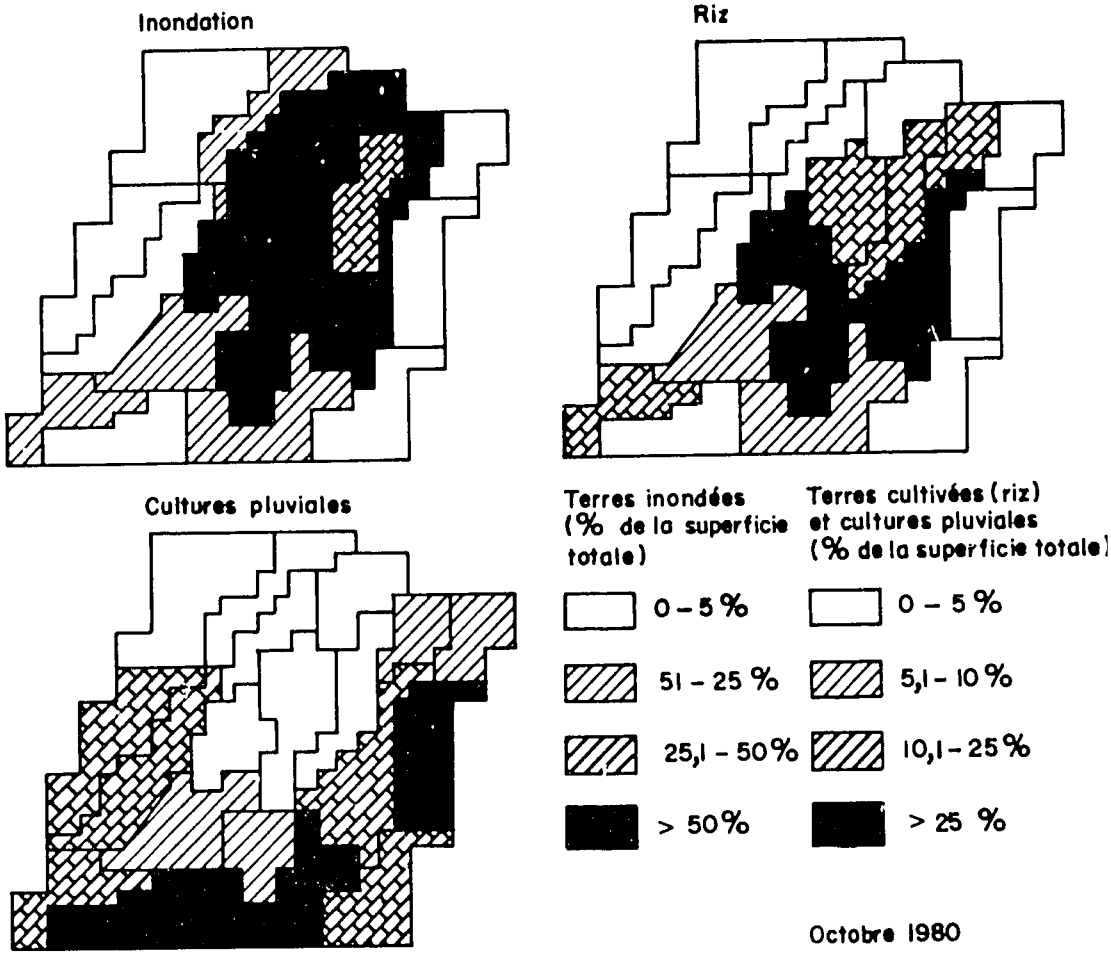


Figure 26. *Inondation et agriculture dans le delta et dans ses confins secs.*



Des densités comparables ont été relevées dans la zone d'attente et dans les plaines surélevées, exception faite de celle de Peroudji (unité 11) dont l'accès est interdit par le fleuve Niger (tableau 13). Par contre, 45% des bovins dénombrés en octobre se trouvaient dans la zone d'attente ouest qui s'étend sur une superficie d'environ 11 000 km^2. Supérieures à 100 têtes/km^2 et s'élevant parfois à 300 têtes/km^2, sur une superficie couvrant les 16% de la zone, les densités tombaient à moins de 10 têtes/km^2 dans un secteur correspondant aux 38% de celle-ci[1].

Distribution des bovins en février-mars

La distribution des bovins en février-mars indique que le mouvement de transhumance partant des hautes terres sahéliennes et de la zone de transition vers les plaines inondées qui, en mars 1981 supportaient 72% de la population bovine totale (tableau 13 et figure 27), se poursuit. Les totaux sont demeurés assez constants dans les plaines surélevées, mais l'on discerne clairement un mouvement qui part du sud-ouest vers la région de Dialube-Debo, au nord-est. Cette distribution contraste avec celle du mois de février au cours de laquelle des densités beaucoup plus fortes avaient été notées dans les plaines surélevées (unités 11, 12 et 13) et dans les régions au sud du Niger (unités 15 et 16).

La distribution des bovins en octobre se caractérise également par la subdivision de la population en deux sous-populations dont la première se situe essentiellement au sud et au sud-ouest du fleuve Niger et la seconde au nord et au nord-ouest. L'analyse du tableau 13 montre d'une part, que la population totale à l'intérieur du delta proprement dit (plaines inondées et surélevées) n'a guère changé entre 1980 et 1981 et d'autre part, que les deux sous-groupes sont également constants en nombre.

1 On trouvera des cartes détaillées donnant les densités des populations de bovins et des troupeaux pour chaque unité de sondage (85 km^2) dans Milligan et Keita (1981).

Tableau 13. *Distribution des bovins par types de paysage à 3 dates différentes.*

Type de paysage	Octobre 1980 Densité de la pop.			Mars 1981 Densité de la pop.			Février 1980 Densité de la pop.	
	(mill.)	(%)	têtes/km²	(mill.)	(%)	têtes/km²	(mill.)	têtes/km²
Hautes terres du Sahel	226	(28)	17	63	(5)	5	?	?
Zone d'attente	237	(29)	41	91	(7)	16	?	?
Plaines surélevées	230	(29)	40	189	(16)	32	(339	55)
Plaines inondées	114	(14)	10	871	(72)	78	(857	75)
	807	(100)	22	1214	(100)	34	?	?

Ces données sont conformes aux informations fournies par Gallais (1967) sur les itinéraires suivis par les troupeaux en transhumance pour entrer dans le delta, à savoir que les 500 000 bovins du sud sont principalement constitués par des animaux venus du sud et du nord-est et que les troupeaux du nord (650 000 têtes) appartiennent à des éleveurs du nord et de l'ouest, le fleuve Niger s'érigeant en frontière naturelle (voir également la figure 2º et le tableau 14).

A l'intérieur de chaque territoire, les troupeaux ont tendance à suivre le même itinéraire de transhumance: ils partent des hautes terres du Sahel et de la zone d'attente et traversent les

Figure 27. *Densité des bovins dans le delta et ses confins secs.*

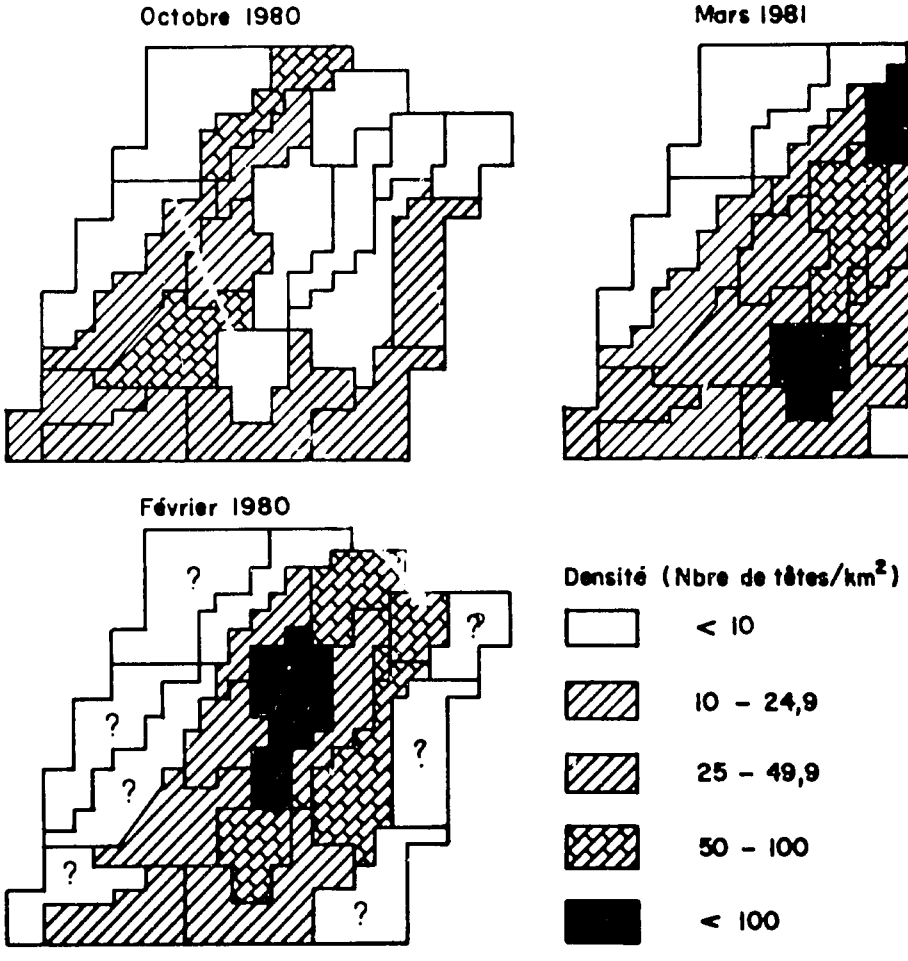
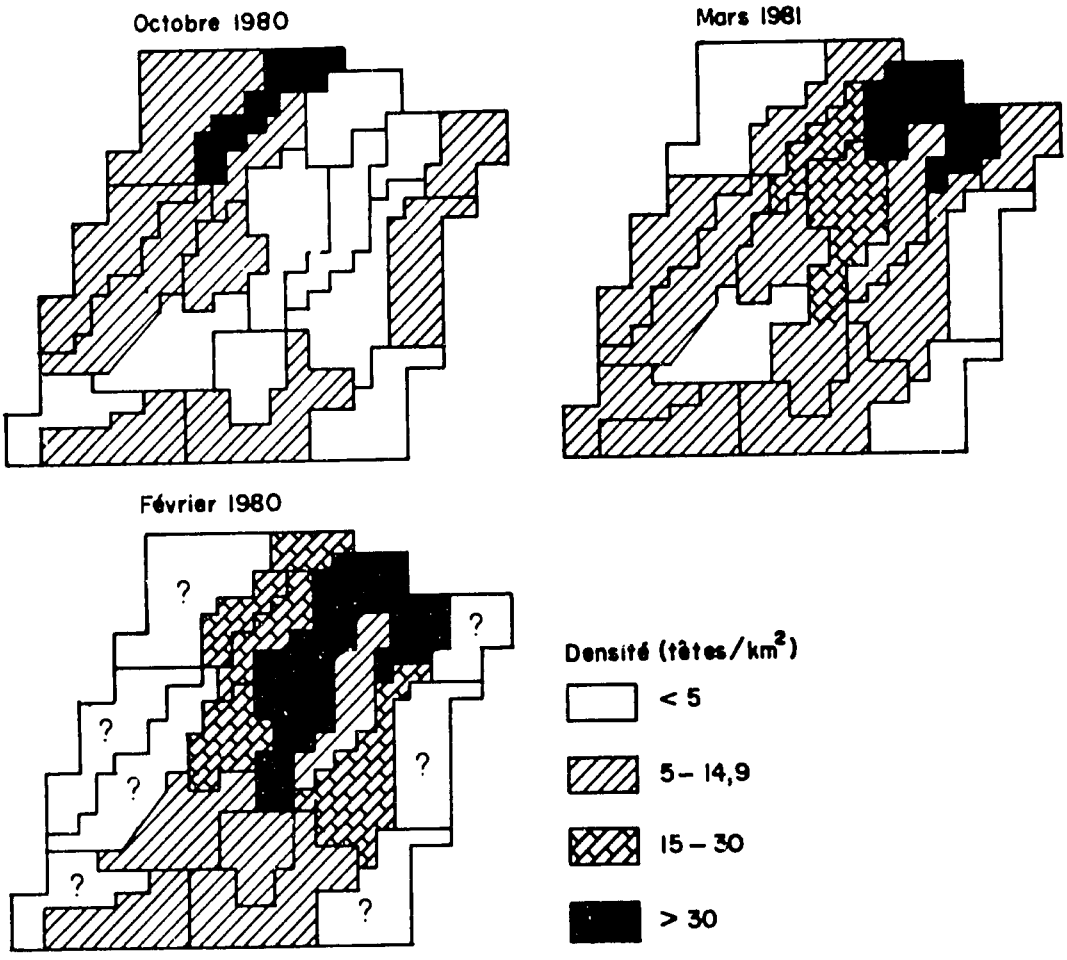


Figure 28. *Densités des populations de moutons et de chèvres dans le delta et ses confins secs.*



plaines surélevées pour arriver un peu plus tard (février-mars) sur les plaines inondées. Ce n'est que par une autre reconnaissance aérienne en juin que l'on pourra établir avec certitude que ces déplacements continuent jusqu'à la fin de la saison de pâturage dans le delta, période au cours de laquelle tous les troupeaux de la zone se trouvent finalement rassemblés dans les plaines inondées. Outre ces deux sous-populations, il semble qu'il y ait un troisième groupe de 50 000 têtes sur la haute plaine de Sanari (unité 6), formé par des bovins sédentaires appartenant à des fermiers Bambaras.

Distribution des petits ruminants

La distribution des moutons et des chèvres (figure 28) est assez conforme dans sa structure à celle des bovins, à cette différence près qu'à la fin d'octobre 1980, les petits ruminants accusaient un net retard par rapport aux bovins qui avaient pénétré beaucoup plus profondément dans la zone d'attente. En conséquence, le nombre des ovins et des caprins présents dans les hautes terres du Sahel était très élevé (45% du total) alors que dans le delta proprement dit, les troupeaux de moutons et de chèvres ne représentaient que 21% de l'ensemble des petits ruminants (tableau 15).

Le retard accusé par les petits ruminants dans la zone d'attente a été ultérieurement confirmé par la reconnaissance aérienne d'un des principaux itinéraires de transhumance au début de novembre. La plupart des troupeaux de petits ruminants sur la piste étaient constitués de moutons à laine du Macina qui s'acheminaient vers leur destination finale: la zone d'inondation[1].

Les données d'octobre semblent indiquer l'existence de trois sous-populations de petits ruminants. On note tout d'abord une forte

1 Les photos prises de la majorité des grands troupeaux de petits ruminants (en octobre 1980 et en mars 1981) permettent de distinguer les troupeaux de moutons à laine du Macina des troupeaux mixtes moutons/chèvres, puisque les premiers ne comptent que des animaux blancs facilement reconnaissables.

Figure 29. *Déplacement des bovins à l'intérieur du delta pendant la saison sèche.*

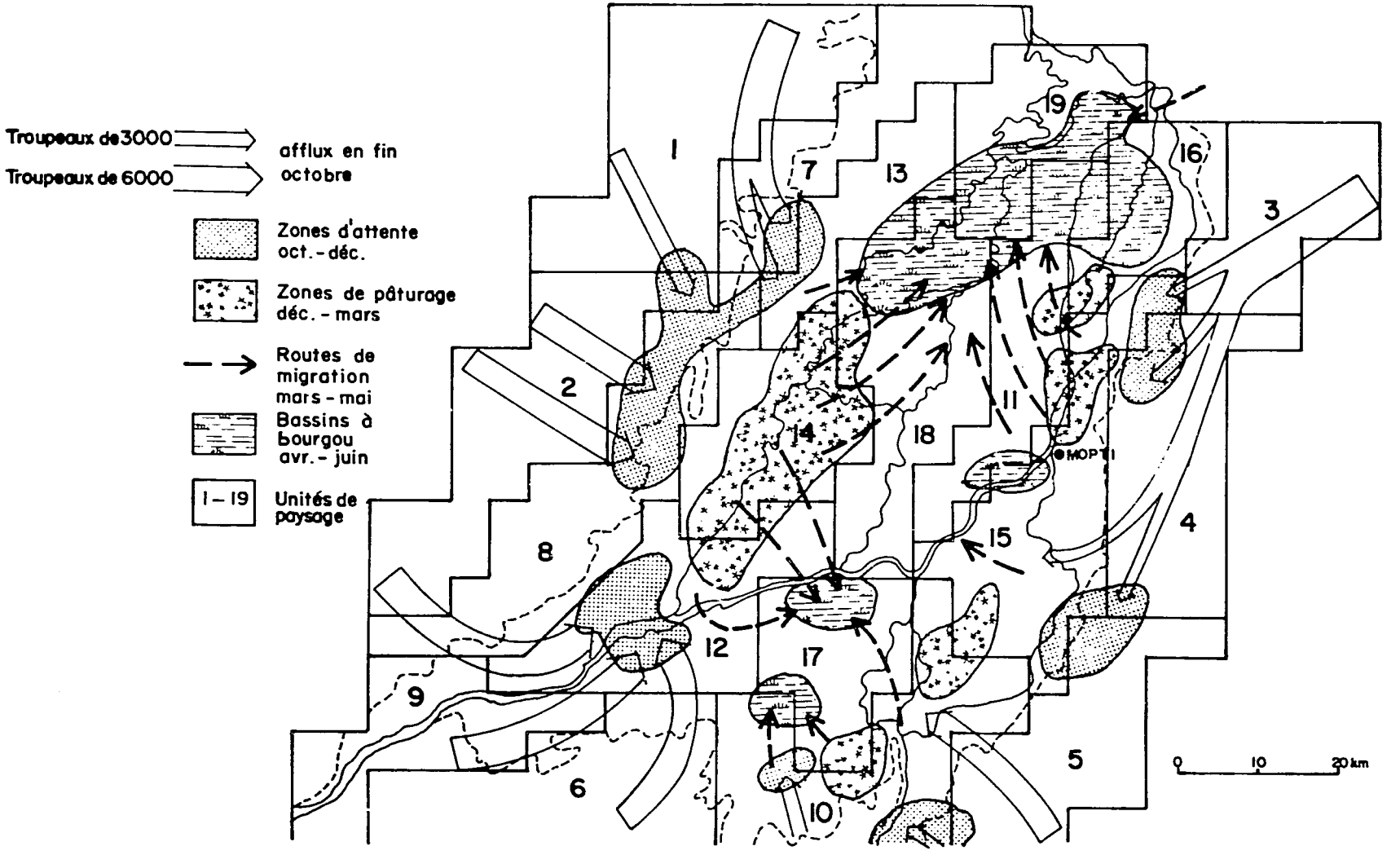


Tableau 14. *Mouvements des populations bovines dans le delta central entre la mi-février 1980 et la fin mars 1981.*

Paysage	Unités sud du Niger	Population (milliers) février	mars	Unités nord du Niger	Population (milliers) février	mars
Plaines surélevées	10,12	213	117	11	126	72
Plaines inondées	15,17	301	332	14,18*	304	220
				13,16,19*	253	320
Total partiel		514	449		683	612

Total général (février): 1 197 000 (mars) 1 061 000

* Unités 14 et 18: Plaines centrales inondées.
Unités 13, 16 et 19: Plaines du nord inondées.

concentration de grands troupeaux dans les confins nord et ouest du delta (environ 163 000 têtes, soit 63% du total dénombré).

Une analyse de la taille des troupeaux a permis d'établir que plus de 75% d'entre eux comptaient plus de 100 têtes. On a obtenu pour les troupeaux de l'est venant de la région du Plateau de Bandiagara ou dont l'itinéraire passe par ces lieux, une taille moyenne similaire (44 000 têtes dont 70% appartenaient à des troupeaux de plus de 100 têtes).

Le reste, c'est-à-dire 48 000 petits ruminants, se trouvait dans la partie sud de la zone survolée (unités 6, 10 et confins de l'unité 16; voir figure 28). La taille des troupeaux de cette région était beaucoup plus petite que celle des autres sous-populations de la zone survolée et 23% seulement de la population totale faisaient partie de troupeaux de plus de 100 têtes. On pourrait soutenir que la plupart de ces petits groupes sont sédentaires et qu'ils ne se déplacent que sur de courtes distances.

La comparaison des dénombrements d'octobre avec ceux de février et de mars 1981 permet de se faire une idée plus précise du nombre des troupeaux sédentaires de petits ruminants par rapport à la population totale. On pourrait avancer que les troupeaux de petits ruminants dans la partie la plus aride de la zone survolée (76 000 têtes) appartiennent soit à des éleveurs sédentaires, soit à des groupes de nomades qui abreuvent leur bétail grâce aux puits profonds des hautes terres

Tableau 15. *Distribution des moutons et des chèvres selon le type de paysage relevée lors des reconnaissances aériennes effectuées à trois dates différentes.*

Type de paysage	Octobre 1980 Densité de la pop. (mill.)	(%)	têtes/km²	Mars 1981 Densité de la pop. (mill.)	(%)	têtes/km²	Février 1981 Densité de la pop. (mill.)	têtes/km²
Hautes terres sahéliennes	113	(45)	9	76	(18)	6	?	?
Zone d'attente	90	(34)	15	62	(15)	11	?	?
Plaines surélevées	20	(8)	3	49	(11)	8	(58	9)
Plaines inondées	33	(13)	3	267	(56)	24	(356	31)
	256	(100)	7	454	(100)	13	?	?

du Sahel (en particulier dans les unités 1 et 2, où les collectivités agricoles sédentaires sont presque inexistantes). En dehors des petits ruminants appartenant à des groupes dispersés de Touaregs ou de Peuhls[1], il semble que la plupart d'animaux du secteur en question soient sédentaires. On peut en dire autant des 62 000 têtes dénombrées dans la zone d'attente.

Le nombre des petits ruminants dans le delta proprement dit est beaucoup plus élevé (quelque 316 000 têtes dénombrées en mars 1981 et 414 000 au cours de la reconnaissance de février 1980). Dans les plaines surélevées, les populations de petits ruminants étaient moins nombreuses (49 000 en 1981 et 58 000 en 1980) et c'est dans les plaines inondées qu'ont été relevées les concentrations les plus fortes (267 000 en 1981 et 356 000 en 1980).

Contrairement aux bovins, les petits ruminants sont beaucoup plus concentrés au nord du Niger. En 1981, environ 78% de tous les troupeaux de moutons et de chèvres, soit 356 000 têtes (372 000 en 1980), se trouvaient dans cette zone.

7.2. POPULATION ANIMALE DU MALI CENTRAL

Le delta intérieur du Niger et ses environs immédiats fournissent pendant la saison sèche une biomasse de qualité et exercent par conséquent beaucoup d'attrait sur les éleveurs disséminés sur des distances considérables à la ronde. Cependant, cette attraction diminue avec l'éloignement et avec le décroissement de la mobilité des troupeaux. Autrement dit, les troupeaux sont d'autant plus sédentarisés, et d'autant moins tributaires du delta pour leur alimentation pendant la saison sèche qu'ils s'en éloignent au cours de la saison des pluies.

Les troupeaux présents dans le delta viennent essentiellement de l'ouest et du nord-ouest. Ils sont exploités par des propriétaires de troupeaux transhumants et nomades qui disposent de pâturages de saison des pluies dans le delta mort, dans le Mema et même dans la contrée reculée du Hodh Harki en Mauritanie. On trouve également une sous-population constituée par des troupeaux appartenant pour la plupart à des éleveurs "purs" venant des régions occidentales du Gourma et du Farimaké et un troisième groupe formé par des animaux venus essentiellement du sud et qui, apparemment, ne dépassent jamais la rive sud du fleuve Niger (figure 29).

Le survol effectué à la fin d'octobre 1980 (début de la saison sèche) a permis de dénombrer environ 810 000 têtes de bovins (60% seulement du total de la fin mars 1981), mais l'on estime que les divers éléments de cet ensemble reflètent assez fidèlement l'importance relative des trois axes de pénétration du delta. On a pu établir qu'environ 60% des bovins venaient du nord-ouest et du sud-ouest, 26% du sud et du sud-est et seulement 14% du nord-est et de l'est.

Les données rassemblées par le Service de l'élevage permettent de déterminer la taille des populations animales de la zone. On a considéré arbitrairement une série de circonscriptions administratives peuplées par environ 1,8 million de bovins et par quelque 2,8 millions de petits ruminants, soit 1,7 million d'UBT au total, comme étant situées dans la zone d'attraction du delta intérieur. Environ 45% des bovins (0,82 million) et 27% des petits ruminants (soit 0,76 million) ont été recensés dans les districts situés à l'intérieur du delta proprement dit ou dans ses environs immédiats. Le reste de la population animale (55% des bovins et 73% des petits ruminants) se trouve en dehors du delta, au nord, au sud et à l'est. Selon les estimations, le nombre des bovins s'élève à environ 0,44 million au nord, à 0,23 million à l'est et à 0,35 million au sud, alors que celui des moutons et des chèvres est de 0,98 million au nord, de 0,58 million à l'est et de 0,46 million au sud (tableau 16).

Si l'on suppose que les troupeaux du delta sont totalement tributaires des pâturages du delta en saison sèche et que 50% seulement des troupeaux de la périphérie y pénètrent pendant la saison sèche, on trouve une population de 1,3 million de bovins, résultat très proche du chiffre brut obtenu à la suite du survol effectué en fin mars.

Un afflux d'environ 50% de tous les troupeaux de la périphérie est bien sûr très improbable et il semble plus réaliste de déterminer le rythme de l'arrivée du bétail sur la base des données obtenues pour les axes de pénétration lors du survol d'octobre. Il serait plus rationnel d'envisager un taux de pénétration supérieur à la moyenne pour les animaux appartenant aux régions les plus arides de la zone car ils sont plus mobiles que les bovins des régions du sud où prédomine l'élevage sédentaire de bovins.

Les problèmes relatifs à l'estimation de la capacité de charge seront abordés à plusieurs reprises dans le présent rapport. Néanmoins, il

[1] Les cases et les tentes temporaires des Peuhls et des Touaregs ont été dénombrées pendant les survols de mars 1981. Il semble que les troupeaux de petits ruminants des unités 1 et 2 des hautes terres du Sahel soient présents aux alentours de ces campements.

Tableau 16. *Estimation de la population animale au Mali central.*

Région	Superficie (milliers de km²)	Bovins (milliers)	Moutons et chèvres (milliers)	UBT/km²	UBT/tête
Delta et environs[a]	53,1	822	764	13	1,04
Région nord[b]	103,6	445	983	2,7	1,42
Région est[c]	30,6	229	583	7,7	0,80
Sud	34,7	348	456	8,6	0,45
Total et moyenne	222	1 844	2 786	7,6	0,87

[a] Districts du delta: Niono, Macina, Tenenkou, Youvarou, Mopti, Djenné.

[b] Districts du nord: Goundam, Niafunké et Diré.

[c] Districts de l'est: Segou, San, Tominian, Bankass.

pourrait s'avérer utile de se pencher brièvement sur la question de la disponibilité de ressources primaires pour des consommateurs "secondaires". Il semble qu'en général, les ressources fourragères du delta soient suffisantes pour faire face aux besoins globaux mais qu'il existe des déséquilibres locaux, en particulier pendant la saison sèche, dans les régions où l'on trouve des *bourgoutières*, types de pâturages très recherchés.

Il est plus difficile de déterminer si, pendant la saison des pluies, période où les troupeaux sont disséminés à travers l'ensemble de la région, les 120 000 km² de pâturages pluviaux disponibles dans les circonscriptions prises en considération (tableau 17) suffisent pour assurer l'alimentation de la population totale (environ 1 7 million d'UBT). Théoriquement, une superficie totale de 7,5 ha/UBT est certainement suffisante pour ce qui est de l'approvisionnement en fourrage. Penning de Vries et Djiteye (1982) ont estimé entre 1,5 et 2,5 ha les superficies nécessaires pour une saison des pluies de cinq mois et les essais effectués au ranch de Niono ont indiqué qu'un taux de charge de 1 à 1,5 ha/UBT était acceptable à long terme pour une période de quatre mois (de

Tableau 17. *Superficies disponibles pour le pâturage du bétail en saison des pluies au Mali central.*

Superficies totales (km²)	222 000
Superficies non disponibles:	
Delta et ses environs	- 23 000
Projets d'irrigation, villes, villages, routes, etc. (5%)	- 11 000
Terres cultivées et jachères (10%)	- 22 000
Région sub-désertique[b]	- 46 000
Superficie totale des pâturages disponibles en saison des pluies (km²)	120 000
Population totale (UBT)[a]	1 685 000
Pâturages (ha/UBT)	7,5

[a] D'après CIPEA (1981b).

[b] 50% du District de Goundam.

Leeuw et Hiernaux, 1981). Toutefois, la disponibilité de ressources en eau est si déterminante que les évaluations globales de capacité de charge pour toute la région n'ont qu'une valeur limitée. En général, entre la fin juillet et la fin septembre (au plus fort de la saison des pluies), il est peu probable que le manque d'eau puisse constituer un facteur limitant. Toutefois, immédiatement avant et après cette période, c'est-à-dire pendant environ trois mois au total, l'eau n'est disponible que par endroits. Du coup, de vastes étendues des hautes terres qui auraient pu servir de pâturages deviennent inutilisables. Les 500 000 bovins et les 2,5 millions de moutons et de chèvres qui constituent en saison sèche la population permanente de la zone vivent dans des conditions similaires, voire pires. Certes, les ressources fourragères, notamment la biomasse, existent en quantités suffisantes; toutefois, elles sont inutilisables sans l'eau. Les cartes déterminant les capacités de charge sur la base de la biomasse sur pied devraient par conséquent comporter une évaluation de la distribution saisonnière des ressources en eau, faute de quoi il sera impossible d'obtenir une estimation correcte de la capacité de charge réelle.

Tableau 18. *Distribution du bétail selon des statistiques officielles relatives à un échantillonnage de villages des sous systèmes du riz et du mil*[a].

Sous-système/village (nbre de familles)	Bovins		Moutons		Chèvres		Anes		Propriét. de charrues	Propriét de charrettes
	Propriét. %	Fourchettes	Propriét. %	Fourchettes	Propriét. %	Fourchettes	Propriét. %	Fourchettes	%	
Mil[b]										
Pogo (62)	71,6	1 - 70	70	1 - 50	80	2 - 150	51,7	1 - 4	66,7	43,3
Kamono (10)	100	1 - 50	90	5 - 60	80	8 - 60	80	1 - 2	80	70
Sissoko (33)	75,8	1 - 40	81,8	3 - 20	87,9	5 - 20	36,4	1 - 10	45,5	24,2
Téninzana (29)	72,4	2 - 30	72,4	5 - 55	75,9	5 - 55	65,5	1 - 3	62,1	20,7
Siguiné (21)	80,9	1 - 25	85,7	2 - 35	85,7	2 - 35	71,4	1 - 2	57,1	23,8
Thing (40)	75	1 - 50	77,5	2 - 66	75	3 - 66	57,5	1 - 2	60	50
Siraouma (26)	96,2	1 - 12	0	—	88,5	5 - 20	53,9	1	84,6	57,7
Ndebougou (114)	53,5	2 - 30	0	—	54,4	2 - 30	44,7	1 - 2	40,5	5,6
Ntile (62)	38,7	2 - 22	3,2	2	38,7	2 - 50	29	1 - 3	27,4	1,6
Bamada (39)	23,1	1 - 14	5,1	2 - 8	20,5	1 - 15	30,8	1 - 3	41	28,2
Cénabougou[d]	89,7	1 - 120	63,1	3 - 80	79,4	2 - 100			90	90
Falabougou[d]	40,9	2 - 32	86,4	1 - 25	100	3 - 50			27	27
Riz[c]										
N6 (35)	85,7	2 - 140	0	—	8,6	10 - 18	60	1 - 2	71,4	57,1
N9 (72)	63,7	2 - 40	1,4	5	4,2	5 - 10	43,1	1 - 2	59,7	34,7
N5 (27)	85,2	2 - 50	21,7	2 - 10	0	—	48,1	1 - 2	92,6	48,2
N10 (53)	83	1 - 38	0	—	3,8	5	54,7	1 - 2	84,9	77,3
B1 (55)	96,4	1 - 39	7,3	1 - 3	21,8	1 - 4	70,9	1 - 2	98,2	67,3
B6 (39)	89,7	1 - 15	33,3	1 - 8	33,3	1 - 8	69,7	1	100	54,6

[a] Il n'a pas été tenu compte des cas de détention nulle (pour toutes les espèces).
[b] Les chiffres du sous-système du mil proviennent du recensement officiel, excepté pour Cénabougou et Falabougou (données recueillies par le CIPEA).
[c] Les chiffres du sous-système du riz proviennent du recensement de l'Office du Niger.
[d] Villages où le CIPEA se livre à des études socio-écomnomiques.

Sources: établi par les auteurs à partir de données officielles.

TROISIEME PARTIE. LE SYSTEME AGRO-PASTORAL

8. PRODUCTION ANIMALE

(R.T. Wilson)

Dans les systèmes agro-pastoraux traditionnels, l'agriculture a toujours été privilégiée par rapport à l'élevage et il est probable que le bétail ne constitue une part importante des ressources des ménages que depuis peu. De nos jours, la majorité des agriculteurs des sous-systèmes du riz et du mil détiennent au moins quelques ruminants et beaucoup d'entre eux possèdent un âne. Le nombre des bovins appartenant aux Bambaras sédentaires du Mali central a considérablement augmenté au cours des 30 dernières années. Cette évolution traduit probablement l'effet conjugué de l'amélioration de la conjoncture dans le secteur agricole, de l'accroissement des prix de l'arachide vers les années 50, et des mouvements relatifs des prix du mil et du bétail (en particulier pendant la sécheresse de 1972/73). En permettant d'absorber les excédents ag icoles et de combler les déficits résultant de la variabilité de la pluviosité d'une année à l'autre et de ses effets sur la production du mil, la détention de bétail joue actuellement un rôle important dans ces systèmes agro-pastoraux. A preuve, les ménages dépourvus de bétail sont obligés de recourir à des mesures draconiennes pour traverser les périodes de déficits céréaliers (on envoie par exemple le fils travailler pour d'autres familles pendant la saison des pluies).

Les statistiques officielles sur le bétail ne sont guère fiables. A l'intérieur du périmètre irrigué, l'Office du Niger effectue un recensement des animaux distinct de celu qu'entreprend le Gouvernement et les résultats obtenus concordent rarement. Le tableau 18 présente des données sur le bétail détenu par un certain nombre de villages des sous-systèmes du riz et du mil et illustre l'importance des charrues et des charrettes. Les totaux des petits ruminants et de leurs détenteurs de même que les rapports des chèvres aux moutons sont erronés. Dans le recensement officiel où les chèvres sont censées être séparées des moutons, chaque ménage dispose d'un nombre égal de chèvres et de moutons. Ces données s'inscrivent en faux contre nos propres observations qui indiquent que dans le sous-système du mil autour de Niono, les chèvres sont plus nombreuses que les moutons dans des proportions de 5,4 à 1 et de 1,9 à 1 (villages où s'effectuent des études socio-économiques), et que dans le sous-système du riz le rapport est de 1,4 à 1. Le tableau 19 décrit de manière détaillée la structure de la détention de petits ruminants pour 43 propriétaires de bétail de la région de Niono.

Il ressort de ces tableaux que, dans le sous-système du mil, trois ménages sur cinq (61,2%) possèdent des bovins, encore que la proportion des ménages disposant de charrues à boeufs ne soit que de un sur deux (50,5). Dans le sous-système irrigué, quatre ménages sur cinq (80,1%) possèdent des bovins; quant au rapport des ménages aux charrues, il est légèrement supérieur à ce chiffre. Tout naturellement, le degré de mécanisation du système irrigué est plus poussé que celui du système pluvial. Le nombre de boeufs et de charrues par ménage est également plus élevé dans le système du riz. En conséquence, la mécanisation exerce sur la structure des troupeaux une influence qu'une simple évaluation chiffrée ne permet pas d'appréhender.

Dans le sous-système du riz, l'Office du Niger a permis à ses fermiers d'acquérir du bétail grâce à un programme de vente à crédit de boeufs de trait qui constituent, sur le plan alimentaire et économique, voire en termes absolus, le type de bétail le plus important du sous-système.

Tableau 19. *Détention de petits ruminants et taille des troupeaux dans le système agro-pastoral.*

	Villages à mil		Villages à riz	
	Chèvres	Moutons	Chèvres	Moutons
Nombre total des troupeaux	16		27	
Nombre de personnes possédant des petits ruminants	16	7	26	15
Nombre de personnes possédant des chèvres seulement	9		12	
Nombre de personnes possédant des moutons seulement	0		1	
Taille moyenne des troupeaux[a]	38,19	7,46	8,96	6,41
Taille moyenne des troupeaux[b]	38,19	21,56	9,31	11,53
Fourchette de la taille des troupeaux	2-91	0-58	0-23	0-58

[a] Pour tous les propriétaires, c'est-à-dire y compris ceux qui ne possèdent pas l'une des espèces.

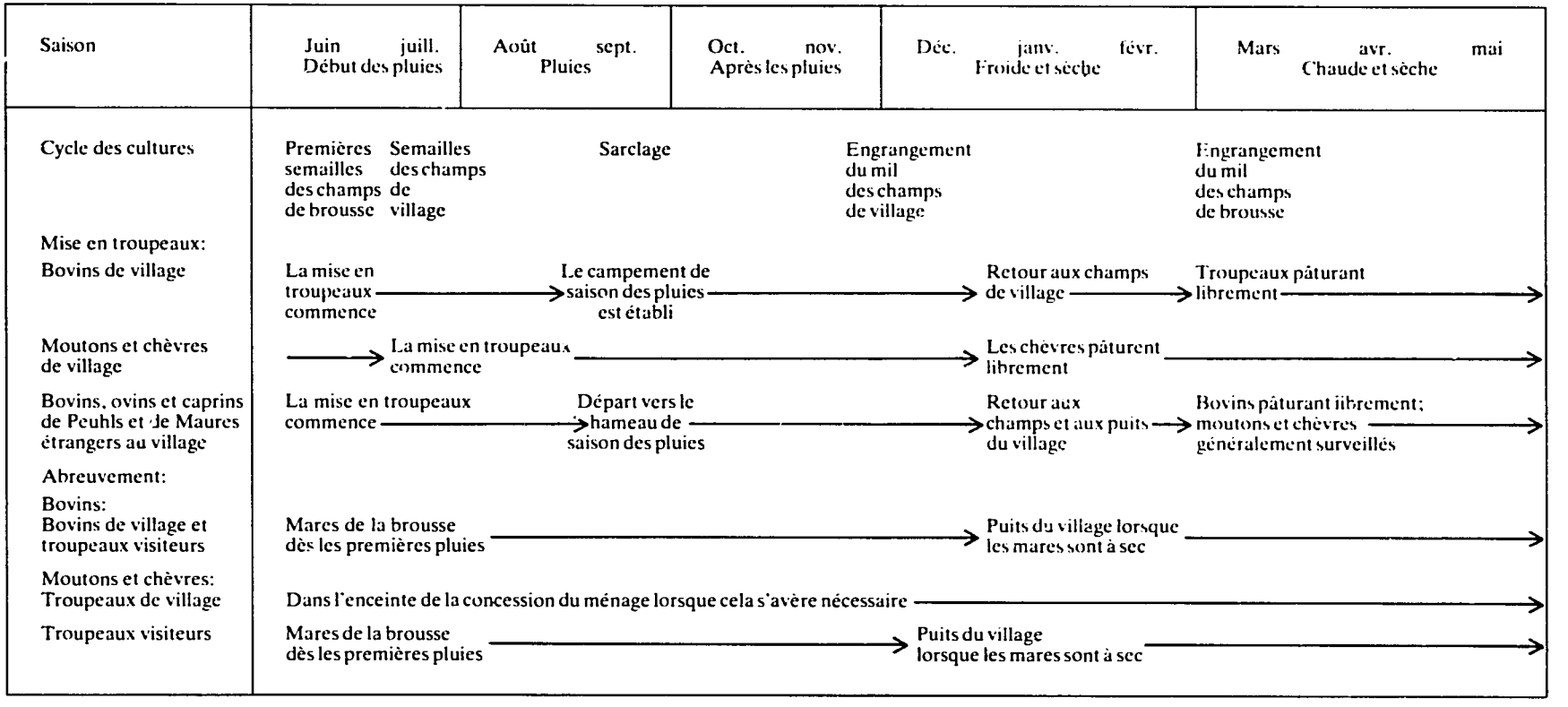
[b] Uniquement des troupeaux dans lesquels tous les animaux sont représentés, c'est-à-dire à l'exclusion de ceux qui enregistrent un chiffre nul pour une espèce.

Certes, dans l'ensemble, les animaux du système agro-pastoral peuvent être considérés comme sédentaires; toutefois, leur statut réel est beaucoup plus complexe. Les mouvements saisonniers du bétail sont principalement motivés par des considérations d'ordre agricole. Les bovins du sous-système du riz sont notamment assez mobiles pendant la saison des pluies et se déplacent régulièrement sur 60 à 100 km. Les mouvements des troupeaux des cultivateurs de mil sont moins importants (30 à 50 km en général) et plus brefs. Par ailleurs, les moutons et en particulier les chèvres peuvent être considérés comme sédentaires, quoiqu'une partie du troupeau familial puisse être transférée pour une période plus ou moins longue chez un membre de la famille vivant dans un autre village. Certains groupes ethniques qui s'intéressent moins à l'agriculture ou qui ne s'y adonnent que depuis peu sont également plus mobiles que les agriculteurs traditionnels.

Cénabougou, village du sous-système du mil, fournit un bel exemple de l'incidence des activités culturales et des variations saisonnières sur l'élevage. Dès les premières pluies, au début du mois de juin, les animaux sont rassemblés en troupeaux et ce n'est qu'après les récoltes, après que tout le mil aura été engrangé (janvier ou février) qu'ils recouvrent leur liberté (figure 30). Ensuite, jusqu'en juin, on laisse les bovins errer dans la brousse toute la journée après l'abreuvement et rentrer d'eux-mêmes à la nuit tombante. L'abreuvement par les puits du village commence quand les mares de la brousse sont asséchées, vers la fin du mois de novembre, et se poursuit jusqu'à la saison des pluies suivante. Les bovins sont généralement abreuvés une fois par jour, quoiqu'ils puissent rester deux et même trois jours sans boire. Pendant la saison des pluies, les troupeaux passent la nuit dans un campement installé à quelque distance du village (jusqu'à 4 ou 5 km), loin des champs de brousse et près d'une mare où ils peuvent être abreuvés. Lors de la saison sèche, ils retournent passer la nuit dans les champs de leurs propriétaires. Les gardiens de troupeaux peuhls salariés et leurs familles se déplacent avec les troupeaux. Que les conducteurs du troupeau soient des employés salariés ou non, le propriétaire ou l'un des membres de sa famille visitent le troupeau chaque jour.

Le propriétaire du troupeau doit faire preuve de vigilance car les relations potentiellement conflictuelles entre les agriculteurs et les gardiens se trouvent exacerbées par la tension générale qui règne entre cultivateurs et Peuhls au sujet des droits de passage, d'utilisation des terres et de propriété. Les propriétaires reprochent aux conducteurs de troupeaux de priver les jeunes veaux de lait par une traite abusive des vaches et de vendre les animaux, qu'ils prétendent avoir perdus. Les pasteurs de leur côté, accusent les propriétaires d'ignorance et leur tiennent rigueur d'être mesquins, de ne pas s'occuper du bétail et de ne pas honorer les engagements qu'ils pren-

Figure 30. *Le système d'exploitation du bétail de Cénabougou.*



nent de les aider à cultiver leurs champs tout en exigeant d'eux qu'ils leur fournissent du lait même en saison sèche.

Comme pour les bovins pendant la saison sèche, en particulier dans le sous-système du mil des hautes terres, les chèvres et occasionnellement, les moutons pâturent en général librement pendant la journée. Cette pratique entraîne souvent des "pertes" considérables d'animaux.

Le sous-système du riz semble favoriser l'accroissement de la productivité, ce qui lui confère un certain avantage sur le sous-système du mil. Par exemple, l'engraissement à l'étable des moutons châtrés, connus dans toute l'Afrique francophone sous le nom de "moutons de case", est beaucoup plus facile à réaliser dans le sous-système du riz en raison de la présence d'une quantité plus importante de résidus de cultures. En outre, contrairement à la situation qui prévaut dans le sous-système du mil, notamment pendant la saison sèche, le sous-système du riz se caractérise par l'abondance de ses ressources en eau tout au long de l'année. Le tableau 20 énumère les principales différences qui expliquent en grande partie les raisons pour lesquelles le sous-système du riz est plus avantageux que celui du mil.

En général, dans les systèmes agro-pastoraux, le bétail n'est pas soumis à de grandes migrations, qu'il y ait ou non des déplacements saisonniers de faible amplitude (figure 30). Il n'y a pas d'alternance majeure dans le type des parcours exploités au cours de l'année; ces systèmes correspondent aux pâturages sud-sahéliens ou nord-soudaniens (pour la description de l'écologie, de la productivité et de l'exploitation de ces parcours se référer à la section 6.2.). Leur caractéristique générale est de s'organiser autour d'un pôle (ou d'un nombre limité de pôles) qui peut coïncider avec le village, un puits, une mare etc. L'impact du bétail rayonne avec une intensité décroissante du pôle à la périphérie, suivant un schéma qui se superpose en auréoles à la structure du terroir (figure 49).

Réciproquement, la pâture influe sur l'évolution des jachères qui bénéficient en particulier du transfert de fertilité réalisé par les animaux depuis les parcours environnants vers le terroir. Dans le cas extrême des champs permanents ("champs de village" du sous-système du mil, figure 49), ce transfert assuré par la fumure est un mécanisme essentiel du système agricole.

Dans l'ensemble, il semble que l'association de l'agriculture et de l'élevage aille au profit de la première. Par la traction, le bétail participe directement aux activités agricoles qu'il facilite indirectement par l'apport de fumure. Par contre, l'expansion des cultures se fait au détriment des terrains de parcours et les défrichements agricoles marquent pour longtemps les ressources fourragères.

8.1. MATERIEL ET METHODES

Les études sur la production animale ont commencé au début de la phase intensive en janvier 1978 avec la mise en place d'un système de collecte continue de données sur des troupeaux représentatifs des deux composantes du système agro-pastoral (riz irrigué et mil pluvial). Vers la fin de janvier 1981, on disposait donc, de manière continue, de données sur un certain nombre de troupeaux suivis pendant une période de trois ans, mais compte tenu de la présence de nou-

Tableau 20. *Facteurs relatifs à l'exploitation et à l'environnement dans les sous-systèmes du mil et du riz.*

Facteurs	Mil	Riz
Disponibilité de l'eau	Limitée en saison sèche	Abondante toute l'année
Résidus des cultures	Limités dans le temps, en quantité et en qualité	Sont disponibles plus longtemps (jusqu'à une période plus avancée dans la saison sèche), et de meilleure qualité
Fourrage de saison sèche	Très limité, un peu de jeunes pousses en saison sèche et chaude	Recrû d'herbes sur les champs irrigués
Complémentation alimentaire	Généralement pas pratiquée (rapporte peu de bénéfices), sel fourni de temps à autre	Assez commune, en particulier pour les moutons: son de riz, fanes de légumineuses, feuilles de *Khaya senegalensis* – Suppléments quelquefois fournis aux boeufs de labour mais en quantité insuffisante et de qualité médiocre.
Dépense en énergie	Elevée en saison sèche à cause des longues distances pour l'abreuvement et de la dispersion du fourrage	Plus faible pour une période plus longue à cause de la proximité de l'eau et de la période de végétation qui est plus longue

Tableau 21. *Répartition en fonction du système, du village, du troupeau et de l'espèce des animaux utilisés dans l'analyse de données à long terme.*

	Animaux enregistrés (31.01.81)							
	Sous-système du mil			Sous-système du riz			Animaux précédemment enregistrés	Total des animaux
	Village	Troup.	Nbre	Village	Troup.	Nbre		
Ovins	3	15	288	4	16	205	773	1 266
Caprins	5	14	449	2	6	173	886	1 508
Bovins	3	4	222	2	5	400	112	734
Total	4	17	959	4	18	778	1 771	3 508

veaux troupeaux à différents moments de la période d'étude, les renseignements susceptibles de servir de base à l'analyse des données se présentaient comme l'indique le tableau 21.

Aux fins de l'analyse préliminaire, certains travaux ont été effectués sur le terrain et la documentation disponible a été étudiée. Les travaux sur le terrain avaient pour objectif de déterminer les paramètres que la documentation existante ne permettait pas d'obtenir. Ils étaient essentiellement axés sur l'étude des populations de petits ruminants des systèmes pastoral et agro-pastoral et de bovins du système agro-pastoral. En se fondant sur la démographie de la population animale, sur les réponses fournies par les pasteurs ou les propriétaires de troupeaux enquêtés et sur une connaissance appropriée de la dynamique de la population animale de systèmes de production comparables, en vigueur dans des zones écologiques analogues, l'on a pu déterminer les paramètres de la production animale qui, à l'époque, étaient suffisamment pertinents pour servir de base à des études plus approfondies. Au total plus de 10 000 animaux ont été observés et analysés au cours de cette phase. Ce processus a permis de reconstituer l'histoire de plusieurs d'entre eux.

Les troupeaux de gros et de petit bétail de certains éleveurs appartenant à plusieurs villages des deux sous-systèmes (mil et riz) ont été par la suite sélectionnés pour un contrôle constant à long terme. Le nombre des animaux couverts par l'étude (voir tableau 21), correspondant à des données de l'ordre de 7 500 ans-animal, a probablement réduit les incidences de toute erreur due à l'échantillon qui, du reste, n'était pas aléatoire.

Au commencement de l'étude, chaque animal a été marqué par une bague distinctive à l'oreille. On a obtenu autant de renseignements que possible sur l'âge (par la dentition et/ou sur la base des estimations faites par le propriétaire), le poids, le sexe, l'aspect physique et les liens de parenté avec les autres animaux du groupe et une fiche de renseignements a été établie pour chacun d'eux. Pendant toute la durée de l'étude, chaque groupe a été l'objet de visites régulières, effectuées à des intervalles d'environ deux ou trois semaines pour les petits ruminants et de deux mois pour les bovins. A chaque visite, les naissances, les décès, les abattages, les ventes et autres événements qui ont eu lieu depuis la visite précédente ont d'abord été enregistrés sur les fiches de renseignements avant d'être portés sur les fiches de renseignements individuelles.

Au début de l'étude, les données étaient analysées au moyen de calculatrices de poche. Cependant, l'analyse mentionnée ci-dessus a été effectuée sur l'ordinateur HP 3 000-III du CIPEA, en utilisant le SPSS (Programme statistique pour les sciences sociales) et le Sysnova, technique générale des moindres carrés (régression multiple) dans laquelle des "variables fictives" correspondent aux effets des traitements et où l'on obtient la solution de modèles par la méthode des constantes ajustées.

8.2. LES BOVINS

La première phase de l'évaluation de la productivité des bovins consistait à déterminer la composition des troupeaux dans les deux sous-systèmes et à procéder ensuite à une comparaison avec celle des systèmes pastoraux. Les résultats, que l'on trouvera au tableau 22, démontrent clairement les effets des objectifs d'exploitation sur la structure du troupeau. Les troupeaux transhumants des Peuhls sont essentiellement constitués de vaches laitières et comptent des mâles adultes

Tableau 22. *Structures des troupeaux de bovins en fonction des systèmes de production.*

Sexe et groupe d'âge	Type de troupeau (% de tous les animaux)		
	Mil non irrigué	Riz irrigué	Pastoral du Delta
Mâles:			
1 an	5,6	7,2	9,9
1 - 3 ans	8,5	9,3	12,5
3 ans	32,7	46,3	15,6
Total	46,8	62,8	38
Femelles:			
1 an	6,2	5,7	10,2
1 - 3 ans	11,3	11,1	15,2
3 ans	35,7	20,2	36,1
Total	53,2	37	62
Boeufs de labour en % du troupeau entier	32,3	43,4	9,3

Sources: l'auteur et Coulomb (1972).

élevés pour être vendus comme animaux de trait aux paysans des systèmes agro-pastoraux voisins. Les troupeaux des cultivateurs-éleveurs du sous-système du riz en particulier se caractérisent par une certaine instabilité structurelle et leurs propriétaires sont obligés d'acheter à l'extérieur des bêtes de trait adultes pour maintenir le nombre des animaux et la composition du troupeau. Cette instabilité structurelle a des répercussions évidentes sur le taux de charge. Celles-ci se traduisent notamment par la nécessité d'estimer les bovins des sous-systèmes du riz et du mil respectivement à 0,94 UBT et à 0,90 UBT. Ces taux soutiennent avantageusement la comparaison avec la valeur "normale" pour les troupeaux de bovins qui est de 0,73 UBT par tête.

Divers paramètres influant sur les performances de reproduction ont été déterminés. Il s'agissait notamment de la production totale de veaux pendant la vie de l'animal, de l'âge au premier vêlage, du taux de vêlage et de l'intervalle entre les vêlages, de la distribution saisonnière des naissances et de la longévité des vaches reproductrices. Les données du CIPEA ont ensuite été comparées avec des résultats provenant d'autres sources au Mali. La production totale de veaux dans les conditions améliorées de la Station du Sahel est en moyenne de cinq par femelle (CIPEA, 1978). Cependant, on trouve dans le système traditionnel d'élevage un nombre relativement limité de vaches qui arrivent à produire plus de quatre veaux (tableau 23), et il ressort des données du CIPEA qui retracent l'histoire de la reproduction de chaque animal un schéma comparable. La plupart des vaches n'ont pas plus de quatre veaux, et sur un total de 339 naissances observées pendant l'étude à long terme, 10 vaches seulement en étaient à leur cinquième vêlage et trois à leur sixième.

Le tableau 23 donne un taux de vêlage théorique à long terme de 57,4% pour les troupeaux élevés dans le système traditionnel. Les calculs basés sur la structure des troupeaux, qu'on trouve au tableau 22, donnent des taux d'environ 52% pour le sous-système du mil et d'un peu plus de 70% pour le sous-système du riz, compte tenu d'une mortalité de 30%. A la Station du Sahel, le taux de vêlage (calculé à partir de l'intervalle entre les vêlages) est passé de 65% en 1966 à 78% en 1976 (CIPEA, 1978). On est donc fondé à soutenir en pratique, qu'à long terme, le taux de vêlage dans le système agro-pastoral est d'environ 60% pour les vaches de plus de trois ans, élevées dans un troupeau, et qu'il est légèrement supérieur dans le sous-système du riz.

L'intervalle entre les vêlages observé à la Station du Sahel est tombé de 561 jours en 1966 à 423 jours en 1973. Les données du CIPEA sur ces intervalles figurent dans le tableau 24 qui montre que l'intervalle moyen dans les 22 cas connus où il

Tableau 23. *Nombre de parturitions par vache reproductrice chez les bovins sédentaires de Mopti.*

Age (années)	Nombre de veaux								Total		Nbre d'années de vaches reproductrices
	0	1	2	3	4	5	6	7+	Vaches	Veaux	
0-1	197								197		
1-2	180								180		
2-3	205	1							206	1	
3-4	145	27	1						173	29	86,5
4-5	28	95	14						137	123	205,5
5-6	12	56	43	2	2				115	156	287,5
6-7	6	23	51	19	1				100	186	350
7-8	2	3	18	20	31				74	223	333
8-9		1	7	8	6	4			26	83	143
9-10	1		2	7	18	7	3		38	150	247
10 +	1			1	3			1	6	23	45
Total	777	206	136	57	61	11	3	1	1 252	974	1 697,5

Sources: Coulomb (1972).

y a eu deux parturitions était de 511 jours, soit un taux de vêlage de 71,4% comparable aux résultats obtenus dans le sous-système du riz (en fait ces données sont applicables aux deux secteurs du riz et du mil). L'étude n'étant en cours que depuis deux ans et demi, il est probable que seuls les intervalles les plus courts ont été obtenus jusqu'ici, et que dans le long terme on enregistrera des intervalles d'environ 600 jours. Si tel était le cas, on pourrait alors envisager un taux de vêlage global de 60%. (En fait,l'addition de 10 intervalles supplémentaires de vêlage à la fin d'avril 1981 a déjà eu pour effet de porter l'intervalle moyen à 531,5 jours). En admettant que l'intervalle observé entre les vêlages soit plus court que celui que l'on obtiendra à long terme, le schéma du tableau 24, qui présente une réduction de l'intervalle jusqu'à la quatrième parturition, et par la suite, une augmentation de l'intervalle, est probablement exact.

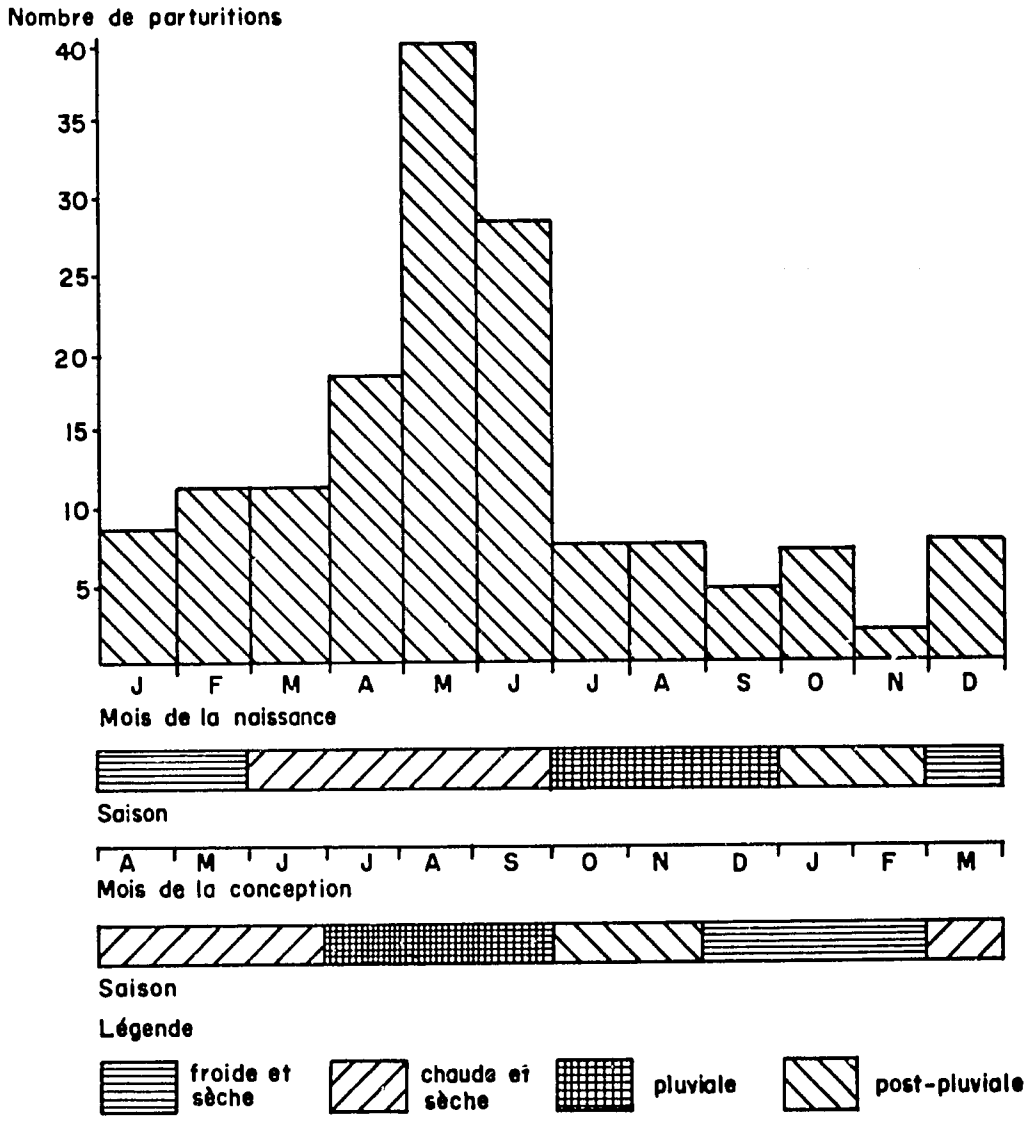
A partir du tableau 23, on peut calculer que le taux global de vêlage des vaches ayant eu au moins un veau est de 0,5%, 16,2%, 79,6% et 89,6% pour les femelles âgées respectivement de 3,4,5 et 6 ans. L'âge moyen au premier vêlage pour les troupeaux élevés selon le système traditionnel était de 51 mois. A la Station du Sahel, on a trouvé que parmi les facteurs qui déterminent l'âge au premier vêlage, qui variait entre 36,7 et 58,2 mois, l'année de la naissance était le plus important. Dans le cadre de l'étude actuelle du CIPEA, où les premières parturitions se sont produites depuis le début des opérations de collecte de données, on a enregistré deux vêlages alors que la mère avait deux paires d'incisives permanentes (de 2,5 à 3,25 ans), contre 15, alors que la

Tableau 24. *Intervalles entre vêlages observés chez les bovins dans les troupeaux de type agro-pastoral étudiés.*

Rang de la naissance	Intervalle en jours	±1 E.T.*	Nbre
1-2	578	772,94	2
2-3	490,8	361,41	6
3-4	321,3	397,97	6
5-6	493		1
"9" (>3)	674	196,80	7
Total des naissances	510,9	321,22	22

* Ecart-type.

Figure 31. *Répartition des parturitions par mois de naissance pour les bovins dans le système agro- pastoral.*



mère en avait trois (de 3,25 à 4,25 ans) et 11, alors que la mère en avait quatre (plus de 4,25 ans).

Au cours de l'étude continue, on a enregistré la naissance de 150 veaux au total dans les troupeaux (jusqu'au 31 décembre 1980). Aucun système d'exploitation spécifique n'est utilisé pour contrôler la période de reproduction dans l'un ou l'autre des deux sous-systèmes. Toutefois, il ressort des données de la figure 31 que les conceptions ont un caractère saisonnier évident et que la majorité des vêlages (61%) se produisent entre la mi-avril et le début de juillet. La plupart des conceptions se produisent donc en principe entre la mi-juillet et le début d'octobre, pendant la saison des pluies, période au cours de laquelle l'alimentation du bétail s'améliore nettement.

Pour ce qui est de la longévité des vaches reproductrices, le chiffre moyen de 51 mois à la première parturition, constaté pour les troupeaux élevés selon le système traditionnel ainsi que l'intervalle moyen de 600 jours entre les vêlages posé en hypothèse, impliquent que les vaches ayant eu quatre veaux sont âgées en moyenne de 9 ans et 7 mois. Si la réforme de la vache intervient généralement après la naissance du quatrième veau (comme l'indiquent le tableau 23 et l'histoire de la reproduction des vaches), c'est que la majorité des vaches sont séparées du troupeau entre les âges de 10 et 12 ans.

En ce qui concerne le poids à la naissance, l'extrapolation des résultats des pesées effectuées a permis d'obtenir des poids moyens de 18 kg

pour les mâles et de 16 kg pour les femelles. Ces données sont comparables aux 20,5 kg et 19,9 kg trouvés respectivement pour les mâles et les femelles à la Station du Sahel; et les différences que l'on note ici peuvent s'expliquer par des traits raciaux, par la présence à la Station d'un grand nombre de bovins Maures (alors que dans le secteur traditionnel ce sont les bovins Peuhls du delta qui prédominent), et par l'organisation rationnelle de la Station et la nutrition appropriée des animaux qui y vivent.

Pour suivre la croissance de la naissance à la maturité, on a tracé sur ordinateur des diagrammes de dispersion pour des animaux dont la date de naissance était connue, en utilisant le SPSS et des équations de régression calculées pour tous les points entre les âges de 0 et 730 jours. Les régressions linéaires obtenues se présentaient comme suit:

Vaches	$: y = 30{,}3 + 0{,}137x$	$r^2 = 0{,}77$
Veaux	$: y = 23{,}2 + 0{,}180x$	$r^2 = 0{,}84$
Données groupées	$: y = 26{,}5 + 0{,}160x$	$r^2 = 0{,}80$

y est le poids en kg de l'animal âgé de x jours et r^2 le coefficient de corrélation. Il n'a pas été relevé de différence notable entre les taux de croissance des mâles et des femelles des deux sous-systèmes. Des études ultérieures sur une plus longue période pourraient cependant révéler des disparités importantes.

En ce qui concerne les bovins âgés de plus de 2 ans, on a rassemblé toutes les données relatives aux animaux appartenant à des groupes donnés déterminés sur la base de la dentition (1, 2, 3 ou 4 paires d'incisives permanentes), et le résultat obtenu a été considéré comme le poids moyen à l'âge correspondant à la médiane des dates d'éruption dentaire. On trouvera à la figure 32 les courbes de croissance des animaux de la naissance à la maturité (en moyenne 314 kg pour les mâles et 242 kg pour les femelles). Cette figure présente également les poids moyens de la naissance à 72 mois simulés sur la base des paramètres de 18 et 16 kg de poids à la naissance respectivement pour les mâles et les femelles, les poids des mâles et des femelles adultes qui viennent d'être mentionnés et une inflexion de la courbe de croissance à l'âge de deux ans correspondant à 154 kg pour les mâles et à 130 kg pour les femelles. La faiblesse des poids observés pour les mâles dans les groupes d'âge moyen est anormale. Elle est peut-être partiellement due au nombre limité des animaux considérés dans ces séries de données; ce problème pourra toutefois être résolu par l'obtention de données supplémentaires pour 1981.

Les variations saisonnières notables dans la zone semi-aride se reflètent dans les changements considérables de poids qu'on note chez les bovins adultes. Comme le montre si bien la figure 33, il n'y a, en fait, aucune période de l'année où le

Figure 32. *Courbes de croissance des bovins dans le système agro-pastoral.*

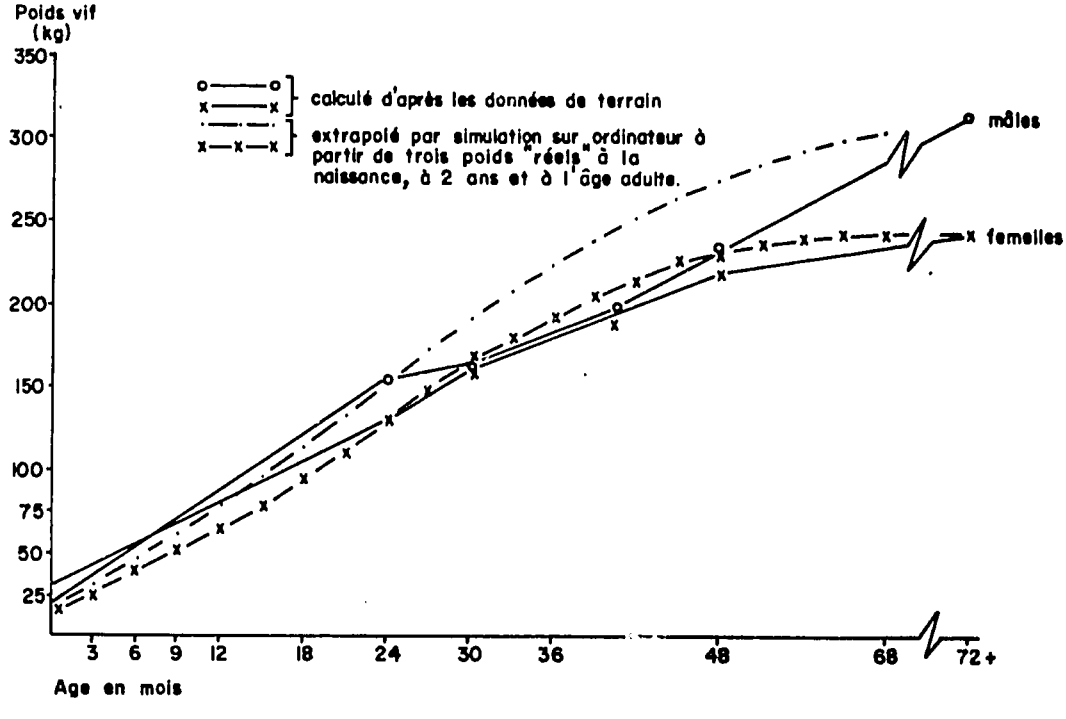
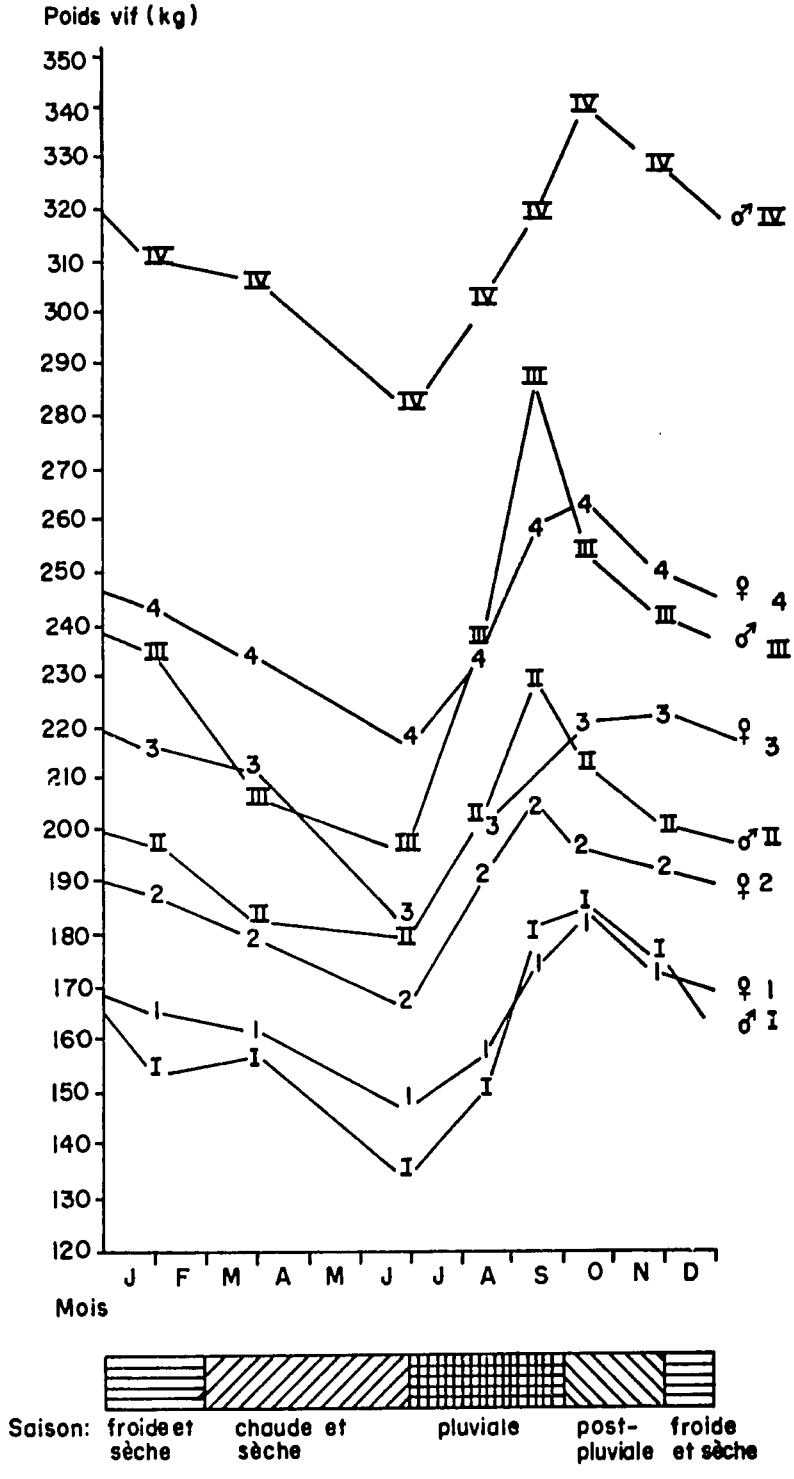


Figure 33. *Variations saisonnières de poids pour des bovins d'âge et de sexe spécifiques.*



Légende: 1-2-3-4 : paires d'incisives permanentes chez les animaux femelles
I-II-III-IV: paires d'incisives permanentes chez les animaux mâles.

poids demeure constant. Les gains maximums coïncident avec la croissance d'une nouvelle végétation favorisée par les pluies de juillet qui continuent en août et en septembre. Dans l'ensemble, le poids des animaux est probablement constant pendant la période qui coïncide avec la fin des pluies et au cours de la première partie de la période post-pluviale. Cependant, la disponibilité de résidus de cultures pendant la saison froide et sèche qui va de décembre à la fin de février n'arrive pas à compenser entièrement la digestibilité limitée du fourrage des parcours. En outre, lorsque les résidus sont épuisés, la période chaude et sèche qui commence en mars et se termine à la fin du mois de juin entraîne très rapidement des pertes considérables de poids.

L'observation continue des troupeaux a permis d'établir que la mortalité était plus faible qu'on ne le pensait. Il est possible que les deux années (1979 et 1980) pour lesquelles on dispose de données sûres n'aient pas été réellement représentatives de la situation qui prévaut normalement. La mortalité des veaux de 0 à 1 an était de 21% et après 1 an, elle tombait à 3,15%. Pour le troupeau entier, la mortalité était de 6,91% par an.

En ce qui concerne les ventes, elles s'élevaient à 7,4% de l'ensemble de la population des troupeaux. Les animaux vendus étaient surtout des vaches âgées destinées à l'abattage local et de vieux boeufs de trait achetés principalement pour les consommateurs de Bamako ou des pays du sud déficitaires en viande. Un nombre limité d'animaux avaient quitté le troupeau sous forme de cadeaux. Un bovin seulement avait été abattu pour la consommation domestique.

8.3. LES PETITS RUMINANTS

S'il est vrai que les bovins constituent le capital ou le compte d'épargne de l'entreprise d'élevage, les moutons et les chèvres en forment le compte courant. Les troupeaux de petit bétail se caractérisent par la rotation rapide de nouvelles têtes (en particulier des mâles) et les éléments de base changent constamment. En dépit de la rapidité de la rotation, la composition du troupeau quant à l'âge et au sexe demeure remarquablement constante dans des conditions normales. Quoi qu'il soit difficile de soutenir cette affirmation pour ce qui est des troupeaux des ménages dont les membres sont très limités, il est possible de la vérifier au niveau de la famille élargie, du village et du système. Dans l'ensemble de la zone semi-aride, les troupeaux de petits ruminants élevés dans le cadre du système d'élevage de subsistance constituent des unités caractérisées par la production maximale de jeunes pour la consommation domestique, de mâles pour l'abattage, et de femelles destinées à remplacer les reproductrices âgées. Dans le système agro-pastoral, la production de lait, notamment de lait de chèvre, n'intervient qu'à titre accessoire dans la poursuite de ces objectifs d'exploitation. La vente d'un ovin ou d'un caprin permet de disposer des petites sommes d'argent nécessaires pour effectuer certaines dépenses, par exemple paiement de l'impôt personnel ou achat de condiments et d'autres denrées alimentaires que le ménage ne produit pas. Dans un tel cas, c'est très souvent une femelle âgée qui est vendue (45% des caprins et 70% des ovins abattus sur une période de deux ans aux abattoirs de Niono étaient des femelles adultes); ces données indiquent que la plupart des ovins mâles et un nombre relativement important de caprins mâles étaient élevés pour la consommation domestique.

Il ressort des données fournies par le tableau 25 sur plusieurs situations observées dans les systèmes agro-pastoraux du Mali central que les effets de ces objectifs d'exploitation sur la composition du troupeau de petits ruminants sont tels que les femelles représentent environ 75% de l'ensemble du troupeau et que les reproductrices (considérées toutes comme des femelles de plus de 10 mois) constituent environ 55% du total des animaux. Il n'y a pas de différences notables en ce qui concerne la composition des troupeaux de petit bétail des sous-systèmes du mil et du riz (les objectifs d'exploitation étant à l'évidence les mêmes ou à peu près les mêmes). C'est pourquoi on n'a pas essayé de les traiter séparément. Dans un troupeau, le nombre de moutons et de chèvres castrés est en général très limité. Toutefois, il en va autrement chez les Maures qui élèvent les moutons surtout pour les poils à partir de laquelle ils fabriquent leurs tentes.

Comme pour les bovins, les paramètres qui déterminent les performances de reproduction ont été analysés. Les enquêtes faites au cours de la phase intensive ont révélé que le nombre de parturitions par femelle reproductrice (différent du nombre d'agneaux et de chevreaux à cause des naissances multiples) pouvait aller jusqu'à huit pour les brebis et 10 pour les chèvres. Pour les études continues, 862 parturitions avaient été enregistrées pour les brebis vers la fin de janvier 1981, dont 24,6% en étaient à leur cinquième mise bas ou plus et 5,3% à leur septième agnelage ou plus, le nombre maximum de mises bas étant de 10. A la même époque, 943 parturitions de chèvres dont 35,8% en étaient à leur cinquième mise bas ou plus et 8,2% à leur septième chevro-

Tableau 25. *Structure des troupeaux d'ovins et de caprins en fonction des systèmes de production.*

Groupe ethnique/région	Ovins				Caprins			
	Mâles (%)		Femelles (%)		Mâles (%)		Femelles	
	Total	De plus de 15 mois	Total	Reproductrices	Total	De plus de 15 mois	Total	Reproductrices
Dalonkebougou/Bambara	24,5	2,8	75,5	54,4	29,5	8,6	70,6	50,5
Niono/mil et riz	25,5	5,2	74,5	52,8	24,9	5,5	75,1	56,4
Dalonkebougou/Maure	22,9	7	78,1	58,1	20,2	3,2	79,8	55,1
Delta mort/Peuhl					28,6	7,9	71,4	56,9
Goundam/Touareg et Peuhl					26,2	6,8	73,8	53,5
Ségou/Peuhl	25,9	1,2	74,1	52,3	22,7	2,2	77,3	51,8
Diafarabé/mixte	29,1	5,5	70,9	50,2				

tage ou plus,le nombre maximum étant de 10, avaient été enregistrées. On peut donc conclure que les chèvres ont généralement une vie reproductive plus longue que celle des brebis.

On trouvera au tableau 26 des données sur les naissances dans les troupeaux de petits ruminants suivis en permanence depuis janvier 1978. Comme on pouvait s'y attendre, les naissances multiples se produisent plus souvent chez les chèvres que chez les brebis. Mieux, la fréquence des mises bas enregistrées est même supérieure à celle que l'on attribue généralement aux chèvres originaires de la zone semi-aride, tandis que pour les brebis les données recueillies coïncident plus ou moins avec les normes admises pour l'espèce. La taille moyenne des portées estimée par les moindres carrés était de 1,20 pour les chèvres et de 1,06 pour les brebis. L'analyse de variance a montré que l'espèce de l'animal, le rang et la saison de naissance constituent des facteurs significatifs dans les sous-systèmes du mil et du riz et déterminent la taille de la portée. Le facteur troupeau était significatif dans le sous-système du mil mais non parmi les troupeaux du sous-système du riz et le système lui même n'avait aucun effet. On a noté des différences très importantes en ce qui concerne le nombre de parturitions entre les deux espèces.

La figure 34 présente la distribution des intervalles entre parturitions relevée dans les troupeaux suivis en permanence. L'analyse de variance sur les moyennes des moindres carrés relatives à cette distribution a montré que le rang et la saison de la naissance ainsi que l'appartenance du troupeau au sous-système du mil avaient des effets notables sur l'intervalle, et qu'il n'y avait pas de différences entre les espèces des divers systèmes ou entre les troupeaux du sous-système du riz. Il n'y a pas d'interactions entre le rang de la naissance et l'espèce, l'intervalle entre parturitions diminuant avec l'âge de la mère (brebis ou chèvre). La saison pendant laquelle la naissance précédente s'est produite joue un rôle déterminant sur la longueur des intervalles: lorsque la naissance a lieu à la fin de la saison chaude et sèche (mars à juin), l'intervalle suivant est de 28 jours plus court que la moyenne, reflétant ainsi l'incidence de la qualité de la nutrition pendant la saison des pluies. Pour les naissances qui ont lieu pendant la saison des pluies (juillet à septembre), il y avait peu d'effet, tandis que les chevrotages ou agnelages intervenus pendant la période qui suit la saison des pluies (octobre-novembre) ont eu pour effet d'allonger l'intervalle suivant.

Tableau 26. *Naissances dans les troupeaux de moutons et de chèvres pendant la période d'études continues (système agro-pastoral).*

Paramètres	Chèvres	Brebis
Nombre de parturitions (%)	756 (100)	734 (100)
simples	581 (76,8)	697 (95)
gémellaires	170 (22,5)	36 (4,9)
triples	5 (0,7)	1 (0,1)
Nombre de jeunes (%)	936 (100)	772 (100)
uniques	581 (62,1)	697 (90,3)
jumeaux	340 (36,3)	72 (9,3)
triplés	15 (1,6)	3 (0,4)

Le taux des naissances au sein des troupeaux de petits ruminants exploités dans le cadre d'un système d'élevage traditionnel, caractérisé par des montes incontrôlées et par le changement constant du nombre des animaux, constitue l'un des paramètres les plus difficiles à déterminer et l'un des sujets les plus controversés. On a essayé de résoudre ce problème de deux façons:

1. En utilisant deux composantes du taux annuel de reproduction à savoir l'intervalle moyen entre parturitions et la taille moyenne des portées. On trouvera à la figure 35 les chiffres relatifs à ces deux éléments. Le calcul du taux annuel de reproduction s'effectue comme suit:

Taux annuel de reproduction =

$$\frac{\text{Taille moyenne des portées} \times 365}{\text{Intervalle entre parturitions}}$$

En utilisant les moindres carrés, on trouve pour les chèvres un taux annuel de reproduction de 167,7% (1,68 chevreau par femelle reproductrice et par an) et un taux annuel d'agnelage de 160,6% (1,61 agneau par femelle reproductrice et par an) pour les brebis.

2. En calculant à la fin de chaque mois le rapport des jeunes nés au cours du mois aux femelles reproductrices du troupeau (celles âgées de plus de 10 mois) et en additionnant les totaux sur 12 mois, on trouvera à la figure 36 les données de base obtenues par cette méthode. Les moyennes sur trois ans sont respectivement de 140% et de 125% pour les chèvres et les brebis.

Le défaut de la première méthode provient de ce qu'elle ne tient compte, d'une manière générale, que des animaux ayant mis bas plus d'une fois au cours d'une période quelconque d'observation. En outre, elle ne prend en considération dans tous les cas que des femelles qui ont effectivement produit des petits. La seconde méthode pèche sans aucun doute dans le sens inverse, puisqu'elle tient compte de toutes les femelles dont certaines n'étaient pas prêtes pour la monte lors de la période de gestation précédente. Il est donc probable que les taux exacts de reproduction se situent quelque part entre les deux résultats, c'est-à-dire entre 150 et 160% pour les chèvres et aux alentours de 135 et 145% pour les brebis.

La figure 34 donne les âges à la première parturition notés pour les brebis et les chèvres. L'analyse par les moindres carrés moyens de divers facteurs (système, espèce, type de la naissance, rang et mois de la naissance, troupeau) donnait un résultat nul ($P = > 0,05$), quoique l'on ait pu noter une diminution continue de l'âge à la première parturition, parallèlement à l'accroissement du nombre de maternités.

Comme l'indique si clairement la figure 36, les naissances se produisent toute l'année chez les brebis et les chèvres. Cependant, l'impression ressentie sur le terrain était que les conditions climatiques ou nutritionnelles au moment de la conception, cinq mois auparavant, jouaient un rôle assez important sur les naissances. La figure 37 présente une analyse des conceptions déterminées sur la base du nombre de parturitions intervenues cinq mois plus tard. Certains éléments saisonniers dont l'effet est plus marqué chez les chèvres que chez les brebis interviennent sans doute ici, quoiqu'il ait fallu recourir à une cinquième saison pour les faire apparaître avec clarté. Il semble que les chèvres (et dans une moindre mesure les brebis) atteignent leur taux maximum

Figure 34. *Répartition des intervalles entre parturitions et âges à la première mise bas chez les petits ruminants du système agro-pastoral.*

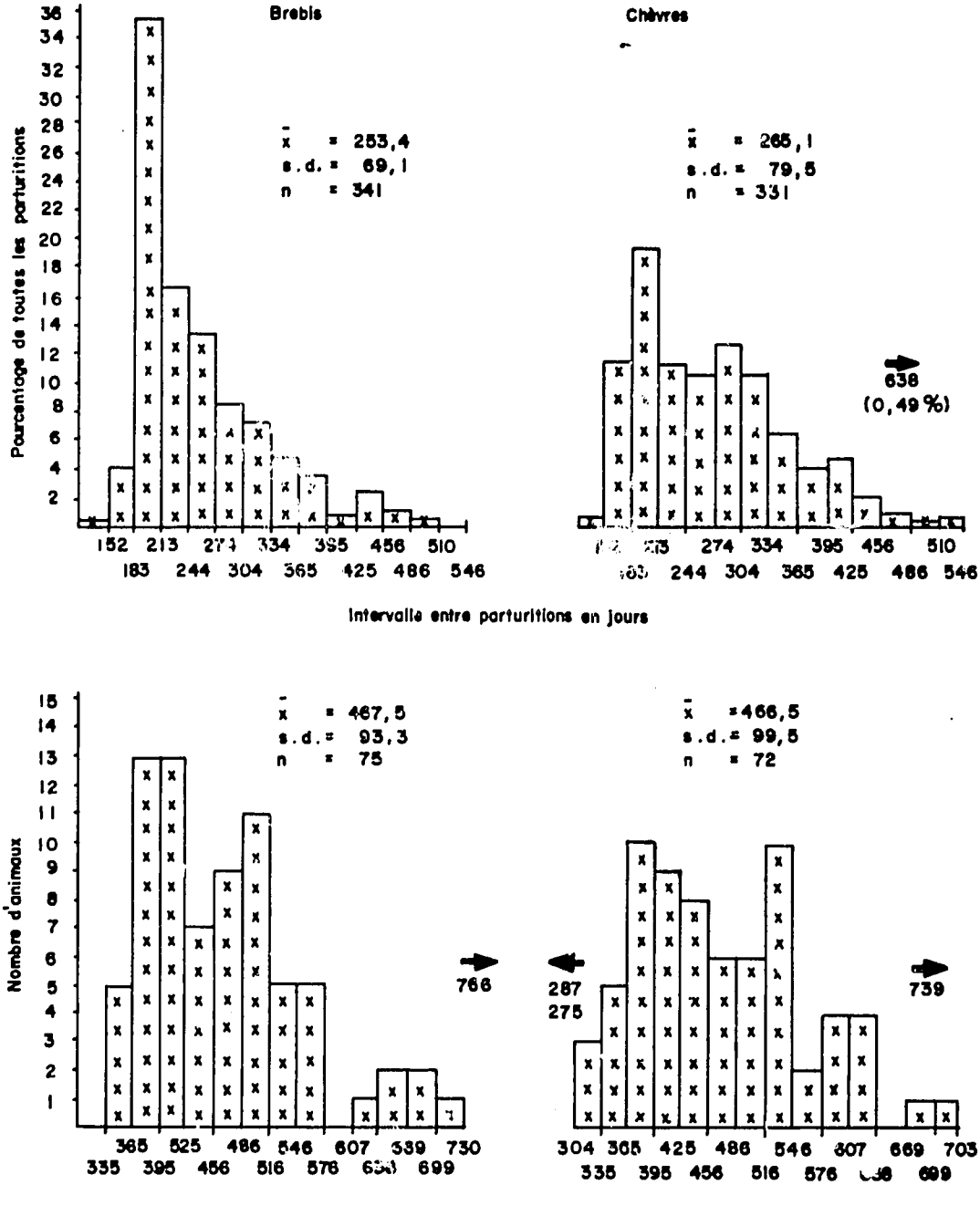


Figure 35. *Composantes du taux des naissances chez les chèvres et les brebis.*

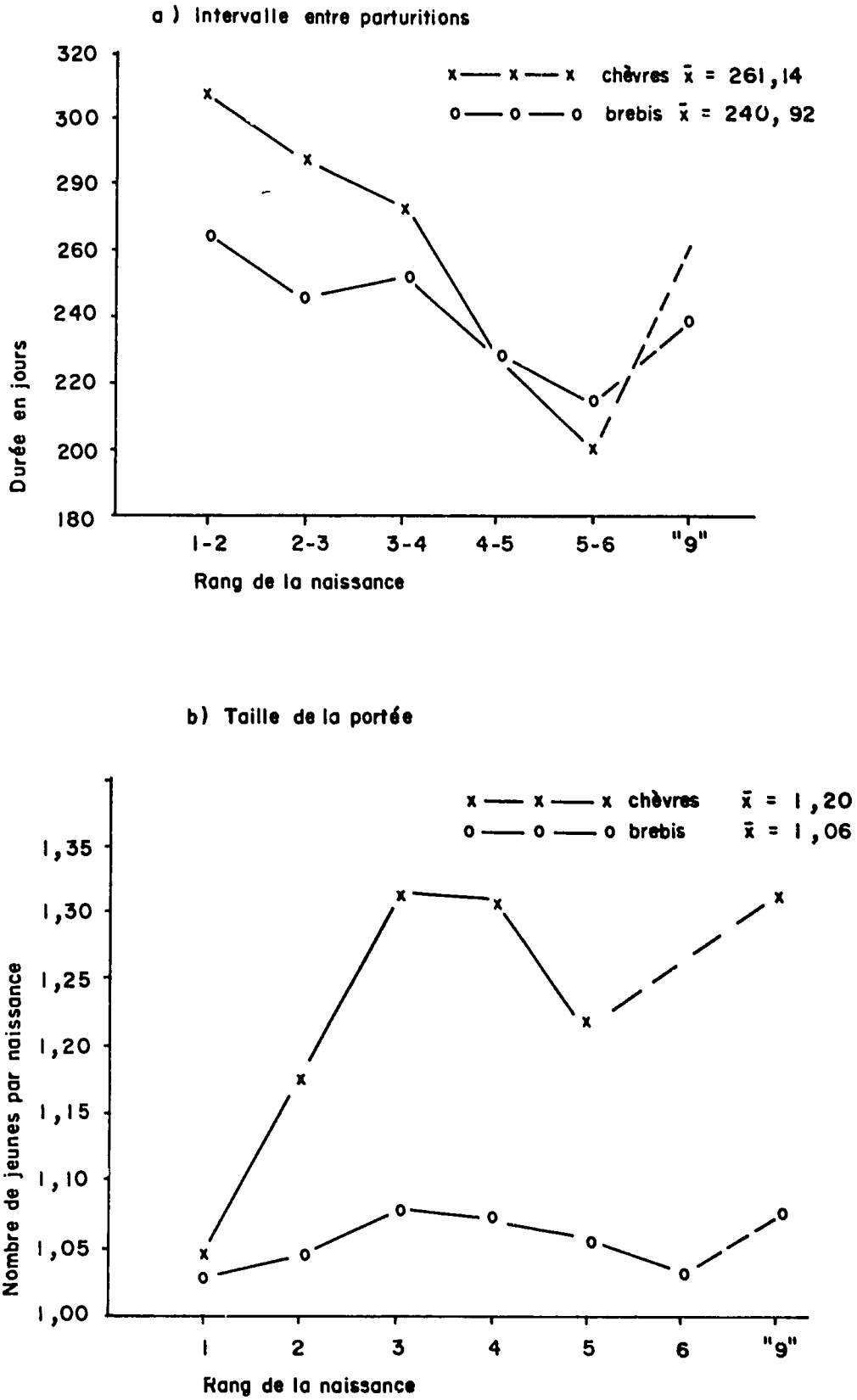
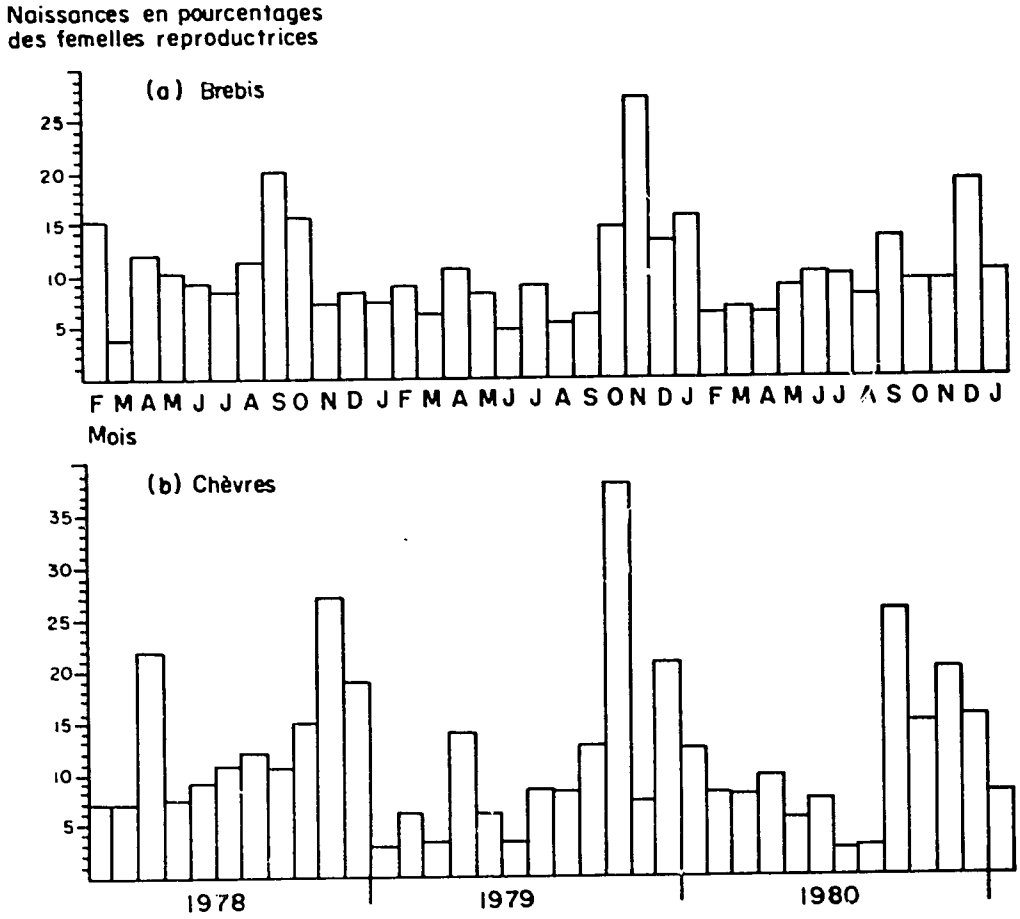


Figure 36. *Naissances par mois en pourcentages des femelles reproductrices présentes dans les troupeaux de petits ruminants observés à la fin du mois.*



de fertilité pendant la période de transition entre la fin de la saison chaude et sèche (lorsque l'humidité est élevée et que de nombreuses espèces de ligneux atteignent leur niveau optimal de sapidité) et les premières pluies. Le raccourcissement de l'intervalle entre les parturitions qui intervient après une naissance au cours de la saison chaude et sèche confirme cette tendance.

L'âge à la première mise bas noté chez les chèvres était de 15,3 mois, les parturitions suivantes se produisant tous les 8,7 mois. En supposant une moyenne de six parturitions par chèvre, l'âge normal de réforme ou de décès de l'animal se situerait un peu au-dessus de 5 ans, après une production de 7,2 jeunes. Les chèvres ayant eu 10 parturitions et produit 12 chevreaux auraient environ 8 ans. En moyenne, les brebis qui ont une parturition de moins que les chèvres sont généralement réformées à environ 4,5 ans, après avoir produit 5,3 jeunes. Une brebis ayant eu 10 parturitions aurait une longévité comparable à celle d'une chèvre ayant eu le même nombre de parturitions.

Le poids et la croissance ont également été étudiés. Les moyennes des poids à la naissance des moutons et des chèvres estimées par les moindres carrés figurent dans le tableau 27. Comme on pouvait s'y attendre, il y a une différence significative entre les espèces; mais les différences entre les sexes sont moins significatives que l'effet du type de la portée (simple, double ou triple). La saison n'a pas d'effet significatif sur le poids à la naissance. En raison de la rareté des données, les effets du troupeau, du rang de la naissance et des systèmes n'ont pas été inclus dans cette analyse.

On disposait d'un total de 31 804 éléments de données pour l'analyse des gains et des variations de poids. Deux types d'analyses ont été effectués pour les animaux dont la date de naissance était connue: a) l'estimation par les moindres carrés du poids à huit âges spécifiques (10, 30, 90, 150 jours – âge supposé du sevrage – 240, 365, 550 et 730 jours), pour lesquels les poids étaient calculés par simple interpolation à partir du poids le plus rapproché de cet âge; b) une analyse complète de toutes les données par SPSS, en utilisant le dia-

Figure 37. *Pourcentage des naissances chez les brebis et les chèvres à chaque saison de conception.*

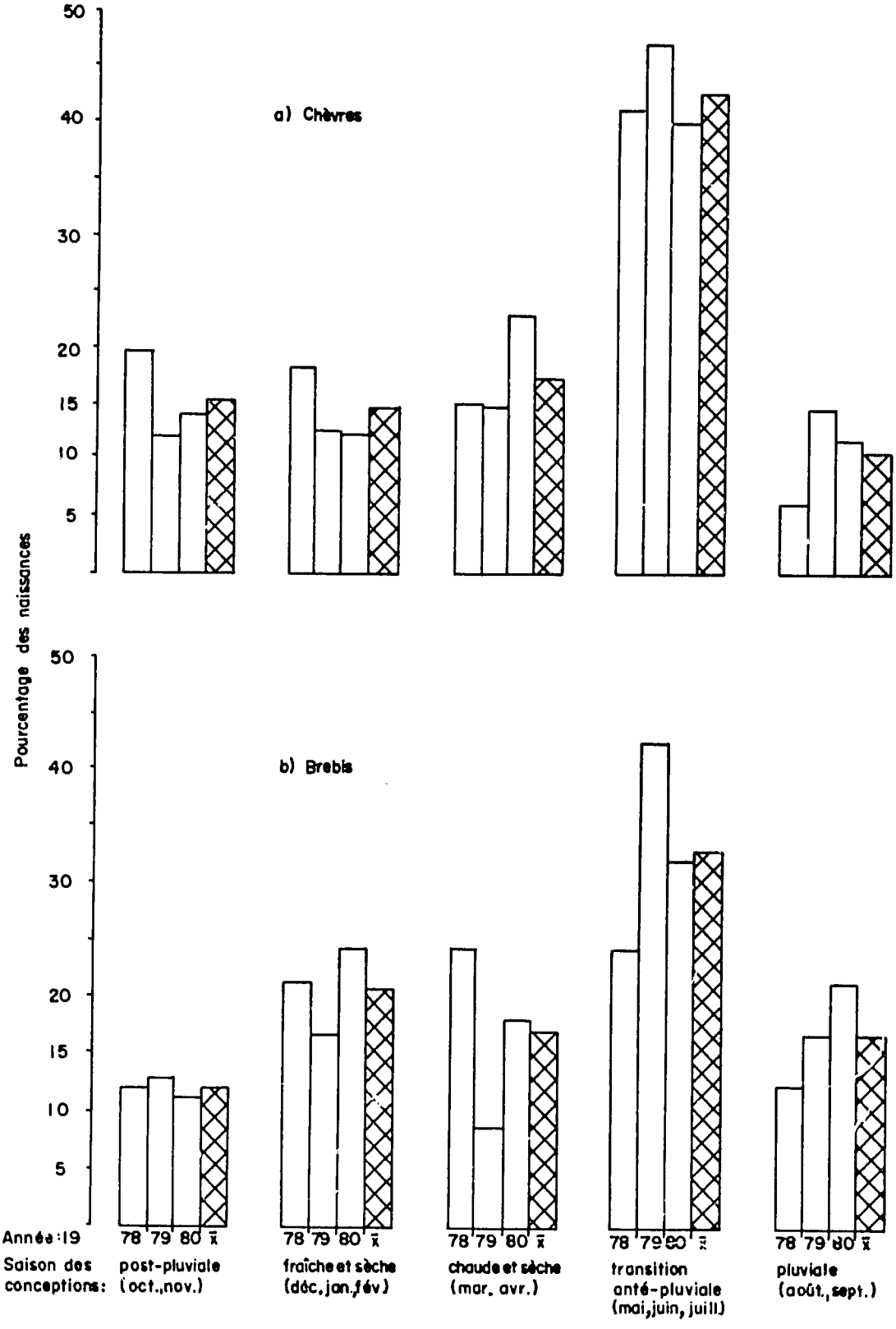


Tableau 27. *Moyennes des poids à la naissance (kg) des ovins et des caprins dans le système agro-pastoral estimées par les moindres carrés.*

Variable	Ovins	Caprins
Moyenne globale	2,218	
Moyenne de l'espèce	2,596	1,840
Sexe		
mâle	2,698	1,942
femelle	2,495	1,739
Type de la naissance		
simple	2,879	2,123
gémellaire	2,417	1,661
triple		1,737

gramme de dispersion de ce programme de manière à obtenir une meilleure impression visuelle du type et de l'éventail du schéma de croissance. Les niveaux de signification de l'analyse par les moindres carrés ont indiqué que toutes les sources de variance étaient très significatives jusqu'à l'âge de 1 an au moins.

Au titre des caractéristiques dues à l'espèce, on note que les moutons sont plus lourds que les chèvres de 0,79; 1,42; 4,70; 4,93; 5,31; 5,57; 6 et 2,95 kg respectivement aux huit âges énumérés ci-dessus. On observe une disparité comparable entre les sexes, le poids des femelles différant de celui des mâles de 0,23; 0,44; 1,68; 1,12; 1,84; 2,70; 4,02 et 7,09 kg aux différents âges mentionnés plus haut. Beaucoup de femelles ont déjà mis bas et sont en lactation à 18 mois. C'est ce qui rend compte, dans une large mesure, de la disparité entre les poids aux deux derniers âges considérés.

Les figures 38 et 39 décrivent les effets du type de la portée, du rang et de la saison de la naissance et ceux du système sur la croissance. En général, ils montrent le schéma de développement attendu. Les effets de la saison, quoique limités en termes réels, sont hautement significatifs: entre la meilleure et la pire saison, on constate une différence de poids de 1 kg à 150 jours, de 1,8 kg à 240 jours, de 1,4 kg à 465 jours et de presque 2 kg à 550 jours. Les disparités les plus spectaculaires se produisent entre les systèmes: le sous-système du riz donne un avantage pondéral de 4,6 kg à 150 jours, de 6,1 kg à 240 jours, de 5,2 kg à 1 an, et de 6,1 kg à 18 mois. Pour les moutons pris séparément, la différence est de 8 kg à 18 mois et de 9 kg à deux ans. Les figures 40 et 41, qui présentent des nuages de points calculés par ordinateur, donnent une idée exacte des disparités de poids entre les moutons des deux sous-

Figure 38. *Effets du type et du rang de la naissance sur la croissance des petits ruminants.*

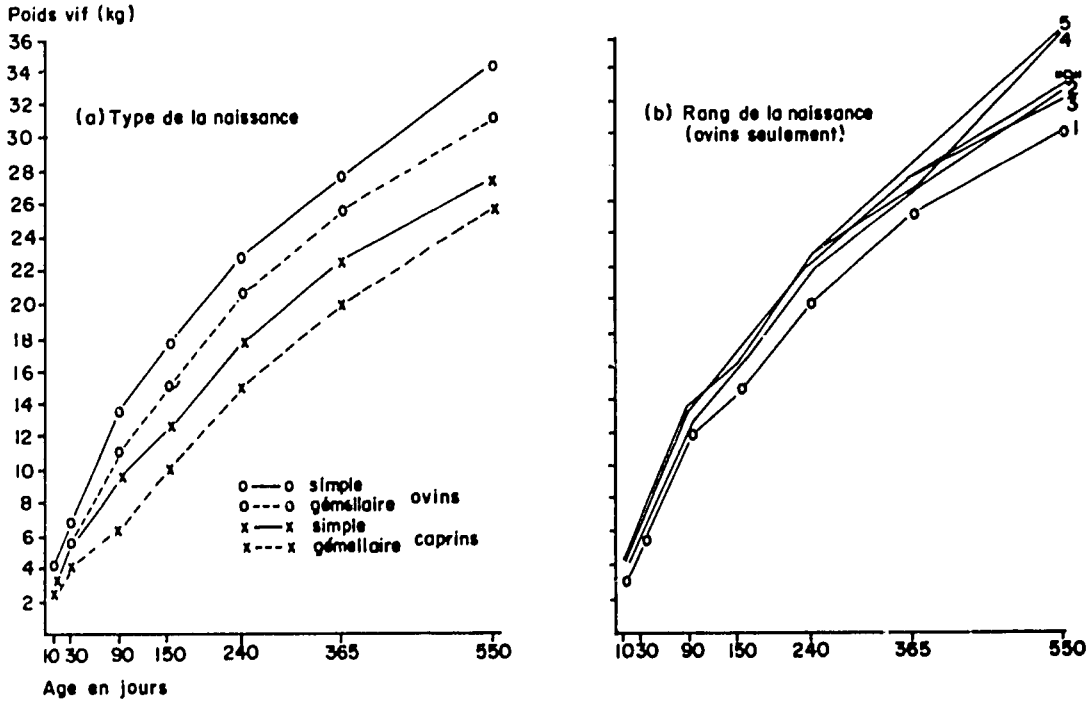
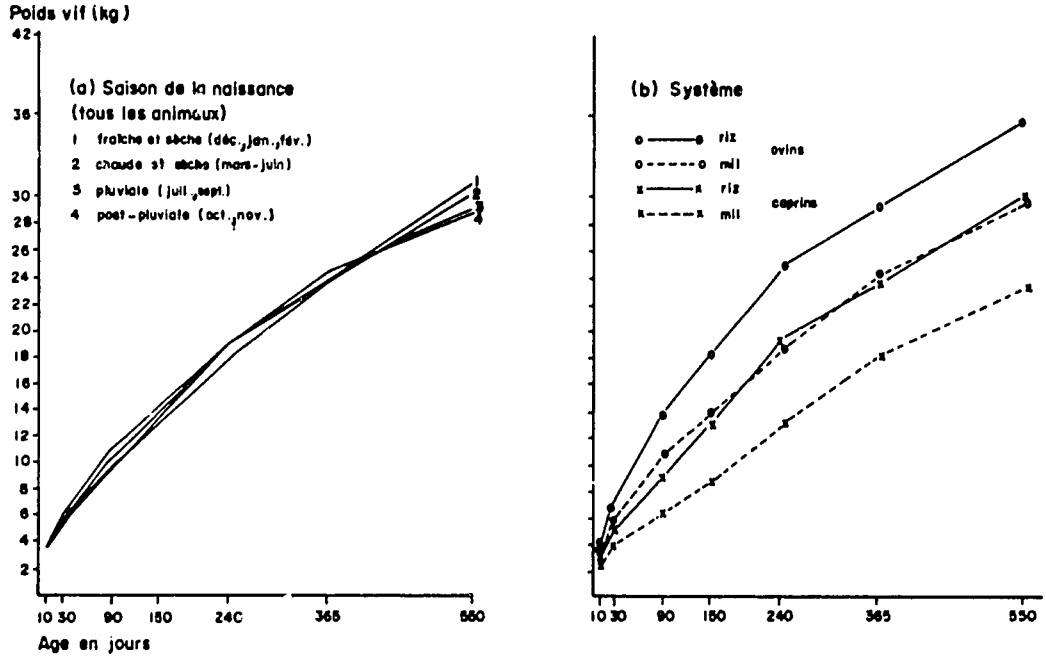


Figure 39. *Effets de la saison de la naissance et du système sur la croissance des petits ruminants.*



systèmes. La croissance obtenue par l'emploi du SPSS a été calculée comme une fonction puissance de la forme:

$$\log y = \log a + b(\log x + 1)$$

et était d'un niveau significatif très élevé ($t = 7{,}084$, $P = < .001$, d.f. ∞).

Dans les deux sous-systèmes les effets du troupeau étaient très significatifs. Le tableau 28 donne pour l'ensemble des troupeaux des deux sous-systèmes les écarts entre les poids du meilleur et du pire troupeau et les poids moyens à des âges spécifiés. Ces écarts traduisent l'ampleur des disparités relatives aux performances et partant, à l'exploitation des troupeaux, quoique les performances réelles des troupeaux puissent refléter des différences beaucoup plus substantielles, qui tiennent au fait que les animaux morts ne sont pas pris en considération.

Dans les conditions actuelles d'exploitation, il est difficile d'attribuer les changements de poids des animaux adultes aux effets des saisons. En pratique, les poids des femelles adultes sont essentiellement tributaires du nombre de femelles gravides et allaitantes, et il faudrait procéder à des analyses plus approfondies sur des sous-groupes spécifiques d'animaux pour déterminer ce rapport. Comme le montre la figure 42, les poids des femelles sont plus élevés en octobre et peut-être au début de novembre, ce qui correspond parfaitement à une gravidité tardive à cette époque et confirme l'hypothèse d'une conception à la fin de la saison chaude et sèche. Un nombre relativement élevé de femelles voient également leur poids augmenter en mars et avril. Encore une fois, cette situation s'explique probablement par l'état de gravidité avancé dans lequel bon nombre d'entre elles se trouvent au cours de cette période. Le raccourcissement subséquent de l'intervalle et les naissances enregistrées pendant cette période interviennent nettement dans les gains pondéraux qui se produisent au cours de la période de croissance suivante.

En ce qui concerne les mâles, la situation observée chez les chèvres correspond à celle qu'on pouvait prévoir. Chez les moutons par contre, on a noté à la fin de la saison sèche une diminution rapide du poids qui s'est poursuivie pendant la saison des pluies. Cette situation peut s'expliquer en partie par les effets d'un fourrage trop vert et mouillé et par ceux du piétin et d'autres maladies. La courbe des poids a également été perturbée au cours de la période d'étude par la principale fête musulmane, connue localement sous le nom de Tabaski, qui a été célébrée au cours des années qui viennent de s'écouler en octobre et novembre. Cette fête est l'occasion de la vente de mâles pour l'exportation et l'abattage, en septembre, octobre et novembre. Ainsi, l'augmentation apparente du poids en saison sèche était due en partie à l'inclusion d'animaux adultes supplémentaires dans l'analyse.

Figure 40. *Nuage de points par ordinateur et courbe de croissance des moutons dans le sous-système du mil.*

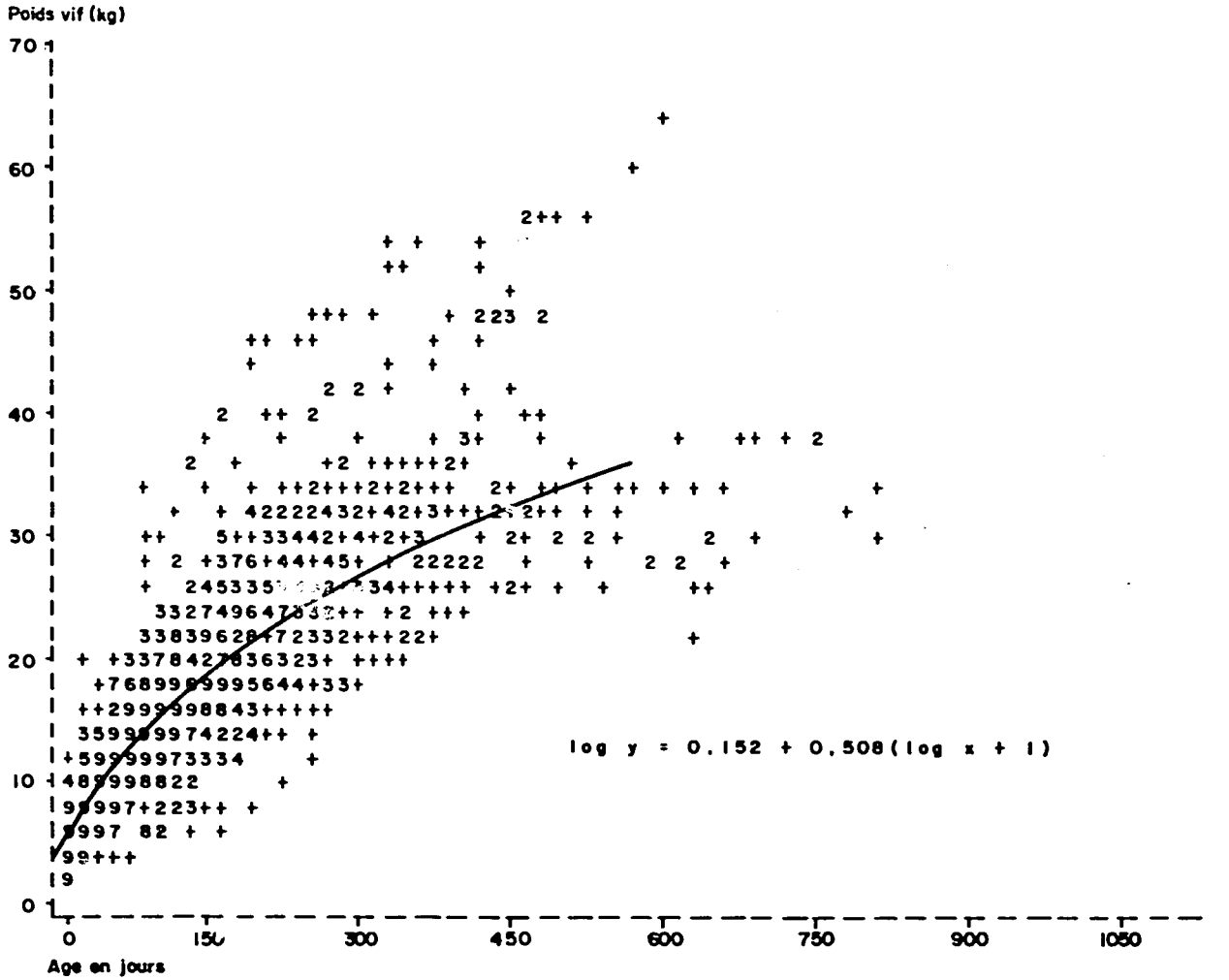


Figure 41. *Nuage de points par ordinateur et courbe de croissance des moutons dans le sous-système du riz.*

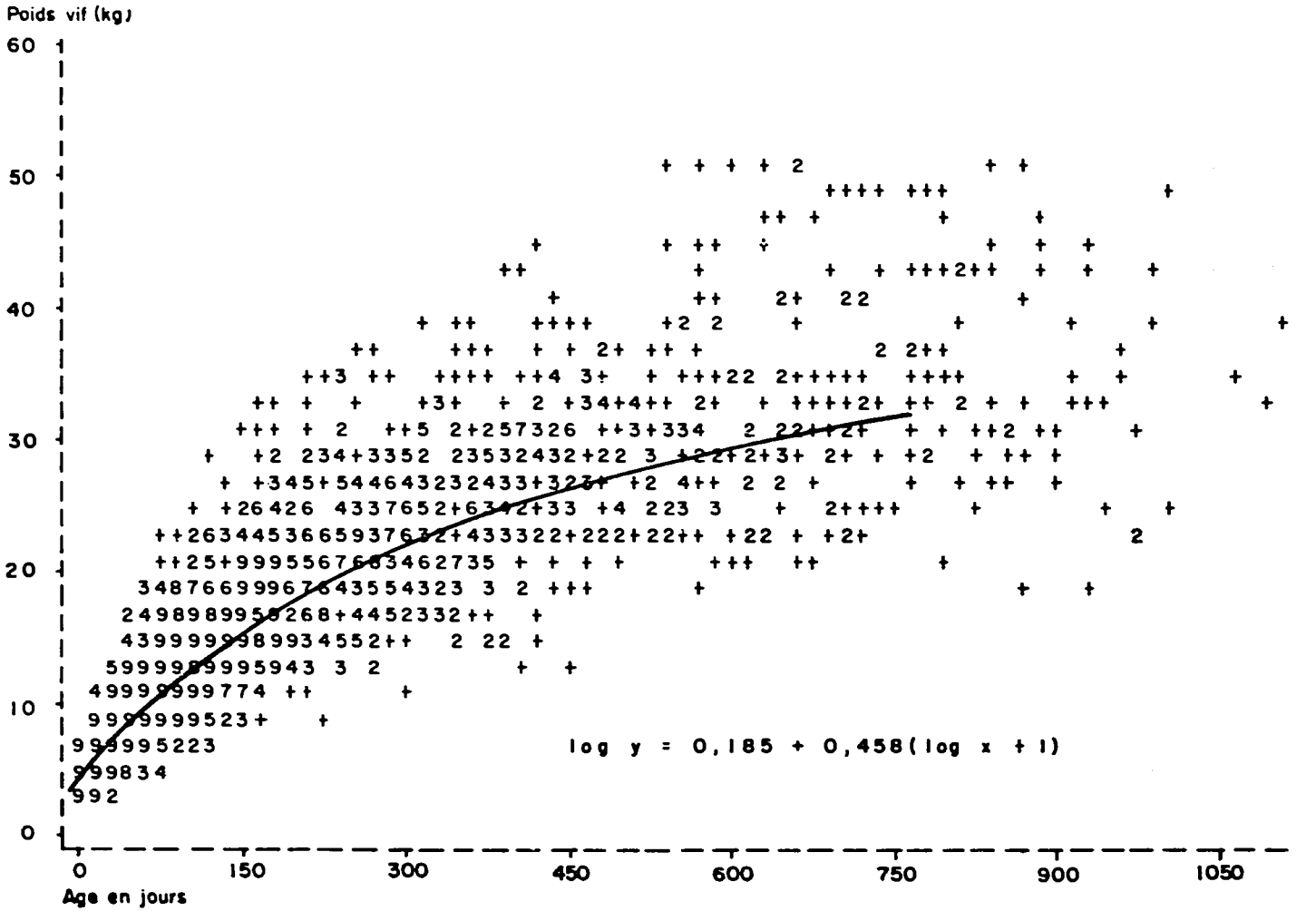


Tableau 28. *Différences pondérales (kg) à des âges spécifiques par rapport à la moyenne globale pour les troupeaux de petits ruminants dans les sous-systèmes du mil et du riz.*

Age des animaux (jours)	Différences pondérales par rapport au poids moyen global			
	Sous-système du mil		Sous-système du riz	
	Meilleur troupeau (+ kg)	Pire troupeau (− kg)	Meilleur troupeau (+ kg)	Pire troupeau (− kg)
150	5	2,3	9,2	6,6
240	6,2	4,5	18,1	7,9
365	6,4	7,1	11,2	6,7
550	7	5	7,5	6
730	4,1	4,6		

L'espèce, le rang des naissances, le système et le troupeau (dans les sous-systèmes du riz et du mil) étaient très significatifs ($P < 0,001$) sur le poids des mères après la parturition (tableau 29). La saison était significative ($P < 0,01$); les femelles qui avaient eu des parturitions simples étaient significativement plus légères que celles qui vaient donné naissance à des jumeaux, bien que les poids des rares femelles ayant eu des triplés aient été nettement plus élevés ($P < 0,05$) que ceux des femelles des deux autres groupes. Les animaux qui ont mis bas des femelles n'étaient pas significativement différents ($P > 0,05$) sur le plan pondéral de ceux qui ont eu des mâles, et aucun effet saisonnier n'a été enregistré sur les différentes espèces ($P > 0,05$).

Pour les animaux dont la date de naissance était connue, les décès se produisant avant le sevrage (estimé à 150 jours) ont été analysés par les moindres carrés. On trouvera au tableau 30 les taux de mortalité dus à des causes diverses. Dans le sous-système du mil, les effets du type et de la saison de la naissance ainsi que ceux du troupeau étaient tous très significatifs ($P < 0,001$); ceux de l'espèce et du système étaient significatifs ($P < 0,05$), alors que le troupeau dans le sous-système du riz et le sexe dans l'ensemble n'étaient pas significatifs ($P > 0,05$).

Les effets de la durée de l'intervalle précédent entre parturitions sur la mort avant le sevrage ont également été étudiés, et on a trouvé que les intervalles de 183 jours ou moins entraînaient un taux de mortalité de 54,9%, ceux de 184-213 jours, un taux de 27,9%, ceux de 214-244 jours, un taux de 29,2% et ceux de 245 jours et plus, un taux de 25,25%. Une réduction hautement significative ($chi^2 = 19,64$, $P < 0,01$) du taux

Figure 42. *Variations pondérales saisonnières chez les ovins et les caprins adultes.*

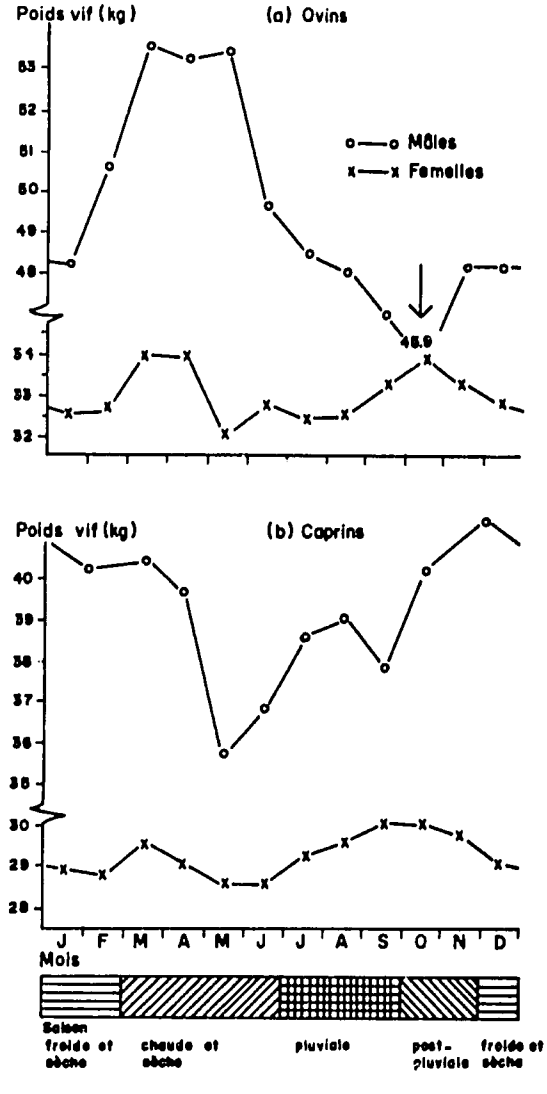


Tableau 29. *Estimations par les moindres carrés moyens des poids post-partums (kg) des caprins et des ovins.*

Variables	Caprins	Ovins
Moyenne globale	31,98	
Moyenne de l'espèce	29,98	33,99
Sexe		
mâle	30,02	34,02
femelle	29,94	33,96
Type de la naissance		
simple	28,33	32,34
gémellaire	28,89	32,90
triple	32,72	36,73
Système		
mil	28,11	32,12
riz	31,85	35,86
Saison de mise bas		
froide et sèche (déc., jan., fév.)	30,07	32,87
chaude et sèche (mars-juin)	30,91	34,98
pluviale (juin-sept.)	30,38	34,39
post-pluviale (oct.-nov.)	28,50	32,51

de mortalité avant le sevrage a été enregistrée parallèlement à l'augmentation de l'intervalle entre parturitions; toutefois, aucun accroissement de la réduction du taux de mortalité n'a été enregistré pour des intervalles de plus de 274 jours. La réduction a été plus marquée chez les ovins que chez les caprins. Sur l'ensemble des décès pour les deux espèces, 16,36% étaient des avortements (un total absolu de 2,65% pour les moutons et de 7,2% pour les chèvres), 21,6% étaient des mortinaissances ou des décès au premier jour, 14,5% se produisaient entre 1 et 7 jours, 8,2% entre 8 et 30 jours, 22,8% entre 1 et 3 mois et 16,4% à 3 et 4 mois.

C'est à moins de 15 mois que 70% de tous les décès se sont produits (et 62,8% des animaux morts avaient moins de 5 mois). Les chiffres correspondants étaient de 16,6% pour les animaux âgés de 15 à 33 mois et de 13,4% pour les animaux plus âgés. Le taux de mortalité total pendant la période d'étude (trois ans échelonnés de janvier 1978 à janvier 1981) a été de 37,7% pour les moutons et de 43,5% pour les chèvres.

Le taux des ventes et des abattages pour la consommation domestique était de 18,4% pour les ovins (2,7 vendus pour 1 abattu) et de 15,3% pour les caprins (environ 2 vendus pour 1 abattu). Les animaux vendus étaient principalement des femelles âgées ayant dépassé leur période de productivité maximale et en particulier pour les chèvres, des mâles âgés de 8 mois à deux ans et demi. Les moutons abattus pour l'auto-consommation sont presque uniquement des jeunes mâles.

Pendant une certaine période, il a été impossible de distinguer clairement les décès des abattages *in extremis* d'animaux aux fins de consommation. Par la suite, on a pu établir qu'entre un tiers et la moitié des animaux de plus de 15 mois classés simplement comme décédés avaient en fait été abattus pour cause de maladie et consommés. On contribuerait à améliorer les composantes du taux d'exploitation en tenant compte de cette catégorie d'animaux.

On a procédé à des comparaisons directes des niveaux de production et trois indices de production de viande, tenant compte de la croissance

Tableau 30. *Estimations par les moindres carrés moyens des taux de mortalité (en pourcentages) avant sevrage chez les petits ruminants du système agro-pastoral.*

Variables	Caprins	Ovins
Moyenne globale	32,44	
Moyenne de l'espèce	34,59	30,29
Type de la naissance		
simple	23,54	19,24
gémellaire	31,76	27,46
triple	48,47	44,17
Système		
mil	39,11	34,81
riz	30,07	25,77
Saison de mise bas		
froide et sèche (déc., jan., fév.)	35,66	31,36
chaude et sèche (mars-juin)	27,80	23,50
pluviale (juin-sept.)	38,27	33,97
post-pluviale (oct.-nov.)	36,63	32,33

des jeunes (un indice pour tous les animaux issus de la même parturition), de la mortalité, des parturitions et du poids de la mère, ont été calculés. Ces indices peuvent ensuite être comparés de la même manière que pour chacun des paramètres relatifs aux éléments tels que le rang de la naissance, le système, la saison etc. Les trois indices sont les suivants:

(a) Indice I: poids de jeune (kg) produit par femelle reproductrice et par an, calculé comme suit:

$$\frac{\text{Poids vif de jeune à 150 jours x 365}}{\text{Intervalle suivant de parturition}}$$

(b) Indice II: poids de jeune (kg) produit par kg de poids vif de la mère et par an, calculé comme suit:

$$\frac{\text{Indice I}}{\text{Poids de la mère après parturition}}$$

(c) Indice III: poids de jeune (kg) produit par kg de poids métabolique de la mère par an, calculé comme suit:

Tableau 31. *Estimations par les moindres carrés moyens des indices de production des petits ruminants du système agro-pastoral.*

Sources	Indice I		Indice II		Indice III	
	Caprins	Ovins	Caprins	Ovins	Caprins	Ovins
Moyenne globale	24,10		726,67		1,89	
Moyenne de l'espèce	18,67	29,52	565,05	888,30	1,47	2,31
Sexe						
mâle	19,37	30,22	576,96	900,21	1,53	2,36
femelle	17,97	28,83	553,14	876,39	1,41	2,24
Rang de la naissance						
première	12,60	23,45	426,94	746,19	1,10	1,94
deuxième	17,21	28,06	558,17	881,42	1,40	2,24
troisième	19,73	30,58	624,33	947,57	1,58	2,42
cinquième	21,30	32,15	644,92	968,17	1,66	2,50
"neuvième"	19,40	30,25	593,11	916,36	1,51	2,35
Type de la naissance						
simple	17,51	28,36	507,88	831,13	1,25	2,08
gémellaire	24,02	34,87	753,19	1 207,40	1,93	2,77
Saison						
froide et sèche	18,15	29	534,79	858,04	1,40	2,24
chaude et sèche	20,79	31,64	660,19	983,44	1,70	2,53
pluviale	17,71	28,56	543,29	866,54	1,41	2,25
post-pluviale	18,03	38,88	522,13	845,38	1,38	2,21
Système						
mil	13,23	24,08	446,67	769,92	1,14	1,98
riz	24,11	34,96	683,43	1 006,68	1,80	2,64
Troupeaux						
meilleur mil	+12,68		+419,81		+1,04	
pire mil	− 7,13		−288,27		−0,68	
meilleur riz	+31		+964,24		+2,42	
pire riz	−18,20		−407,93		−1,11	

Tableau 32. *Rapports des avantages comparatifs pour les sources de variations des indices I, II et III pour les petits ruminants dans le système agro-pastoral.*

Sources	Indice I		Indice II		Indice III	
	Caprins	Ovins	Caprins	Ovins	Caprins	Ovins
Sexe						
mâle/femelle	1,08	1,05	1,04	1,03	1,03	1,05
Rang						
toutes naissances/						
première	1,54	1,29	1,42	1,25	1,40	1,23
Type de la naissance						
gémellaire/simple	1,37	1,23	1,48	1,45	1,55	1,43
Saison						
meilleure/pire	1,17	1,11	1,26	1,16	1,23	1,14
Système						
riz/mil	1,82	1,45	1,53	1,31	1,58	1,39
Troupeaux						
meilleur mil/pire mil	2,17		2,62		2,43	
meilleur riz/pire riz	9,34		5,30		5,58	

Indice I

Poids de la mère après parturition ^{0,75}

Le tableau 31 donne la liste de plusieurs variables estimées par les moindres carrés moyens. Les effets de l'espèce, du rang et du type de la naissance, du système et du troupeau dans les deux systèmes étaient très significatifs ($P < 0,001$), et ceux du sexe ($P < 0,05$) étaient significatifs.

Il ressort de l'analyse des trois indices qui se rapportent seulement à la production de viande, que les moutons sont en moyenne plus productifs que les chèvres dans la proportion de 1,57 à 1. Les indices ne tiennent pas compte du prélèvement de lait ou d'autres facteurs tels que l'intérêt qu'a une famille d'élever beaucoup plus de petits animaux destinés à la vente ou à l'abattage, lorsque la disparité des bénéfices financiers et sociaux susceptibles de découler de l'exploitation de l'une ou de l'autre espèce n'est pas trop grande. Néanmoins, il semblerait qu'en ce qui concerne l'utilisation des ressources, les moutons soient plus efficaces que les chèvres. Le fait que le taux d'avortement et partant, que le taux de mortalité soit plus élevé chez les chèvres explique en partie cette situation. Si l'on parvenait à réduire ces taux, l'équilibre serait dans une certaine mesure rétabli. Les indices mettent en relief certains points intéressants qui ne sont pas toujours immédiatement évidents, mais qui pourraient fort bien être utilisés dans des stratégies d'intervention. On a utilisé au tableau 32 les données fournies par le tableau 31 pour démontrer les avantages comparatifs (exprimés en taux) des diverses sources de variations.

8.4. LES POSSIBILITES D'INTERVENTION

La composition de la population des bovins et des petits ruminants semble compatible avec les objectifs du système en matière d'exploitation. C'est à travers d'autres aspects qu'il faudra donc chercher avant tout à améliorer la productivité du bétail. Néanmoins, certaines observations semblent s'imposer à ce sujet.

Dans les deux sous-systèmes (mil et riz), les boeufs sont généralement gardés jusqu'à l'âge où ils deviennent relativement inefficaces comme animaux de trait. Cette situation découle probablement de la croissance extrêmement lente et de la maturité tardive de cette classe de bétail, de la difficulté de les remplacer (même lorsqu'ils sont achetés à crédit) et du coût de leur amortissement. Toutefois, il faudra s'attendre à ce que la demande de boeufs de trait continue. Le meilleur moyen de la satisfaire consiste probablement à améliorer la nourriture des bouvillons, de sorte qu'ils puissent entrer en service plus tôt. Une telle stratégie permettrait soit la prolongation de la vie

active du boeuf, soit sa mise à la retraite lorsqu'il est encore jeune, au moment où la qualité de sa carcasse est meilleure. La question de savoir si les ressources fourragères limitées devraient être consacrées à cette fin ou si elles devraient être utilisées pour alimenter les animaux qui se reproduisent et qui travaillent devrait faire l'objet de recherches plus approfondies.

En ce qui concerne la composition de la population des moutons et des chèvres, il est actuellement à la mode dans les pays du Sahel de parler de "rajeunissement" des troupeaux de petits ruminants. D'après les données obtenues par le CIPEA, la nécessité ou la faisabilité d'un tel rajeunissement ne sont guère évidentes. En général, les femelles âgées représentent environ 5% du troupeau total ou environ 10% des femelles reproductrices. En théorie, il serait possible de réformer ces animaux lorsqu'ils sont plus jeunes, mais il est douteux qu'une telle démarche influe de manière notable sur la performance globale du troupeau, compte tenu du fait que les portées de ces femelles sont probablement plus grandes que celles des jeunes animaux qui les remplaceraient, et que l'intervalle entre parturitions chez les femelles âgées n'est certainement pas plus long que celui qu'on observe chez des femelles plus jeunes. Il convient également de noter que la majorité des femelles reproductrices les plus prolifiques ont déjà entre 3 et 5 ans. On pourrait par ailleurs avancer que le nombre de mâles adultes est supérieur au nombre de géniteurs dont on a strictement besoin. Toutefois, la proportion des animaux en surplus n'est pas exagérée et il est probable que les effets de l'élimination de l'excédent de mâles ne seraient que négligeables.

La traction animale vient au premier rang des objectifs d'exploitation des bovins dans le système agro-pastoral; elle est suivie par la production de lait et celle de viande qui occupent respectivement les deuxième et troisième places. On pourrait également ajouter la production de fumure comme quatrième objectif. Le démarrage de la traction animale a été plus lent dans le secteur du mil que dans les régions irriguées (riziculture) où, comme l'indiquent les compositions des troupeaux et la structure de la propriété, le point de saturation a presque été atteint. Le principal inconvénient de la traction animale, activité qui fait appel à toute la force du bovin, est la perte considérable de poids (jusqu'à 18% à la fin de la saison sèche), quand la demande atteint son niveau le plus élevé. La mauvaise condition physique des boeufs de trait à ce moment, qui s'explique par la médiocrité de la ration ingérée, devrait faire l'objet d'études approfondies. La production de lait et de viande du troupeau (outre sa composition globale) est fonction de l'âge au premier vêlage, de la viabilité des vaches, de l'intervalle entre parturitions, de la mortalité des veaux, mais aussi de la croissance et de la production laitière. Une vache dont le premier vêlage interviendrait à 4 ans serait tout à fait dans les normes et la longévité constatée semble, elle aussi, normale. Il apparaît par conséquent que pour améliorer la productivité du bétail, il faudrait agir sur les quatre derniers facteurs mentionnés.

Les résultats obtenus avec la même race à la Station du Sahel devraient permettre d'améliorer l'intervalle entre parturitions de 511 jours, qui semble fortement influencé par les fluctuations relatives à la fertilité des vaches. Il est à peu près certain que la qualité du fourrage disponible pendant la saison sèche a une incidence sur cet effet saisonnier, quoiqu'il faille entreprendre des études plus approfondies en vue de déterminer le rôle de la composition minérale ou de l'apport énergétique du fourrage. Les études sur la nutrition indiquent clairement que la déficience énergétique en est la cause principale. Toutefois, il conviendrait également d'évaluer la composition minérale du fourrage. La mortalité des veaux, qui dépasse 20%, peut également être réduite. S'il est clair que la nutrition joue ici un rôle de premier plan, il n'en demeure pas moins que les causes cliniques sont également importantes et qu'elles devraient faire l'objet de recherches. La production de lait n'a pas été évaluée dans cette étude, bien que des estimations préliminaires aient été faites sur la base de données obtenues à l'occasion des travaux sur la nutrition.

Pour confirmer la validité des données de terrain, on a comparé les paramètres des trou-

Tableau 33. *Paramètres d'un troupeau initial de 82 animaux au bout de 10 années normales; simulation par ordinateur et résultats observés.*

Paramètres	Résultats prévus par la simulation	Résultats observés sur le terrain
Mâles dans le troupeau (%)	44,1	46,8
Femelles dans le troupeau (%)	55,9	53,2
Taux de vêlage (%)	51	54
Taux de mortalité (%)	30,6	20

peaux à ceux de troupeaux simulés sur ordinateur sur la base des données utilisées dans l'étude sur la nutrition. Les résultats figurent dans le tableau 33. La validation des données n'en est qu'à ses débuts. Toutefois, elle est déjà considérée comme une base rationnelle pour tester certaines interventions simples sur la production des vaches laitières, sur le taux de survie, sur les poids des veaux au sevrage et sur le maintien du poids des boeufs de trait pendant la saison sèche. Les interventions consistaient en un ou deux niveaux de complémentation testés au moyen de simulations par ordinateur. On trouvera aux figures 43 et 44 les simulations relatives au poids et à la production de lait avec et sans complémentation.

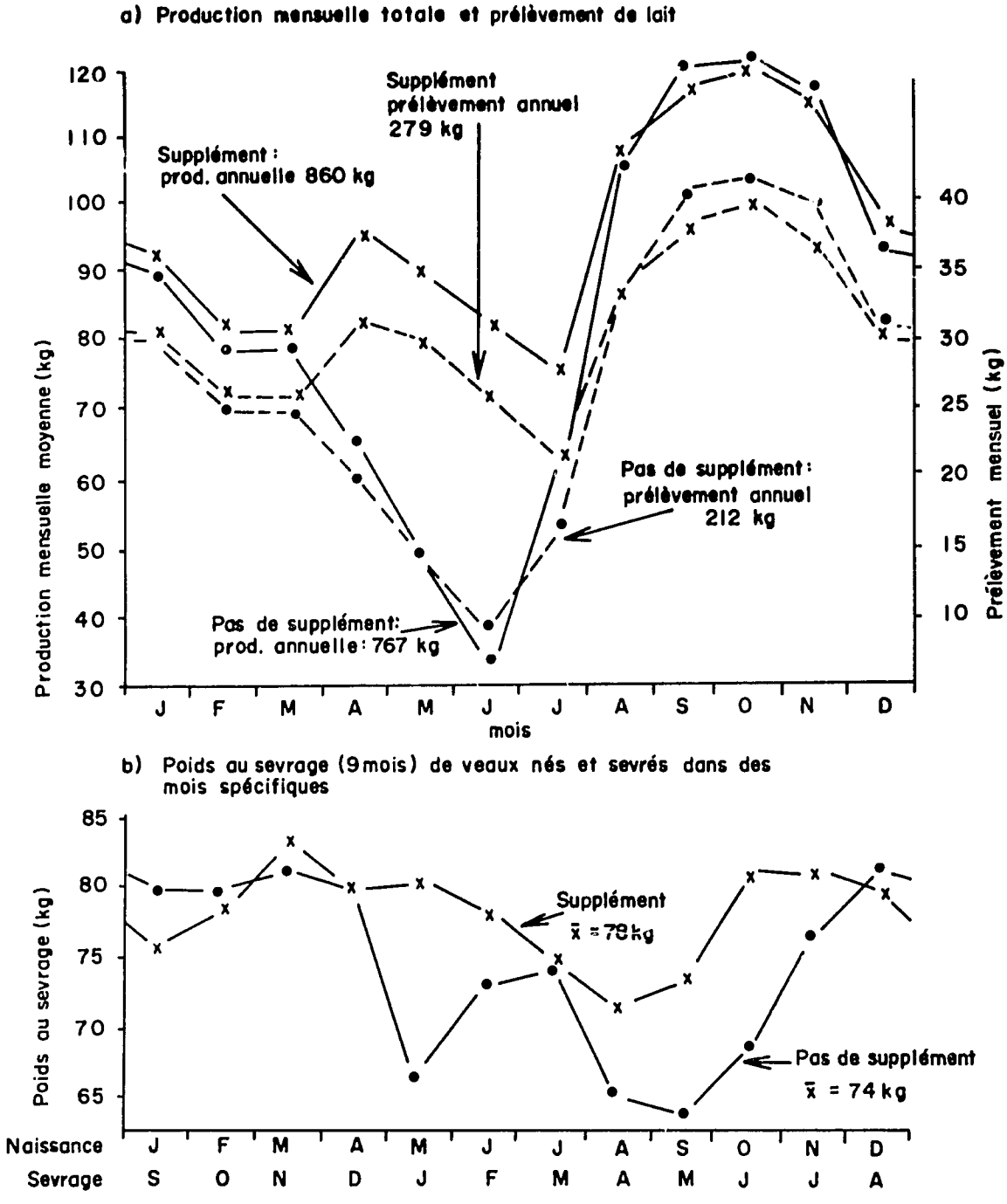
Les données relatives à la nutrition faisaient apparaître que la digestibilité du fourrage des parcours diminuait de 50% en mars, avril et mai. Les essais sur modèle ont permis d'évaluer les effets d'un complément constitué de fourrage grossier dont la digestibilité était de 60% ou plus, servi à des animaux pendant ces trois mois. Aucun autre type d'intervention n'avait été envisagé. Un complément de 2 kg de fanes de niébé par vache allaitante a été utilisé (donc à la 10ème année, un total de 2 222 kg de complément est requis), et on a supposé que cela diminuerait de 1 kg l'ingestion volontaire de fourrage sur le pâturage. La vache témoin de 241,7 kg devrait donc ingérer avec la complémentation 6,02 kg MS au lieu des 5,02 kg qu'elle consommerait en pâture libre. Les principaux effets de cette intervention portaient essentiellement sur la production de lait et sur le poids des vaches reproductrices; ils étaient limités en ce qui concerne le poids des veaux au sevrage et les pertes de veaux. Sans complémentation, la condition physique des veaux laisse à désirer; toutefois, il semble que la nutrition en tant que telle ne soit pas la cause principale de la mortalité. Il s'avère donc nécessaire, pour éviter les pertes, d'identifier des facteurs spécifiques de maladies.

L'augmentation de la production d'environ 100 kg de lait prédite par l'ordinateur montre un déficit financier. Le coût de la fane de niébé à cette période au marché de Niono est en moyenne de 173 francs maliens le kg, c'est-à-dire deux fois son prix moyen après les pluies et pendant la saison froide et sèche, tandis que le prix du lait, au point de production, est de 150 FM/kg. Les revenus que procure le lait sont ainsi inférieurs à 15 000 FM alors que ceux qu'engendrent les fanes (compte non tenu du transport) s'élèvent à 32 000 FM. Il serait possible d'augmenter les revenus en achetant la fane en octobre-novembre (prix moyen de 82,5 FM/kg) ou même en décembre-février (96,3 FM/kg). Si l'on considère seulement l'augmentation des quantités de lait prélevées par l'homme (et non la production totale), le revenu supplémentaire engendré ne sera que de 10 000 FM environ. Il faudra par conséquent amener les éleveurs à prendre conscience du fait que les revenus non monétaires (nutrition familiale améliorée, gain pondéral des veaux au sevrage, mortalité réduite des veaux, et accroissement de la valeur marchande des vaches réformées) justifient l'investissement monétaire initial.

Les interventions simulées en vue de maintenir le poids des boeufs de trait à un niveau minimum de 320 kg pendant toute la saison sèche impliquaient également l'utilisation de la fane de niébé pour la même période (mars, avril et mai). Comme pour les vaches, on a supposé que l'ingestion de la meilleure qualité de fourrage grossier avec une digestibilité de 60% diminuerait l'ingestion spontanée de fourrage de moitié. Les deux niveaux de complémentation testés (2 kg et 3 kg de MS) étaient respectivement censés faire tomber à 5,64 kg et 5,10 kg l'ingestion spontanée de fourrage (6,64 kg) d'un boeuf témoin de 320 kg. Cependant, même avec 3 kg par jour, la complémentation ne permettait pas de maintenir le poids des boeufs au niveau souhaité (320 kg). Il faudrait, pour arriver à un tel résultat, un total de 5 912 kg de fourrage supplémentaire pour un troupeau agro-pastoral typique de 100 têtes de bovins. Les stratégies nouvelles d'intervention susceptibles d'être employées et dont il convient de tester l'efficacité pourraient prévoir notamment la prolongation de la période de complémentation (environ 5 mois) ou l'utilisation de concentrés alimentaires comme les graines de coton.

Les interventions concernant les boeufs de trait sont encore plus difficiles à justifier sur le plan financier que celles portant sur les vaches, car aucun bénéfice monetaire ne découle directement de l'alimentation des boeufs par la fane. Il est généralement vrai, cependant, que les agriculteurs sont conscients de la nécessité d'améliorer la condition physique des boeufs de trait à la fin de la saison sèche. Les principaux problèmes proviennent du manque de fanes pendant cette période de l'année et de l'ordre des priorités de l'agriculteur qui distribue de manière sélective la quantité limitée de fourrage dont il dispose (c'est à son âne de bât qu'il accorde généralement la priorité à cette période). Il est nécessaire de proceder à une analyse à variables multiples qui, plutôt que de se fonder sur le nombre des animaux détenus pour l'ensemble du village et pour chaque individu, tiendrait compte de facteurs tels que le rang de

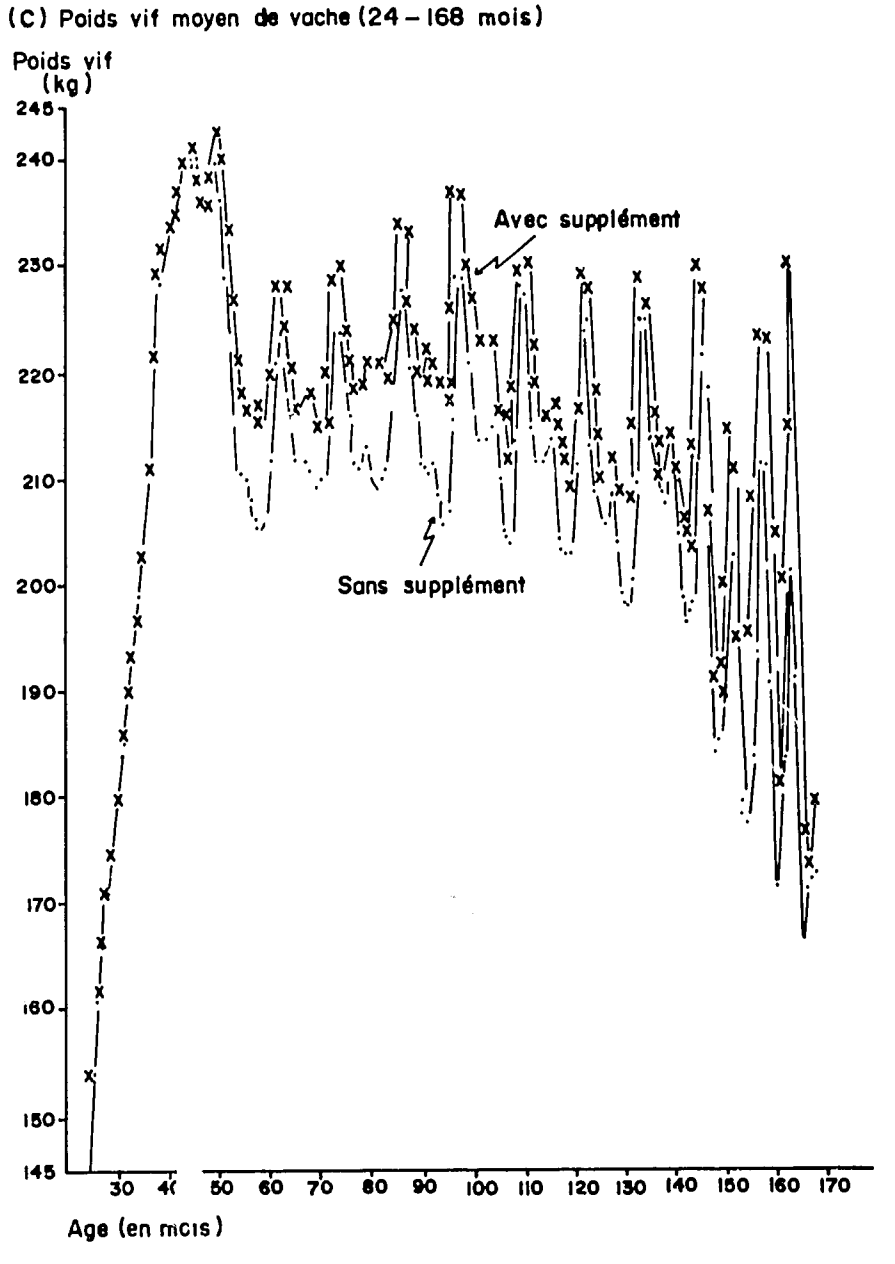
Figure 43. *Effets de la supplémentation (2 kg de fanes de niébé) sur les vaches en lactation en mars, avril et mai (simulation par ordinateur).*



priorité accordé à l'affouragement et à la complémentation de l'alimentation des boeufs, ou l'excédent de la production de mil engendré par des semailles précoces et ses effets sur l'utilisation de la main-d'oeuvre. Ce n'est qu'à la suite d'une telle analyse que la valeur économique de l'affouragement des boeufs sera clairement perçue.

Etant donné que les intervalles entre les vêlages des vaches âgées sont plus longs, que leur production de lait est plus réduite et que leurs poids vifs sont inférieurs à ceux des vaches plus jeunes, leur réforme entraînerait un accroissement de la production (sous réserve toutefois que les taux de reproduction globale soient satisfai-

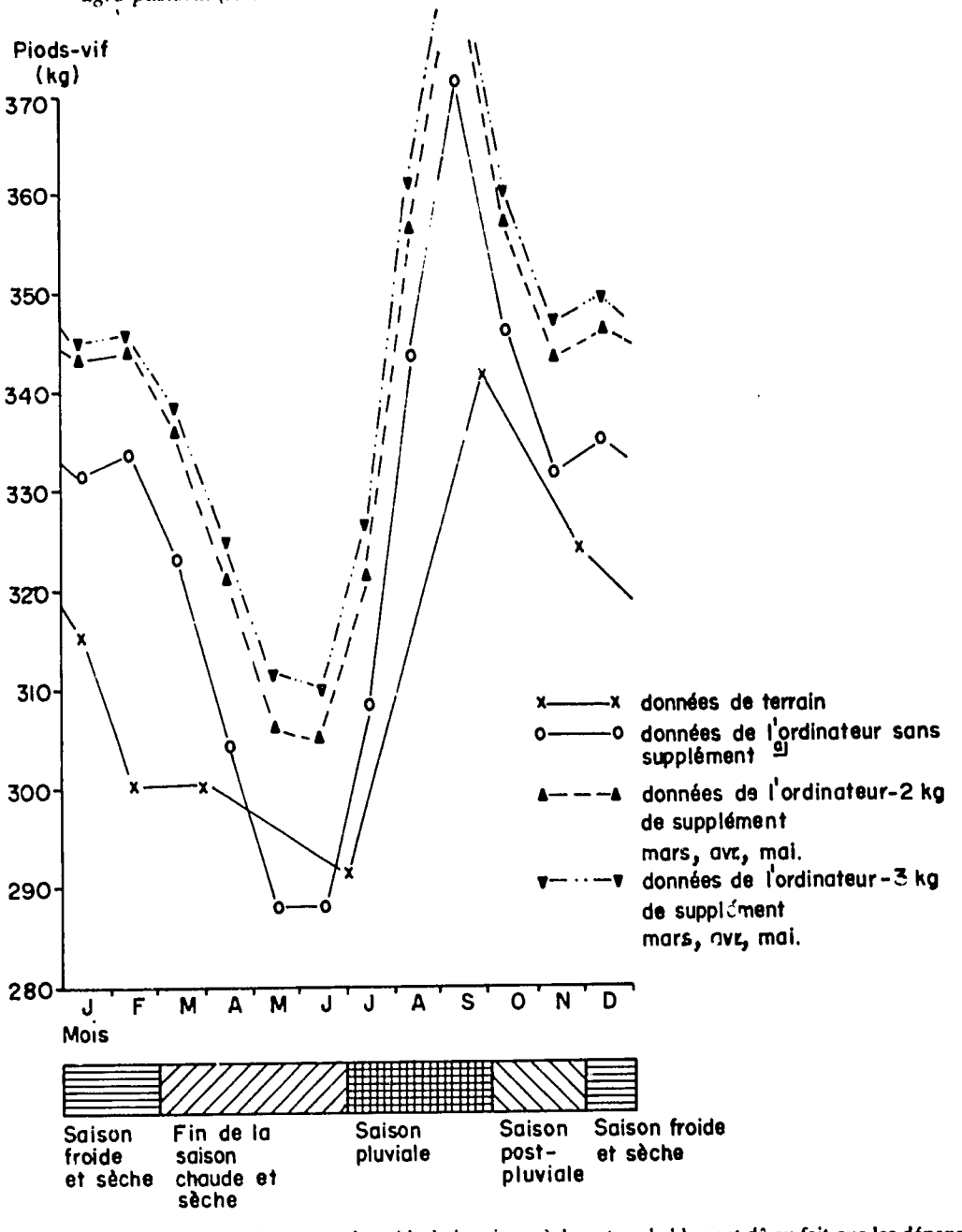
Figure 43. *Suite.*



sants). Il est presque certain, compte tenu des données utilisées pour l'analyse de l'âge du troupeau et des ventes d'animaux, que malgré les contraintes actuelles, les propriétaires de troupeaux recourent déjà à une telle stratégie. Là où cela n'est manifestement pas encore le cas, cette pratique devrait être encouragée.

On trouvera au tableau 34 les principaux paramètres de la production des petits ruminants dans les deux sous-systèmes, parallèlement à l'estimation de leur accroissement potentiel et aux modalités éventuelles de leur amélioration. Les indices relatifs au système du riz sont plus élevés à cause de l'abondance des ressources en eau et de la disponibilité de quantités substantielles de résidus de cultures pendant la saison sèche. Il est peu probable que le système du mil puisse bénéficier d'une telle situation, du moins à court ou à moyen termes. Les améliorations tendront par conséquent à être moins spectaculaires dans ce système. Pour une espèce donnée, il semble que les disparités entre les deux systèmes soient plus marquées en ce qui concerne les chèvres. Il serait donc tout à fait normal que la priorité soit donnée à cette espèce. Cependant, les possibilités d'intervention sur les différences existant entre les trou-

Figure 44. *Effets de deux niveaux de supplémentation sur les poids de boeufs de trait du système agro-pastoral (simulation sur ordinateur).*



* Le retard en ce qui concerne les pertes de poids de la saison sèche est probablement dû au fait que les dépenses d'énergie occasionnées par la traction n'ont pas été prévues.

peaux appartenant au même système de production semblent meilleures. Le premier pas à faire consiste à identifier les facteurs qui sont à la base de ces différences et à voir s'ils peuvent être généralisés.

Parmi les facteurs influant sur la productivité, la mortalité qui atteint un niveau élevé, à cause des maladies, du mode d'exploitation (pratiques de reproduction) et peut-être des contraintes nutritionnelles, est le plus important. Il conviendrait par conséquent d'entreprendre des études beaucoup plus détaillées sur les causes cliniques de la mort et de mettre en train, en faveur des troupeaux à l'étude, des programmes de vaccination contre les deux principales maladies endémiques: la pasteurellose et la peste des petits ruminants (PPR).

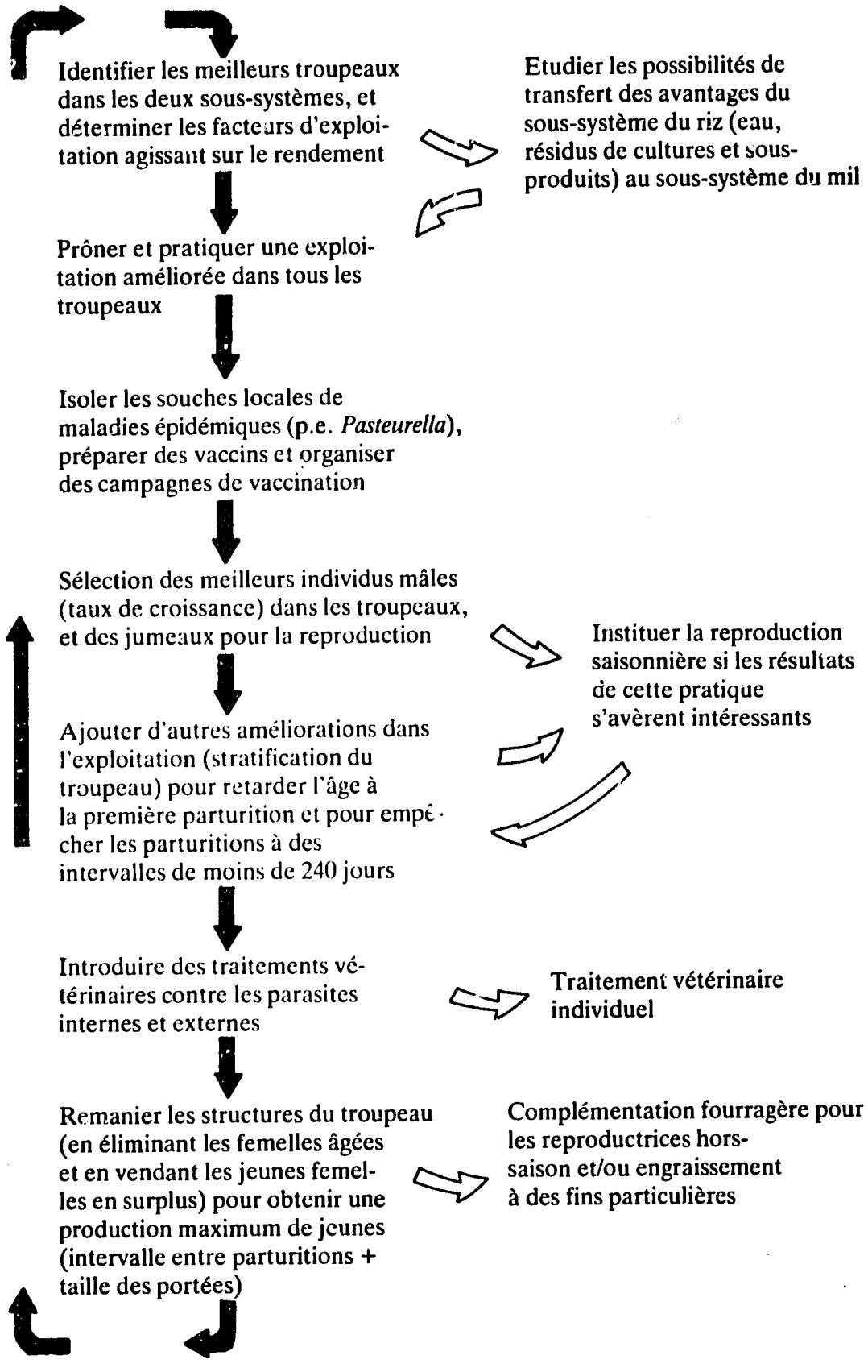
Tableau 34. *Principaux paramètres de production pour les petits ruminants dans les sous-systèmes du mil pluvial et du riz.*

Paramètres	Mil non irrigué		Riz		Potentiel estimé		Voies d'amélioration
	Ovins	Caprins	Ovins	Caprins	Ovins	Caprins	
Taille moyenne de la portée	1,05	1,19	1,09	1,23	1,15	1,40	Sélection
Intervalle de parturition	242,4	262,6	227,6	247,7	240	240	Optimisation
Age à la première parturition	471	475	471	475	550	550	Optimisation
Poids à la naissance (kg)	2,60	1,84	2,60	1,84	3	2,2	Sélection
Taux de croissance (0-150j)	74	46	104	76	125	110	Sélection
Mortalité (%) (0-sevrage)	34,8	39,1	25,8	30,1	15	20	Diagnostic
Indice I	24	13	35	24,1	45	40	Traitement et exploitation

En ce qui concerne les performances en matière de reproduction, un certain nombre de remarques peuvent être faites. Les mâles ne dépassent les femelles en nombre que légèrement à la naissance. Il faudrait peut-être se féliciter de cette situation, car en ce qui concerne la proportion des sexes, on ne peut pas faire grand chose. La portée de la première mise bas est la plus petite d'entre toutes et les différences dues au rang de la parturition sont hautement significatives. La première parturition est bien sûr un facteur déterminant la composition du troupeau; toutefois, l'amélioration des méthodes d'élevage devrait permettre de la retarder jusqu'à ce que la femelle atteigne un âge plus avancé et ait un poids plus approprié. La mortalité est certes plus élevée chez les jumeaux et leurs taux de croissance sont plus faibles. Toutefois, considérés sous l'angle de la productivité de la mère, les jumeaux sont très rentables. La sélection des animaux en vue d'obtenir des jumeaux permettrait d'accroître la production de manière substantielle, en particulier si l'on vient à bout des maladies et de la malnutrition qui entraînent la perte d'un grand nombre d'agneaux et de chevreaux. La sélection d'animaux en vue de la production de chevreaux jumeaux pourrait s'avérer fructueuse et se traduire par un accroissement notable de la productivité des caprins par rapport à celle des ovins.

Les effets des saisons, quoique statistiquement très significatifs, sont en fait moins importants que les autres facteurs analysés. Les animaux nés pendant la saison chaude et sèche reflètent une meilleure performance des mères. Celle-ci est attribuable au raccourcissement de l'intervalle entre parturitions évoqué plus haut; leur taux de survie est plus élevé entre 1 et 3 mois et leur poids peut marginalement augmenter vers la fin de la saison des pluies et immédiatement après celle-ci, période qui correspond plus ou moins au moment du sevrage. Les intervalles très courts entre parturitions vont généralement de pair avec l'augmentation de la mortalité avant le sevrage, mais pour les animaux nés à la fin de la saison chaude et sèche, cette tendance est probablement neutralisée par les effets de l'alimentation. Avec des systèmes de saillie ouverts comme ceux que l'on trouve actuellement au Mali central, il serait très difficile de contrebalancer les effets des saisons. Il faut donc se féliciter que ceux-ci ne soient pas très importants. On a essayé de recenser brièvement à la figure 45 des moyens d'intervention réalistes, fondés sur le système existant et faisant appel à l'utilisation d'intrants de faible coût et technologiquement appropriés.

Figure 45. *Moyens d'intervention pour les petits ruminants dans le système agro-pastoral.*



fécale de quatre autres bovins était mesurée par la technique de collecte totale de fèces grâce à des sacs spécialement mis au point pour des animaux pâturant librement. Au cours de la même période, deux types d'échantillons de fourrages consommés ont servi pour les déterminations de digestibilité selon les méthodes *in vitro* de Tilly et Terry (1963) et sommative de Van Soest (1965), à savoir:

- le contenu du rumen d'un bovin porteur d'une fistule placée dans cet organe. L'animal vit au sein du troupeau dans lequel il est introduit. Le rumen est manuellement vidé avant le départ au pâturage et l'échantillon prélevé après deux à trois heures de pâture selon la technique de Blancou et coll. (1977);
- un échantillon main constitué des différentes espèces et parties de plantes que l'on a vu les animaux consommer.

La digestibilité du fourrage ingéré a en outre été évaluée par deux autres voies:

a) le temps relatif passé sur chaque type d'herbage a été utilisé pour estimer les proportions des composantes du menu. La digestibilité du menu est égale à la somme des digestibilités de chaque fraction calculée à partir de sa proportion et de son coefficient d'utilisation digestive déterminé sur le plan local ou, à défaut, fourni par une documentation pertinente.

b) l'azote des fèces, utilisé comme index fécal, a permis le calcul de la digestibilité grâce aux équations publiées par Lambourne et Reardon (1963).

Les bovins observés (au total dix) ont été pesés tous les 15 jours et le reste du troupeau une fois par trimestre.

La même méthodologie d'étude avec collecte totale des fèces a été appliquée aux ovins et aux caprins. Toutefois, il n'a pas été recueilli de contenu du rumen, ou d'échantillon main à cause du comportement capricieux des petits ruminants sur pâturage. La digestibilité a été déterminée grâce aux deux dernières techniques décrites ci-dessus.

9.2. LES BOVINS

(M.S. Dicko, J. Lambourne, P.N. de Leeuw et C. de Haan)

Le comportement

La figure 46 illustre les relations entre la biomasse disponible et le comportement alimentaire des bovins. Le temps de pâture le plus court a été enregistré pendant la saison des pluies (juillet à octobre), période où le fourrage est abondant et de bonne qualité. Le temps de pâture sur les résidus du mil et la paille de riz à partir de novembre a régulièrement augmenté jusqu'en avril – juin, période caractérisée par une biomasse très réduite. Pendant la saison des pluies et la saison sèche, des corrélations négatives significatives ($r = -0,85$ et $-0,92$ respectivement) entre la biomasse du tapis herbacé et le temps de pâture ont été trouvées. L'analyse de covariance a montré que le temps de pâturage était significativement plus court pour une biomasse donnée au cours de la période juillet – octobre, caractérisée par la disponibilité de fourrage de bonne qualité.

Les distances parcourues sont en grande partie déterminées par des facteurs mésologiques tels que la disponibilité de fourrage et d'eau. Lorsque la quantité de biomasse est limitée, par exemple entre avril et juillet, les distances couvertes sont très grandes (14 km). En octobre et novembre, lorsque les eaux de surface (mares) ont tari et que les cultures de mil et de riz interdisent encore l'accès des points d'eau plus permanents, la recherche de l'eau constitue le principal motif des grands déplacements. Au cours de cette période, les troupeaux peuvent parcourir jusqu'à 20 km par jour. Même dans ce système qui n'est pas qualifié de transhumant, une partie substantielle de l'énergie totale consommée est dépensée pour la marche.

Les différences relatives aux préférences des bovins, ovins et caprins en matière de pâture figurent dans le tableau 35. Les temps consacrés à la pâture des chaumes de mil, de la paille de riz et du recrû des rizières indiquent l'importance relative des résidus agricoles dans l'alimentation, tout particulièrement des bovins du système étudié. Moutons et chèvres ont respectivement passé plus de temps sur le tapis herbacé et sur le brout que sur d'autres types de fourrages.

L'ingestion volontaire

Les chiffres relatifs à la digestibilité et à la production fécale totale ont été utilisés pour calculer la consommation totale de matière sèche (MS) d'après la relation:

$$\text{Ingestion de matière sèche} = \frac{\text{Production fécale (g/jour)} \times 100}{100 - \text{coefficient de digestibilité}}$$

Le tableau 36 présente les coefficients de digestibilité pour chaque période d'étude, obtenus par diverses méthodes d'estimation. Dans les conditions normales, les coefficients d'utilisation digestive (CUD) du fourrage ingéré doivent être plus élevés en hivernage qu'en saison sèche. Les

9. NUTRITION ANIMALE

9.1. MATERIEL ET METHODES

(M.S. Dicko)

La productivité de l'élevage analysée dans la précédente section étant directement liée à la consommation d'éléments nutritifs, on a procédé depuis 1978 à la mise au point d'une méthodologie en vue de quantifier l'ingestion des ruminants du système agro-pastoral autour de Niono. Cette ingestion basée sur l'utilisation exclusive des pâturages naturels et des terroirs à mil et à riz est de ce fait déterminée par plusieurs facteurs dont les plus importants relèvent de l'environnement et de la stratégie d'exploitation utilisée par l'éleveur. C'est pourquoi la méthodologie mise au point a consisté à voir comment étudier simultanément l'ingestion volontaire et certains facteurs mésologiques et organisationnels qui interviennent.

Cette méthodologie a été appliquée avec succès en 1979 et 1980 et a permis de réaliser plusieurs objectifs, à savoir:

- la quantification des niveaux de nutrition par des études de l'ingestion volontaire des ruminants aux pâturages;
- la détermination des corrélations entre ingestion et divers facteurs mésologiques et organisationnels qui l'influencent;
- l'étude de l'incidence des variations saisonnières sur la nutrition;
- l'évaluation de la productivité.

Ces résultats permettraient une détermination de la gravité et de la durée des crises d'ordre nutritionnel et une identification d'interventions réalistes susceptibles d'améliorer la nutrition animale à l'intérieur du système.

Matériel

Les études ont été réalisées sur des troupeaux de ruminants: bovins (90 têtes) et ovins-caprins (110 têtes) également utilisés dans l'analyse de la productivité. Ces animaux appartiennent à des agriculteurs mais sont confiés à des pasteurs traditionnels qui les gèrent selon un mode semi-sédentaire pour les bovins et sédentaire pour les ovins-caprins.

Les bovins exploitent en saison des pluies (juillet à octobre) les pâturages naturels (type sud-sahélien) dont le tapis herbacé, essentiellement constitué de plantes annuelles, est dominé par *Schoenefeldia gracilis* et *Loudetia togoensis* pour les graminées et *Zornia glochidiata* pour les légumineuses. Les arbres et arbustes fourragers les plus représentés sont *Pterocarpus lucens* et *Acacia* spp. En novembre et décembre, les animaux vont sur les champs de mil où ils consomment les chaumes. De janvier à avril, on les retrouve sur les rizières du périmètre irrigué de l'Office du Niger, qu'ils pâturent complètement avant de retourner aux champs de mil et aux jachères où ils attendent les pluies de juillet.

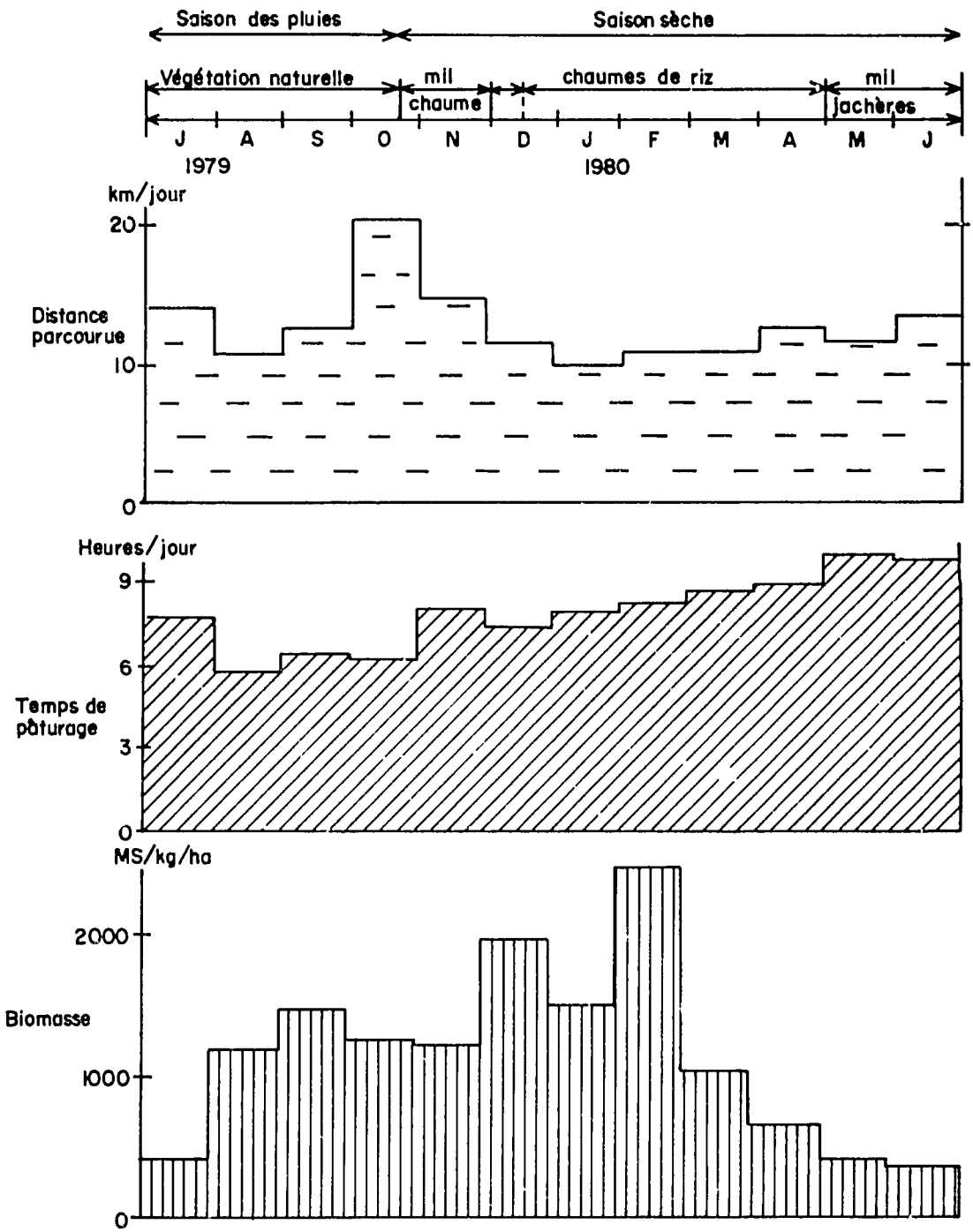
A la différence des bovins, les ovins et les caprins étudiés ne séjournent pas sur les divers pâturages qu'ils exploitent. Ils y vont paître le matin et retournent le soir chez leurs propriétaires. Les pâturages naturels et les terroirs à mil constituent l'essentiel de leurs parcours. Ils pâturent de rares fois les abords du périmètre irrigué.

Méthodes

Les méthodes utilisées ont été décrites de manière détaillée par Dicko (1980). La phase d'étude porte sur les douze mois de l'année pour permettre une évaluation des différents types de pâturages et une connaissance plus exhaustive des modifications bioclimatiques.

Chaque mois, sur une période de cinq jours consécutifs, le comportement (observations des activités et du comportement alimentaire) de quatre bovins a été enregistré toutes les 15 minutes, jour et nuit. Simultanément, la production

Figure 46. *Relation entre la biomasse disponible et le comportement alimentaire.*



différentes méthodes d'estimation, hormis celle de Van Soest, ont toutes fourni des résultats conformes à cette attente. De ce fait, les données de la voie Van Soest n'ont pas été prises en compte dans le calcul de la moyenne utilisée (moyenne de la voie a et des autres voies biochimiques b + c + d) dans les estimations subséquentes de consommation.

Les CUD déterminés sur échantillons du rumen se sont révélés généralement plus faibles que les autres. Ce qui précède pourrait s'expliquer par une prédigestion du fourrage ingéré avant le prélèvement de l'échantillon du rumen.

Dans l'ensemble, on note l'existence d'une relation inverse entre la production fécale et la digestibilité du fourrage. Il convient de souligner

Tableau 35. *Estimation du temps annuel que les ruminants consacrent à la pâture des différents types de fourrage.*

	Bovins		Moutons		Chèvres	
	Heures	%	Heures	%	Heures	%
Temps total de pâture	2883	100	1948	100	2051	100
Passé sur arbustes fourragers	115	4	669	34	1791	87
Passé sur tapis herbacé	1519	53	1142	59	215	11
Passé sur chaumes de mil	179	6	135	7	45	2
Passe sur chaumes de riz et recrû	1070	37	2	—	—	—

que des coefficients de variation très acceptables (C.V. de 2 à 9%) ont été trouvés pour les productions fécales des bovins sous contrôle lorsque la quantité de biomasse disponible ne constituait pas un facteur limitant (août – février). Mais lorsque la quantité de biomasse devient limitée, le C.V. augmente considérablement (10 – 18%) et les comportements alimentaires des animaux commencent à jouer un rôle plus important.

Les ingestions volontaires pour les différentes périodes d'étude sont rapportées au tableau 37. L'ingestion moyenne est de 6,32 kg, soit 2,6% du poids vif moyen des bovins. Le niveau le plus élevé d'ingestion se situe en juin et juillet (début d'hivernage) avec respectivement 3,1 et 3,8 kg de MS/100 kg de PV. Cette période est favorable à une croissance compensatrice car certaines conditions qui accélèrent le débit de vidange du rumen et poussent par conséquent l'animal à manger davantage se trouvent réunies.

Tableau 36. *Variations saisonnières des coefficients de digestibilité du fourrage consommé selon différentes techniques d'estimation.*

Période d'étude	Méthode de moyenne pondérée (a)	Indice d'azote fécal (b)	Tilly et Terry		Van Soest	
			Echant. main (c)	Contenu rumen (d)	Echant. main (e)	Contenu rumen (f)
Août	72	63	66	64	61	46
Septembre	66	67	54	51	NS	NS
Octobre	51	54	40	39	45	41
Novembre	50	53	52	38	53	43
Décembre	55	55	52	56	60	50
Janvier	52	51	54	52	61	47
Février	54	52	54	49	59	53
Mars	49	51	51	44	60	57
Avril	46	51	54	56	60	58
Mai	44	51	50	50	46	51
Juin	52	50	57	46	55	50
Juillet	60	54	71	68	63	61
Moyenne	54,2	54,3	54,5	51,1	56,6	50,6

Tableau 37. *Poids vif des bovins, digestibilité et ingestion volontaire.*

Période d'étude	Types de pâturages	PV moyen (kg)	CUD fourrage %	MSVI/j (g)	MSVI/100 kg PV (kg)	MSVI/kg $P^{0,75}$ (g)
Août	Pât. naturels	237	68,1	5921	2,5	98
Sept.	"	258	61,5	6916	2,7	107
Oct.	"	266	47,5	5455	2	83
Nov.	Champs (mil)	261	48,9	6203	2,3	95
Déc.	Jachères (riz)	244	54,7	6960	2,8	111
Janv.	Rizières	251	52,2	6439	2,5	102
Février	"	248	52,8	6436	2,6	103
Mars	"	249	48,9	4612	1,8	73
Avril	"	237	50	5416	2,3	89
Mai	"	227	47,1	5550	2,4	95
Juin	Rizières préirriguées	224	51,4	7049	3,1	122
Juillet	Pât. naturels	230	62,2	8888	3,8	150

PV = poids vif

CUD = coefficient d'utilisation digestive

MSVI/j = matière sèche volontairement ingérée par jour

Il s'agit notamment:

- de la qualité du fourrage ingéré (tendre et très digeste);
- de l'intense activité de la population microbienne (stimulée par la richesse de la ration en glucides fermentescibles et en azote); et
- de l'état du rumen (peu encombré).

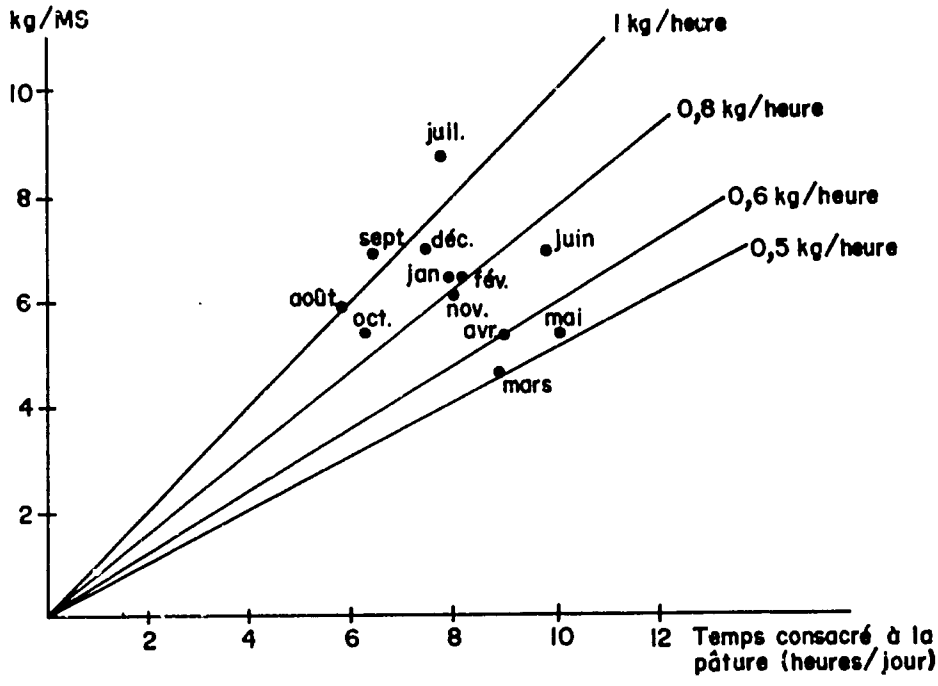
En août et septembre le niveau d'ingestion baisse par rapport à celui des deux mois précédents: 2,5 et 2,7%. Cette tendance se prolonge en octobre et novembre avec 2 et 2,3%. Durant les premiers mois d'exploitation des rizières (décembre à février), le niveau d'ingestion s'améliore quantitativement (2,5 – 2,8%) et qualitativement (CUD variant de 52 à 55%) à cause de la consommation de recrû. De mars à mai, l'ingestion volontaire baisse considérablement: 1,8 à 2,4%.

Une corrélation significative (r › 0,83) a été trouvée entre poids vif et consommation durant toutes les périodes d'étude, hormis celle de mai à juillet. Durant cette dernière phase de l'étude caractérisée par un disponible fourrager insuffisant (biomasse 400 kg/ha) mais de qualité supérieure à celle du fourrage de la période sèche précédente, on constate que l'ingestion volontaire augmente avec de grands écarts entre individus: 0,4 à 0,8% du PV au taux de sécurité de 95% contre 0,06 à 0,3% pour le reste de l'année.

Les relations entre ingestion volontaire et temps respectifs consacrés à la pâture montrent sur la figure 47 que la consommation est d'environ 1 kg de MS/heure pendant la saison des pluies; elle passe à 0,8 kg/heure en début de saison sèche et n'est plus que de 0,5 à 0,6 kg/h en fin de saison sèche. Les résultats légèrement supérieurs constatés en décembre et juin semblent être liés à l'amélioration de la qualité des pâturages (jachères de riz et rizières préirriguées). Les analyses de régressions linéaires et multiples ont montré que la teneur en protéines du fourrage (N x 6,25) a beaucoup plus d'influence sur la consommation de MS (r = 0,68) que la digestibilité du fourrage prise séparément (r = 0,48).

L'ingestion volontaire du bétail sur pâturage sahélien a été l'objet de peu d'investigations dans les pays du CILSS. Présentement, elle constitue une des préoccupations du L.N.E.R.V. de Dakar où Guérin et coll. (1980) trouvent avec des bovins une consommation de 2% sur pâturages sahéliens en saison sèche et froide. Ce résultat rejoint celui qu'on a trouvé sensiblement à la même période pour le même type de pâturage (cf. période octobre, tableau 38).

En zone tropicale humide au Nigéria, Oyenuga et coll. (1975) ont relevé des ingestions



de 2,3 – 2,5%. En Rhodésie, zone soudanienne, Elliot et Fokkema (1961) ont trouvé 1,5 – 1,9%, tandis que l'APRU avance pour le Botswana, en zone semi aride, 1,5 à 2,1 kg pour 100 kg de PV. On constate que les chiffres relatifs à l'ingestion volontaire moyenne dans cette étude sont plus élevés que ceux applicables à d'autres zones écologiques d'Afrique. Cette disparité pourrait s'expliquer par:

a) les différences entre les méthodes d'appréciation des paramètres permettant le calcul de l'ingestion (collecte totale des fèces contre technique directe utilisant l'oxyde de chrome; voies différentes de détermination de la digestibilité du fourrage).

b) les mouvements des bovins de ce système qui ne restent pas toute l'année sur le même type de parcours. Ils se déplacent à la recherche des meilleurs pâturages et essaient donc toujours de se placer dans une situation alimentaire favorable. Ce qui n'est pas le cas des études citées où c'est toujours le même pâturage qui est évalué.

La productivité

Les schémas annuels des variations du poids vif et de la valeur nutritive de l'ingestion volontaire figurent dans le tableau 37 bis. En début de saison sèche (octobre à décembre), les bovins perdent du poids pendant leur séjour sur les champs de mil. Cette fonte pondérale s'estompe avec leur passage dans les rizières où ils parviennent à se maintenir durant les trois premiers mois d'exploitation, puis ils reperdent du poids le reste de la saison (mars à mai). En juin, la consommation de recrû, du fait de la préirrigation des casiers rizicoles, favorise le redémarrage de la croissance. Ce gain de poids s'intensifie avec l'exploitation des pâturages naturels au point de dépasser le kilogramme par jour au plus fort de la saison des pluies (juillet – août).

L'analyse de régression des changements de poids a permis d'établir une corrélation de 0,86 avec les matières sèches ingérées digestibles (MSID) et de 0,87 avec les matières azotées digestibles (MAS) ainsi qu'une corrélation multiple de 0,89 avec les MSID et les MAD, ce qui montre l'incidence de l'apport d'azote sur la productivité.

Une corrélation significative (r = 0,90) a été également trouvée entre les changements de poids vif et les teneurs des rations en matières azotées totales (MAT). L'équation de régression indique qu'il faut un taux de 8,68% pour la ration d'entretien, ce qui est comparable au taux de 8,5% recommandé par la NAS (1976) pour des bouvillons *Bos taurus* de 250 kg. Les relations entre productivité et MAD indiquent un besoin de 5,6 g de MAD/kg $P^{0,75}$ pour l'entretien, ce qui dépasse de 81% le minimum requis par la NAS (1976): 3,2 g de MAD/kg $P^{0,75}$. Les besoins énergétiques au titre des activités qui s'ajoutent aux

Tableau 37 bis. *Changement de poids vif et valeur nutritive de l'ingestion volontaire.*

Période	Changement de poids vif (kg/j)	MSID (kg/j)	MAT (g/j)	Teneur MAT dans la ration (%)	MAD (g/j)	MAD/kg $P^{0,75}$ (g/kg $P^{0,75}$)	EMI (MJ/j)
A	+0,750	4032	980	16,55	746	12,35	57,09
S	+0,285	3810	1007	14,56	631	9,75	60,37
O	−0,138	2591	477	8,74	213	3,25	35,81
N	−0,518	3033	538	8,69	240	3,69	42,98
D	+0,129	3807	526	7,56	176	2,82	49,17
J	−0,129	3361	487	7,56	229	3,66	43,39
F	+0,080	3399	684	10,63	390	6,24	44,92
M	−0,342	2955	360	7,81	176	2,80	29,95
A	−0,322	2708	341	6,31	127	2,10	35,46
M	−0,120	2614	475	8,56	253	4,32	34,04
J	+0,150	3623	586	8,31	348	6,01	48,32
J	+1,147	5528	2094	23,56	1434	24,28	70,72

MSID = matières sèches ingérées digestibles.
MAT = matières azotées totales = N ration × 625.
MAD = matières azotées digestibles = MAT ration − MAT fèces.
EMI = énergie métabolisable ingérée.
$P^{0,75}$ = Poids métabolique.

besoins de base pour donner les besoins pour l'entretien sont loin d'être négligeables dans ce système, vu les grandes distances que les animaux parcourent quotidiennement pour s'alimenter et s'abreuver.

Les consommations d'énergie métabolisable (EMI) ont été estimées à partir d'une formule INRA (1978) qui donne la valeur énergétique du fourrage consommé:

EB kcal/kg MO = 4543 + 2,0113 MAT ± 32,8

et en supposant que la métabolisabilité de l'énergie digérée est de 0,81 (MAFF 1975). La régression linéaire du changement de poids vif avec l'énergie métabolisable ingérée a donné:

Changement poids vif (kg/j) =

0,034 EMI (MJ/j) - 1,513 $\quad r = 0,88$

ce qui indique une dépense totale d'énergie de 44,5 MJ pour l'entretien. Si on ôte de l'EMI la quantité nécessaire pour le métabolisme de base estimée grâce à la relation:

$$EM \text{ (métabolisme de base) (MJ)} = \frac{0,334 \cdot P^{0,75}}{0,55 + 0,24q}$$

avec $0,334 \cdot P^{0,75}$ = énergie nette d'entretien (NAS 1978) et 0,55 + 0,249 = km = coefficient de conversion de l'énergie métabolisable en énergie nette, avec q = digestibilité du fourrage (MAFF 1975), la régression changement poids vif et énergie métabolisable pour les activités et la production donne:

Changement de poids vif (kg/j) =

$0,034 \cdot EM_{(A+P)} - 0,45$; $r = 0,91$

De cette équation on déduit que dans cet environnement, la dépense supplémentaire d'énergie effectuée par les animaux au titre des activités est en moyenne de 13,2 MJ/j soit 42% en plus des besoins énergétiques minimums d'entretien. Dans le détail on trouve que l'accroissement de la dépense énergétique d'entretien au pâturage varie de 27% en saison des pluies dans le cas où l'herbe est abondante et de bonne qualité à 79% en saison sèche quand l'herbe devient rare et les distances parcourues plus grandes. Ces résultats rejoignent ceux de Langlands et coll. (1963) et de Young et Corbett (1972).

9.3. LES OVINS ET LES CAPRINS
(M.S. Dicko)

Le troupeau étudié était composé d'ovins et de caprins gardés ensemble toute l'année dans un village situé près de Niono. La méthodologie d'étude qui est fondamentalement la même que celle utilisée pour les bovins a été décrite à la section 9.1. Toutefois, la digestibilité rapportée ici est celle de la méthode sommative des digestibilités pondérées des différentes catégories

de fourrages composant le menu, les résultats d'analyses de laboratoire permettant les calculs des digestibilités selon la technique Lambourne – Reardon, ne nous étant par parvenus au moment de la rédaction de ce chapitre.

Le comportement

En ce qui concerne la pâture, les circuits suivis par ces petits ruminants étaient différents de ceux des bovins. Ils n'utilisaient guère les rizières et passaient presque tout leur temps sur les pâturages naturels et les terroirs à mil. Cette différence se reflète dans la ration qui ne comporte qu'une faible proportion d'herbages apparentés aux cultures (tableau 35). La différence entre les préférences alimentaires des ovins et caprins est frappante: alors que l'alimentation des moutons est constituée à 59% par l'herbage des terrains de parcours, celle des chèvres provient presque exclusivement (87%) des ligneux fourragers. Cette différence constitue la cause essentielle des disparités relatives à la digestibilité du fourrage ingéré par les deux espèces. En effet, l'herbage consommé par les moutons pendant la saison des pluies est de bonne qualité et sa digestibilité est supérieure à celle du brout ingéré par les chèvres. Toutefois, on assiste à la situation inverse pendant la saison sèche, période où le brout est de bonne qualité et où l'herbage est pauvre et desséché (tableau 38).

Il apparaît que les fluctuations mensuelles des temps de présence sur pâturages (tableau 39) sont moins prononcées que celles observées chez les bovins. Ce phénomène s'explique par le fait que le berger des petits ruminants est obligé de rentrer au campement avant la tombée de la nuit pour permettre au propriétaire d'abreuver les animaux et de traire les femelles. Le bouvier à qui le lait revient entièrement n'a par contre aucune contrainte à ce point de vue et traîne sur les pâturages autant qu'il le désire pour mieux alimenter les bovins.

Tout comme les bovins, les petits ruminants et notamment les ovins semblent adapter leur comportement alimentaire à l'environnement. Les temps consacrés par les ovins à la pâture sont plus limités en hivernage (4-5 heures, lorsque le fourrage est abondant et de bonne qualité) qu'en saison sèche où l'on constate une augmentation des niveaux de ce paramètre (5 – 6 heures) avec la réduction du disponible herbacé. Cette tendance est beaucoup moins marquée chez les caprins qui utilisent essentiellement les fourrages ligneux disponibles pendant toute la saison sèche grâce aux pratiques d'émondage.

Il est intéressant de noter que même regroupés au sein du même troupeau, les ovins et les caprins (tableau 39) suivent des schémas de déplacements différents. On constate que les caprins sont plus mobiles en hivernage et au début de la saison sèche (août à février) que les ovins. Ce phénomène s'explique par le fait que les chèvres passent d'un arbuste à l'autre à la recherche de leur nourriture favorite alors que les moutons ont sous leurs pieds de l'herbe à profusion. On assiste à la situation inverse de mars à juillet, période où les caprins montent sur les branchages pour trouver à manger tandis que les ovins parcourent de grandes distances à la recherche d'une herbe qui se fait rare.

L'ingestion volontaire

Le tableau 38 présente les données relatives au poids vif, à la digestibilité et à l'ingestion volontaire chez les ovins et les caprins. On trouve, lorsque l'on considère l'ensemble de la période d'étude, des niveaux moyens d'ingestion équivalents chez les ovins (2,57 kg/100 kg PV) et les caprins (2,50 kg/100 kg PV). Une valeur sensiblement égale (2,6%) a été trouvée pour les bovins du même système (9.2.).

Les calculs des limites d'intervalles de confiance au taux de sécurité de 95% ne révèlent pas de différences significatives entre l'ingestion des ovins et des caprins pour les diverses périodes considérées, hormis celle d'août et de septembre. Durant ces deux mois de saison des pluies, le niveau d'ingestion des ovins est d'environ un tiers supérieur à celui des caprins et les gains de poids vifs de juillet à septembre sont respectivement de + 9% et + 5%. Par contre en saison sèche, les caprins se maintiennent ou enregistrent même un certain gain de poids tandis que les ovins, après s'être maintenus durant la première moitié de la saison, perdent du poids de mars à juillet. L'amélioration de la teneur calorico-protéique des ligneux fourragers consommés à cette époque par les caprins serait à l'origine de cette différence de performance. Ce phénomène serait d'autant plus vrai que la MSVI des ovins est généralement supérieure à celle des caprins. Le manque d'échantillons de fourrage consommé ne permet malheureusement pas d'avancer des valeurs nutritives de l'ingestible comme nous l'avons fait pour l'étude sur les bovins.

Les données sur l'ingestion volontaire des petits ruminants sur pâturages des zones semi-arides tropicales d'Afrique sont encore plus rares. Malgré leur important effectif: 112,8 millions de têtes (R.T. Wilson, 1981), peu de travaux ont été

Tableau 38. *Poids des ovins et caprins, digestibilité et ingestion volontaire.*

Période d'étude	Poids vif (kg)		Digestibilité (%)		MSVI/j (g)		MSVI par 100 kg PV (kg)		MSVI kg $P^{0,75}$ (g)	
	Ovins	Caprins	Ovins	Caprins	Ovins	Caprins	Ovins	Caprins	Ovins	Caprins
Janvier	49	33	54	54	1039	765	2,1	2,3	55	55
Février	52	37	53	54	1491	1206	2,8	3,3	76	81
Mars	51	38	50	55	1658	1101	3,2	2,9	87	70
Avril	50	38	50	53	1459	1214	2,9	3,1	78	81
Mai	48	36	50	54	1295	781	2,6	2,2	70	54
Juin	47	36	52	56	1298	946	2,8	2,5	73	63
Juillet	44	38	64	61	1093	916	2,4	2,3	62	58
Août	47	39	71	61	1519	860	3,2	2,2	83	57
Septembre	48	40	66	58	1125	641	2,3	1,6	61	40
Octobre	48	40	51	54	824	810	1,7	2,1	45	50
Novembre	52	40	52	54	1150	1074	2,2	2,6	58	66
Décembre	51	42	52	55	1399	1088	2,7	2,6	73	66

MSVI = matière sèche volontairement ingérée.

Tableau 39. *Comportement alimentaire d'un troupeau d'ovins et de caprins.*

Période d'étude	Temps de présence sur pâturages (heures)	Temps de pâture		Distances parcourues	
		Ovins (heures)	Caprins (heures)	Ovins (km)	Caprins (km)
Janvier	7,80	5,51	6,18	14	15,8
Février	7,95	5,60	6,08	12,5	12
Mars	7,75	5,27	5,49	12,9	14,4
Avril	6,85	5,45	5,51	13,2	12,2
Mai	7,15	6,20	5,95	14	11,7
Juin	7,30	6	6,13	13,3	11,3
Juillet	7,05	6,16	5,79	14,8	12,3
Août	6,75	5,22	5,46	8	8,9
Septembre	6,45	3,96	4,65	5,4	6,1
Octobre	6,45	4,50	5,14	6,3	7,8
Novembre	6,50	4,91	5,48	10,4	11,6
Décembre	6,10	4,93	5,40	8,6	10,6

consacrés à leur nutrition; ce paradoxe tient probablement au fait que leur alimentation dans ces éco-systèmes pose moins de problèmes que celle des bovins.

9.4. LES SOUS-PRODUITS AGRO-INDUSTRIELS

(M.S. Dicko)

Les sous-produits agro-industriels provenant d'unités d'égrenage de coton, d'huileries, de sucreries, de rizeries et d'abattoirs constituent pour la plupart d'excellents aliments susceptibles d'être valorisés par le bétail monogastrique ou polygastrique. La recherche zootechnique au Mali a fortement contribué à les faire connaître du monde éleveur mais l'inexistence de contrôles réguliers des quantités disponibles, l'absence de politique d'utilisation, de même que la non-intervention de l'Etat dans la fixation et dans la stabilisation des prix de ces sous-produits constituent autant de lacunes qui limitent leur vulgarisation.

Cette étude préliminaire a pour objectif de déterminer le disponible et son devenir au niveau du producteur.

Le tableau 40 donne les résultats de la production 1978 – 79 des sous-produits du riz, de la canne à sucre, des graines oléagineuses (arachide et coton) et des abattoirs. Les productions potentielles si toutes les usines fonctionnaient à plein rendement y figurent également. En gros, les produits étudiés font au total 116 000 tonnes de matière sèche, soit 58% du potentiel.

L'évolution des productions de 1974 à 1979 n'a pas toujours été conforme aux prévisions dont le taux annuel d'accroissement était fixé à 10% (Traoré 1973). Le tableau 41 qui en donne le détail indique que les productions de graines de coton et de mélasse ont été assez stables et qu'elles ont même légèrement augmenté, que celles des issues de riz et des tourteaux d'arachide ont considérablement fluctué et que les quantités de tourteaux de coton et de déchets d'abattoirs ont constamment diminué. Il faudrait chercher les principales causes de ces fluctuations dans les variations relatives aux quantités de matières brutes traitées qui subissent les caprices du climat, dans l'existence d'un marché parallèle plus rémunérateur pour l'agriculteur et dans les problèmes de fonctionnement que connaissent certaines usines.

Ce bref historique de l'évolution des productions montre combien il est difficile de prédire à long terme les volumes de ces sous-produits. Il faudrait procéder à des évaluations fréquentes des quantités disponibles et des types d'utilisation à des fins autres que l'alimentation des animaux. Dans certains cas l'exportation, la fabrication d'alcool et de vinaigre ou l'utilisation comme combustible pourraient se révéler plus profitables.

Les utilisations actuelles de chacun de ces sous-produits sont nombreuses et variées. Les issues de riz et les déchets des abattoirs sont pres-

Tableau 40. *Productions réelle et potentielle et valeur alimentaire des sous-produits agro-industriels au Mali.*

Produit	Production réelle			Production potentielle		
	MS (t)	UF (milliers)	MAD (t)	MS (t)	UF (milliers)	MAD (t)
1. Riz						
Son	2 323	627	77	8 043	2 172	260
Farine basse	3 405	3 405	319	8 256	8 256	776
2. Canne à sucre						
Sommités vertes	23 700	13 035	497	26 958	14 827	566
Mélasse	6 225	6 474	56	7 080	7 364	64
3. Graines oléagineuses						
Graines de coton	60 888	63 932	5 845	109 504	114 479	10 512
Tourteaux de coton	3 000[a]	2 526	1 152	6 918	5 811	2 650
Tourteaux d'arachide	15 974	15 175	5 925	33 084	31 429	12 274
4. Déchets d'abattoirs[a]						
Poudre de viande	23	26	12	56	62	29
Farine de sang	0,8	0,9	0,6	70	78	57
Poudre d'os	20	—	—	295	—	—
Total	115 558,8	105 200,9	13 883,6	200 264	184 978	27 188

[a] Productions 1978; celles de 1979 n'étaient pas disponibles au moment de l'enquête.

que entièrement consommés par le bétail national, et sur ce plan, l'offre demeure nettement inférieure à la demande. Les sous-produits du sucre par contre ne sont généralement pas utilisés: les sommités vertes des cannes sont brûlées pour faciliter la récolte, tandis que 90% de la mélasse sont soit jetés, soit utilisés dans la construction de routes, 8% étant consacrés à l'alimentation du bétail et les 2% restants entrant dans la fabrication d'alcool. Le faible niveau de commercialisation de la mélasse découle du manque d'aménagements pour l'emmagasinage et des difficultés relatives à l'emballage et au transport. Dans le cas des graines de coton cependant, 23% de la production sont utilisés pour nourrir le bétail ou sous forme de semences, tandis que 48% et

Tableau 41. *Fluctuation des production[s] de sous-produits (en %) par rapport à la production d'une année type.*

Sous-produits	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Graines de coton	100	60	105	116	115	126
Issues de riz	—	100	83	115	93	113
Déchets d'abattoirs	—	100	97	86	83	—
Mélasse	—	—	100	145	155	144
Tourteaux d'arachide	—	—	100	129	78	115
Tourteaux de coton	—	—	100	85	45	—

18% sont respectivement exportés par des sociétés d'Etat et des entreprises privées, les 11% restants entrant dans la fabrication d'huile. Plus de 90% des tourteaux de coton et d'arachide sont exportés.

L'irrégularité de la production, l'insuffisance des quantités disponibles sur le marché national, et les multiples usages auxquels se prêtent les sous-produits, conjugués avec les nombreux problèmes logistiques que posent leur transport aux propriétaires de bétail réduisent considérablement les possibilités d'améliorer la nutrition animale par ce moyen. Il faudra par conséquent mettre l'accent sur la seconde option, à savoir la culture de légumineuses fourragères. Ce sujet est traité dans la section suivante.

10. LE SOUS-SYSTEME DU MIL

10.1. ORGANISATION SOCIALE ET PRODUCTION AGRICOLE A L'ECHELON VILLAGEOIS

(C. Toulmin et D. Fulton)

10.1.1. Introduction

Depuis mai 1980, le sous-système du mil est l'objet d'études dans un groupe de villages situés entre 75 et 90 km au sud-ouest de Niono. Ces recherches devraient permettre de rassembler des données sur (i) les modes d'utilisation des terres et la distribution de la main-d'oeuvre entre l'agriculture et l'élevage, (ii) la productivité des terres, de la main-d'oeuvre et du bétail dans le système actuel, et (iii) les facteurs sociaux déterminant les stratégies de production.

L'environnement des systèmes de production se caractérise par un fort coefficient de risque. La recherche sur l'aspect social et économique du système s'efforce par conséquent d'expliquer et de quantifier les réactions des ménages et des collectivités face à un tel environnement. L'organisation sociale de la production, la structure de la distribution, des échanges et de la consommation, l'opinion des producteurs sur le système, sur leur rôle dans celui-ci et finalement sur la dynamique du système, y compris les changements cycliques et linéaires, constituent les thèmes essentiels des études entreprises.

La région étudiée s'étend vers la limite nord de la zone à vocation agricole; elle présente plusieurs caractéristiques des régions de transition entre l'agriculture et le pastoralisme qui se manifestent notamment à travers une population de faible densité et un habitat dont la dispersion s'explique essentiellement par la rareté de l'eau (pluviosité annuelle d'environ 500 mm seulement) plutôt que par le manque de terres. Il existe trois sortes d'établissements humains dans la région: (i) ceux qui disposent d'assez d'eau pour attirer des visiteurs et leurs troupeaux sur leurs champs pendant la saison sèche; (ii) ceux qui arrivent tout juste à satisfaire leurs propres besoins en eau; et (iii) ceux qui sont forcés d'envoyer leurs troupeaux ailleurs en saison sèche à cause du manque d'eau.

Dans la région étudiée, la terre ne constitue pas pour l'instant un facteur limitant. Toutefois, il est évident qu'une pression croissante s'exerce sur les ressources en terres et en eau et que la compétition entre les groupes et à l'intérieur des groupes locaux ira s'intensifiant. La zone cultivée s'agrandit par suite de l'augmentation de la population qui croît actuellement à un taux annuel d'environ 2,5%, de l'expansion des cultures qui découle de la reconversion de groupes primitivement pastoraux, et de la récente introduction de la charrue à bovins. Le taux d'immigration saisonnière et permanente d'agriculteurs du sud et de l'est attirés par les terres plus fertiles et à l'abri des oiseaux que l'on trouve à proximité des zones irriguées est impressionnant. On note par ailleurs l'existence de conflits au sujet des pâturages de saison des pluies et de l'eau entre les sédentaires ou les groupes à faible rayon de transhumance et les nomades purs. Toutefois, on peut dire que les différends naissent essentiellement des dommages causés aux cultures par les troupeaux transhumants.

10.1.2. Echantillonnage et rassemblement de données

Les recherches couvrent un échantillon à 100% de cinq villages (A, B, C, D et E), et deux hameaux de saison des pluies (a et b). Les détails relatifs aux échantillons et les données recueillies figurent dans les tableaux 42 et 43. Les villages représentent les trois sortes d'établissements humains précédemment évoqués et varient du type A, doté de ressources en eau suffisamment abondantes pour permettre de forer à 15-20 m un réseau de puits privés, au type E, dont les res-

Tableau 42. *Echantillon étudié: collectivités et populations humaines et animales.*

N° de l'échantillon	Groupe	Emplacement	Nbre de ménages	Popul. totale	Bétail Bovins	Bétail Ovins/caprins	Agric.*
1	Bambara	Villages A, B	51	640	900-1000	1000-1100	(i) (ii) (iii)
2	Bambara	Villages C, D, E	30	500	700-800	900-1000	(i) (ii) (iii)
3	Peuhl (pasteurs sous contrat)	Villages A, E	10	50	40-50	300-400	(i)
4	Peuhl (transhumants)	Hameaux a, b Village B	8	120	600-650	—	(ii)
5	Bambara	Taille et détails supplémentaires à déterminer					

* Agriculture: (i) champs permanents fertilisés au fumier, mil précoce/niébé,
(ii) cultures itinérantes en brousse, mil tardif/niébé, arachides;
(iii) cultures secondaires, notamment fonio, voandzou, maïs, sorgho et tomates (souvent réservées aux femmes).

sources en eau arrivent à peine à satisfaire les besoins des ménages en saison sèche.

Les recherches pendant la première année (mai 1980 – avril 1981) ont essentiellement porté sur l'étude intensive d'un échantillon (1) de 50 familles dans les villages A et B du système sédentaire Bambara. Pour les besoins de la comparaison, l'étude a été étendue à un deuxième échantillon Bambara (2) dans les villages C, D et E. Un autre échantillon (3) de ménages de Peuhls éleveurs exploitant sous contrat des bovins appartenant à des Bambaras a été couvert par l'étude, étant donné que ces ménages font partie du même système agro-pastoral.

Tableau 43. *Types de données et méthodes de collecte.*

Types de données	Méthode de collecte	Fréquence	Echantillon (n°)
Main-d'oeuvre et budget	Couverture par interview/ questionnaire	Quotidienne/ hebdomadaire	1
Main-d'oeuvre et budget	Couverture par interview/ questionnaire	Hebdomadaire/ bi-mensuelle	3
Budget	Interview	Mensuelle/semestrielle	1,3,4
Elevage:			
Détention	Recensement	Annuelle	1,2,3
Naissances, décès, pertes	Recensement	Tous les 2 mois	1,3,4
Ventes, achats	—	—	—
Production et vente de lait	Observation/interview	Bi-mensuelle	1,3,4
Mouvements du pâturage	Observation/interview	Bi-mensuelle	1,3,4
Agriculture:			
Exploitation des champs (fumure incluse)	Observation (documents de terrain)	Hebdomadaire/ 2 fois par semaine	—
Superficies cultivées	Mesure	Annuelle	1,3,4
Productions	Mesure/estimation	Annuelle	1,2,3,4
Nutrition (humaine)	Questionnaire/interview.	Bi-mensuelle	1,3
Histoire familiale, comportement, etc.	Interview informelle	Continuelle	1,2,3,4

D'autres groupes agro-pastoraux, comme les Peuhls et les Maures transhumant sur de courtes distances, n'ont été couverts pendant la première année que lorsque leurs activités empiétaient sur celles de l'échantillon étudié. Au cours de la deuxième année, on prévoit d'étendre l'étude à un petit échantillon (4) de Peuhls transhumants qui passent la saison sèche autour de puits de villages et s'adonnent à l'agriculture pendant la saison des pluies dans les hameaux a et b. L'étude élargie sera également complétée par l'inclusion d'un autre échantillon (5), choisi à la suite de l'étude démographique du CIPEA sur l'Arrondissement de Doura en avril-mai 1981[1], et de la reconnaissance aérienne effectuée au cours de la même période en vue de tester les hypothèses basées sur les méthodes d'étude accélérée. Il ressort de l'analyse préliminaire des résultats de la reconnaissance aérienne, qui couvrait 18 villages, que l'échantillon de cinq villages est représentatif de la région prise globalement.

Pour recueillir les données, deux chercheurs (un économiste et un socio-anthropologiste) vivent dans le village A. Ils sont secondés par trois assistants recrutés localement qui ont pour mission d'effectuer une bonne partie des contrôles systématiques. Un quatrième assistant vit dans le village B. Les autres villages et hameaux sont l'objet de visites régulières. Tous les assistants parlent le bambara et l'un d'eux parle couramment le peuhl.

Des méthodes d'enquête classiques ou non sont utilisées parallèlement à des entretiens ouverts pour compléter les questions-types. En ce qui concerne le traitement des données sur les ménages qui s'avère malaisé, il semble que l'on obtienne de meilleurs résultats en assouplissant les méthodes de sorte à les adapter à la situation et en exploitant tous les moyens possibles d'informations plutôt qu'en ayant recours à une méthode classique qui tend à refléter une version "officielle" des évènements (généralement celle d'un ancien).

10.1.3. Organisation sociale

Les villages sont constitués par un ou plusieurs groupes exogames patrilinéaires dont les membres prétendent descendre d'un ancêtre mâle commun. Ces groupes se divisent et se subdivisent en ménages qui représentent les unités de production et de consommation. Cependant, les mariages entre lignages et le patriarcat qui constitue la base sociale des ménages tissent entre les familles des liens complexes de parenté et des affinités. C'est au sein des ensembles ainsi formés que sont déterminées les stratégies de production. Il serait par conséquent erroné de considérer les ménages comme des unités distinctes, isolées les unes des autres, ou situées en dehors du contexte historique, des modes de peuplement et de la structure sociale du village. Au demeurant, le mariage, qui permet à des femmes d'un lignage donné d'entrer dans d'autres familles appartenant à d'autres villages, crée des voies par lesquelles s'effectuent certains échanges, en particulier la redistribution du mil par l'intermédiaire de femmes apparentées.

C'est au(x) lignages(s) fondateur(s) que revient la fonction de chef, qui est exercée par le mâle le plus âgé. Le chef est censé consulter au moins les chefs de familles les plus âgés sur les questions importantes et son pouvoir réel varie en proportion inverse avec le nombre et l'influence des lignages co-fondateurs présents dans le village. Ces fondateurs, qui ont été les premiers à défricher les terres à des fins agricoles, ont le droit d'attribuer des parcelles aux étrangers désireux de s'installer dans le village. Les droits territoriaux sont usufructuaires et s'établissent sur la base de la tradition d'utilisation. Le membre d'un lignage a le droit d'utiliser sa part des terres du lignage; toutefois, il ne peut en disposer. En outre, les terres retournent à la collectivité lorsque le membre du lignage ne les cultive plus.

Les villages sont autonomes en ce sens que chacun d'eux est représenté par son chef auprès du Gouvernement et exerce, en tant que collectivité, un droit de propriété sur les terres qui l'entourent. Le territoire de chaque village s'étend jusqu'au point situé à mi-distance entre lui et son plus proche voisin reconnu. En théorie, les nouveaux venus dans ce territoire, qu'ils soient établis dans des hameaux d'agriculteurs initialement construits pour une durée limitée, dans des ramifications de villages plus anciens ou dans des collectivités d'immigrants, sont considérés comme des étrangers soumis à l'autorité du village. En pratique cependant, si cette autorité est respectée en ce qui concerne le paiement de certains impôts et l'application de certaines dispositions administratives, le village n'exerce de fait qu'un pouvoir limité sur l'utilisation des terres situées en bordure de son territoire. Son autorité sur le peuplement et les déplacements dans cette région périphérique dominée par les Peuhls est encore plus limitée puisque ces derniers appartiennent à une communauté différente aux plans juridique et coutumier.

1 Cette étude comportait un recensement accéléré de tous les villages et hameaux de 10 000 personnes environ et portait essentiellement sur la fertilité et la mortalité de la population.

On trouvera au tableau 44 et à la figure 48 les données relatives aux populations actuelles des villages et à la taille des ménages dans les villages A et B. Par ménage, on entend ici un groupe de personnes qui cultivent le même champ et dont la nourriture provient du "même grenier". Cette définition correspond au sens du mot bambara *gwa*[2]. Les données en question reflètent des disparités notables en ce qui concerne la structure et la taille des ménages, en particulier pour ce qui est du rapport des producteurs aux consommateurs et du rôle économique des femmes et des personnes âgées. La taille réduite des ménages du village B, le plus petit des deux, reflète leur pauvreté, l'émigration de leurs membres et l'impossibilité pour les hommes de se marier tôt. Ces ménages sont plus vulnérables aux risques et moins aptes à bénéficier des économies d'échelle réalisées par la famille plus élargie pour laquelle les taux maximum et minimum de dépendance s'équilibrent.

Parmi les membres des ménages, on distingue ceux qui sont influencés par la rivalité entre parents patrilinéaires et qui sont en faveur de l'éclatement de la famille ou du groupe et ceux qui préfèrent le maintien de l'unité qui leur permet de tirer parti des avantages inhérents aux grands regroupements humains. Le budget de chaque ménage représente un compromis temporaire entre les intérêts individuels et communautaires. L'opposition entre ces deux tendances est illustrée par la différence qui existe entre l'agriculture où les hommes d'un même ménage renoncent à la production individuelle pour participer à la production collective, et l'élevage dont certaines caractéristiques liées à la structure de la propriété et au système d'héritage favorisent l'éclatement des ménages.

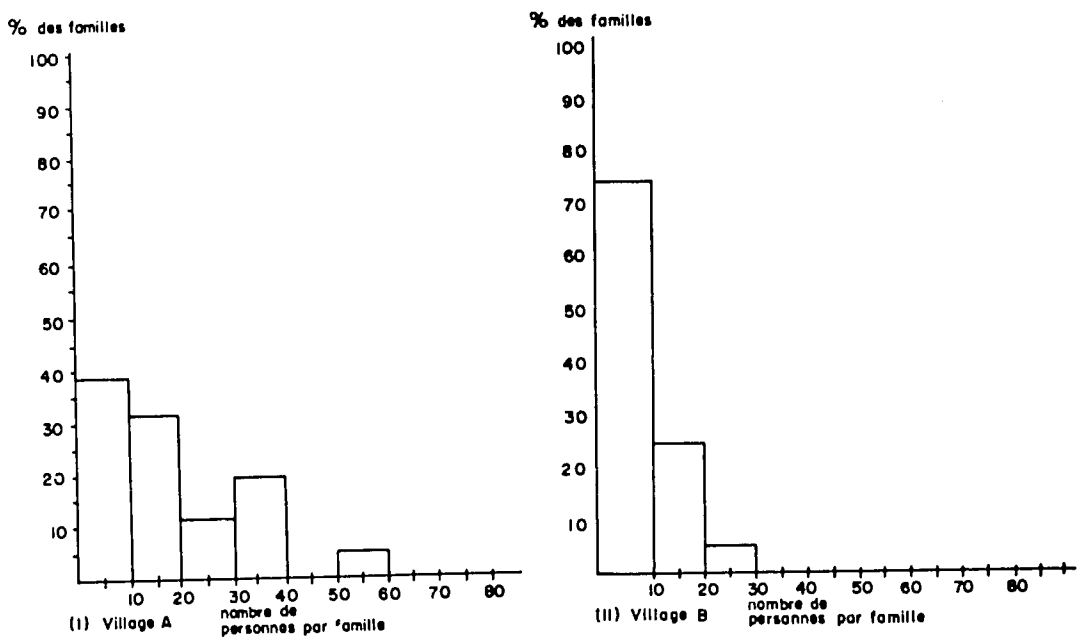
Parmi les institutions qui transcendent les liens de parenté et les affinités figurent le système des classes d'âge, le *ton* (association d'entraide collective des jeunes), le *komo* (culte d'initiation des mâles dans certains villages à prédominance païenne) et, dans les villages disposant encore de vastes superficies boisées, l'association des chasseurs au sein de laquelle la qualité de membre et de dignitaire s'acquiert sur la base de relations maître-élève.

2 Dans certains grands ménages, la production de certains champs collectifs est répartie entre des greniers séparés et certains repas, à certaines périodes de l'année, réunissent des groupes restreints et non pas tous les membres du ménage.

Tableau 44. *Population totale et taille de la famille.*

Village	Population	Nbre de familles	Nbre de personnes par famille
A	450	29	15,5
B	190	22	8,6

Figure 48. *Distribution des familles par tailles.*



10.1.4. Cultures et utilisation des terres

Le mil constitue la principale ressource agricole, mais on cultive également le sorgho, l'arachide, le niébé, le voandzou et d'autres produits secondaires. Les deux principaux types de mil sont: le *souna*, variété à maturité rapide (90 jours) cultivée sur les champs de village fertilisés en permanence par le fumier du bétail et une variété à croissance plus lente, le *sanyo*, cultivé par assolement sur les champs de brousse. Il existe de nombreuses variétés de *souna* et de *sanyo*, avec différents cycles de croissance, des grains de couleurs différentes, etc. On trouve dans chaque village un mélange de ces variétés et il est courant qu'un agriculteur essaie différentes semences de son propre village ou d'un village voisin réputées avoir des caractéristiques particulières.

L'arachide, introduite vers les années 40, est cultivée par les ménages et par les individus en quantités variables pour la vente ou pour la consommation domestique. Le voandzou, cultivé par presque tous les ménages, occupe une place spéciale parce qu'il mûrit avant le *souna* précoce, permettant ainsi à ceux dont les greniers sont vides de se nourrir et à ceux qui ont encore du mil de varier leur régime. La culture du fonio que les ménages effectuaient autrefois sur des superficies considérables est maintenant réservée aux femmes qui la pratiquent sur des parcelles atteignant rarement 0,25 ha. Les femmes cultivent également dans le village certains produits d'importance secondaire; il s'agit notamment des tomates, du gombo, du maïs et du sorgho. Ce n'est que dans les villages situés plus au sud que le sorgho occupe une place plus importante.

Dans les zones arides de l'Afrique de l'Ouest, le système d'utilisation des terres est représentatif de la structure agricole. Celle-ci se caractérise par une série d'anneaux concentriques autour du village (figure 49). La zone A est formée par une ceinture de champs de mil qui entourent immédiatement le village. Ceux-ci sont cultivés en permanence par leurs propriétaires. Le cercle s'accroît vers l'extérieur lorsque le village s'agrandit et lorsque les divers ménages acquièrent la capacité de fertiliser des superficies plus vastes. La zone B est constituée par des terres autrefois utilisées comme champs de brousse dont la majeure partie est actuellement en jachère, une faible proportion étant réservée à la culture itinérante d'arachides, de voandzou et de fonio. La zone C représente le secteur dans lequel les villageois peuvent se tailler un champ de brousse dont la limite extérieure est fonction de la distance qui le sépare du village voisin et de celle que les membres du ménage sont disposés à couvrir chaque jour pour s'y rendre. La figure 50 donne les proportions des superficies grignotées d'année en année par un champ de brousse de même que les surfaces abandonnées annuellement. Les terres sont cultivées en moyenne pendant quatre ans, bien que le défrichage de certaines portions des champs de brousse puisse remonter à sept ans. Lorsque la distance séparant un champ de brousse du village atteint environ 5 km, ou bien on l'abandonne pour un nouveau champ ou bien la population active du ménage construit un hameau de saison des pluies aux abords du champ. Les terres des zones A et B n'appartiennent pas en permanence à leurs utilisateurs: un champ abandonné retourne à l'état de brousse et devient utilisable par d'autres familles. La durée des jachères en zone C semble être d'au moins 30 ans. D'après les photographies aériennes, les champs de brousse actuels, quoique considérablement agrandis par l'utilisation de charrues tractées, occupent approximativement les mêmes sites qu'en 1952. Dans le village A, cinq ménages ont commencé l'exploitation de champs de brousse tout à fait nouveaux en 1980, après avoir abandonné ceux qu'ils cultivaient en 1979, à la suite de dommages causés aux cultures par les troupeaux transhumants pendant la saison des pluies.

Les tableaux 45 et 46 présentent les données relatives à la superficie cultivée dans chaque zone et aux cultures pratiquées dans chacune d'elles pour le village étudié en 1980.

La figure 51 donne le calendrier des activités agricoles pendant la période des cultures, compte tenu de la distribution des pluies. Un certain nombre de remarques peuvent être faites.

En premier lieu, d'un ménage à l'autre, les disparités relatives à l'échelonnement des opérations sont mineures (quoique pour une saison aussi courte, l'incidence de telles variations puisse être notable). Aux moments cruciaux (début de l'ensemencement des champs de brousse, du labourage ou de l'ensemencement des champs de village), le village tout entier synchronise son travail, même si aucune décision publique ou officielle n'est prise dans ce sens. En deuxième lieu, aucun terrain de brousse, excepté celui qui vient d'être défriché, n'est labouré avant les semailles. Le sarclage de la saison précédente, fait à la houe et à la charrue, a permis d'ériger entre les anciennes rangées de mil de nouveaux billons dans lesquels le nouveau mil est semé. Par ce biais, les agriculteurs échappent à l'obligation de labourer l'année suivante, et l'ensemencement

Figure 49. *Zones utilisées autour du village.*

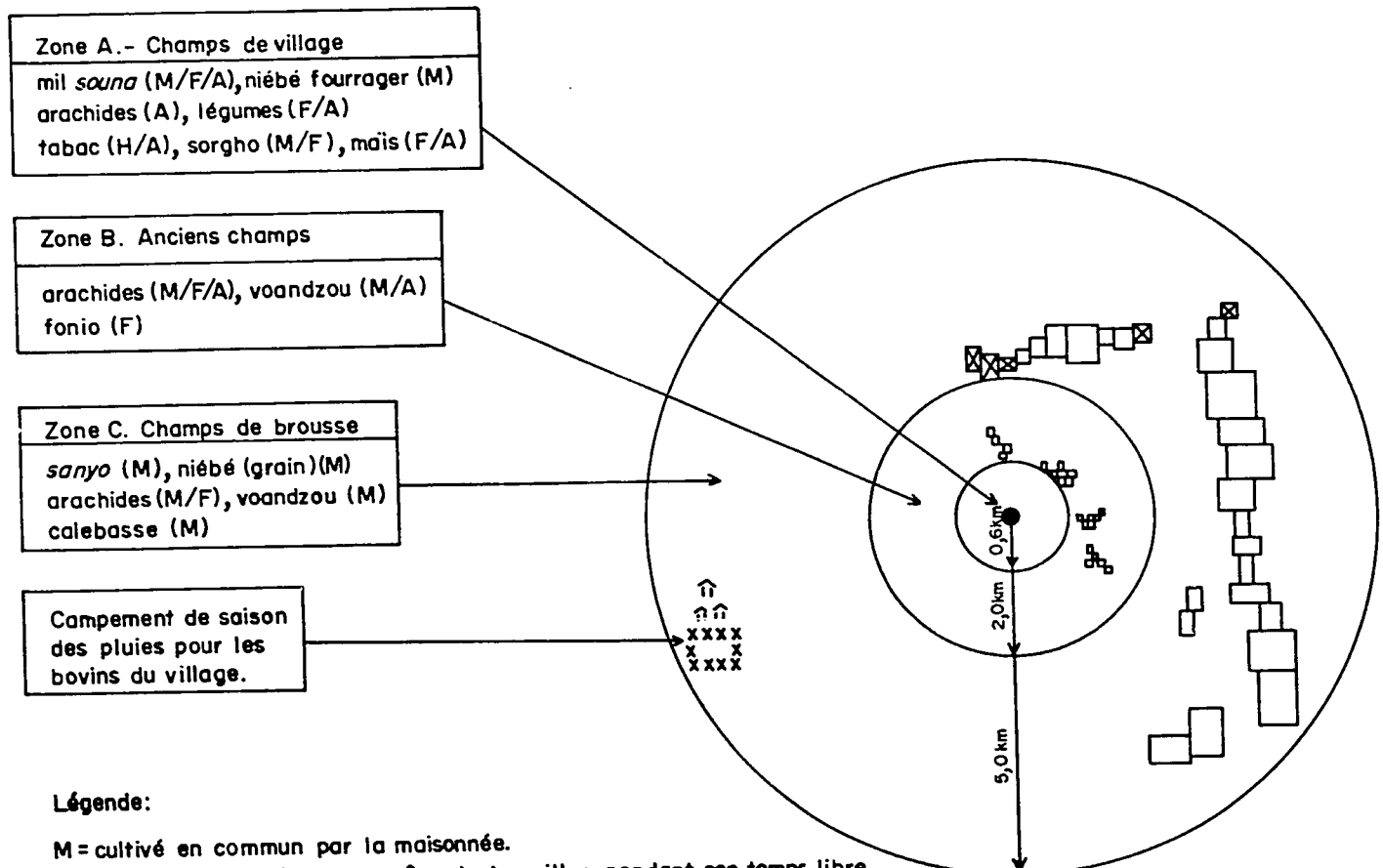


Tableau 45. *Superficie totale cultivée par zone d'utilization des terres (village A, 1980).*

	Zone A	Zone B	Zone C
	Champs de village	Anciens champs de brousse	Anciens champs de brousse et terres nouvellement défrichées
Superficie totale de la zone (ha)	105	1150	6600
Superficie totale cultivée (ha)	105	33	657 (425 + 232)[a]
% de la superficie cultivée potentielle	100%	3%	10%

[a] Sur les 657 ha de champs de brousse emblavés en 1980, 425 ha avaient été cultivés l'année précédente tandis que 232 ha étaient des terres nouvellement défrichées.

des champs peut s'effectuer le plus rapidement possible. En troisième lieu, les familles qui ont semé et sarclé très tôt leurs anciens champs de brousse peuvent profiter des pluies de la fin du mois de juin et du début de juillet pour labourer et ensemencer les nouvelles terres de brousse défrichées pendant la saison sèche qui viendront s'ajouter au champ de brousse cette année-là. L'aptitude d'une famille à labourer une nouvelle terre au commencement de la saison dépend du rapport des nouvelles terres aux anciennes, du nombre et de l'alimentation de ses boeufs de trait, du type de sol labouré et de l'élément chance notamment pour ce qui est de la pluie. En dernier lieu, les champs de village doivent être labourés avant d'être ensemencés. Les billons de l'année précédente sont presque complètement détruits, le champ est envahi par l'herbe et le fumier doit être mélangé avec la terre. Comme pour les champs de brousse nouvellement défrichés, l'espacement des billons produits par les charrues est réduit.

Deux types d'outils attelés: la billonneuse à un corps batteur pour façonner en billons les champs de village destinés à la culture du mil 'souna', les parcelles d'arachide et de voandzou et les nouveaux champs de brousse pour les semailles; et une charrue monosoc pour le labour en billons et pour le sarclage. Les deux types d'appareils ont été introduits dans les années 40 et leur utilisation s'est généralisée vers les années 60. On trouvera au tableau 47 la distribution des charrues en 1980 dans les villages A et B.

Il est évident qu'une famille qui doit emprunter des boeufs ou des charrues ne peut programmer ses opérations de sorte à les faire coïncider

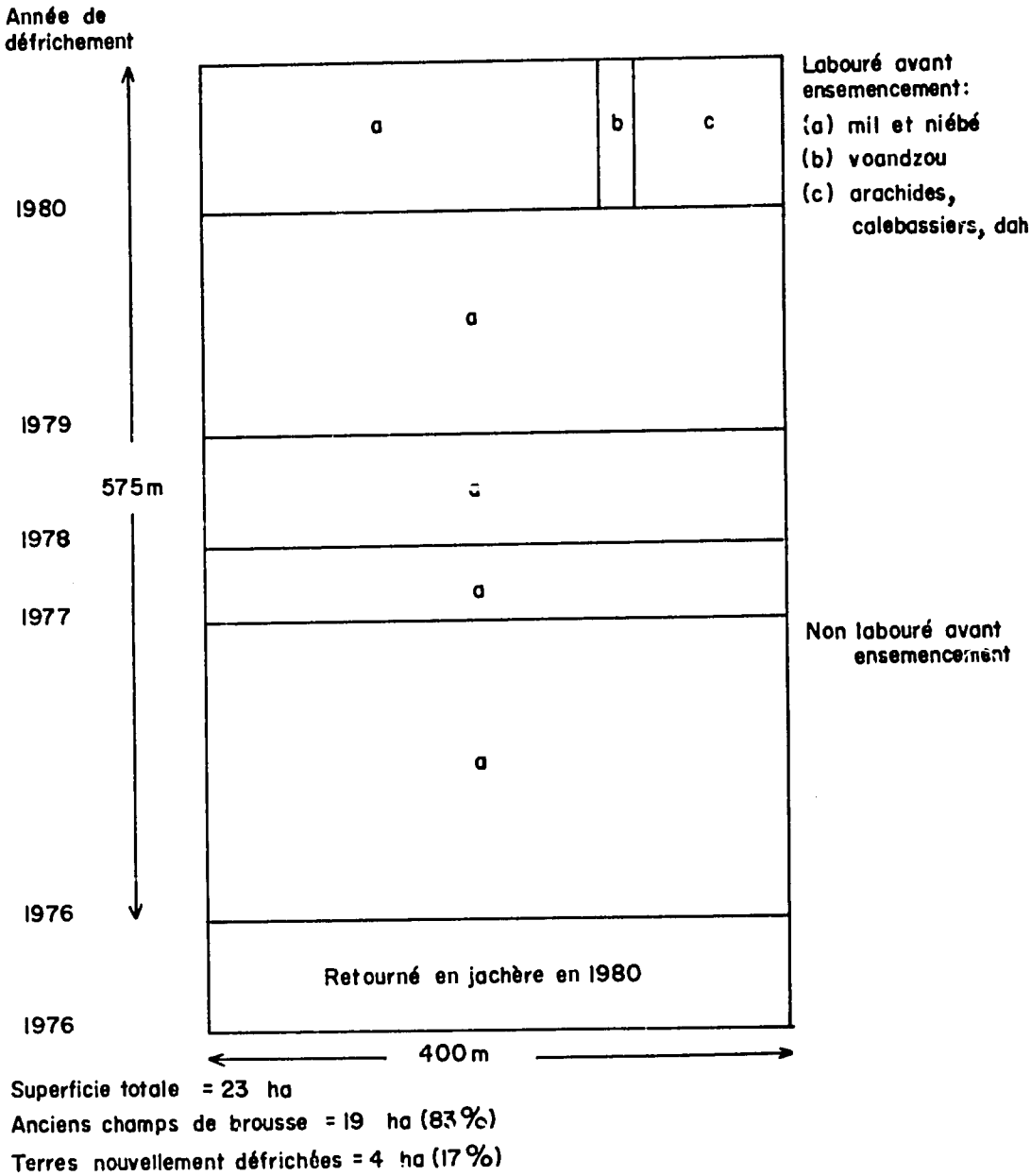
Tableau 46. *Principales cultures par zone d'utilisation des terres (village A, 1980).*

	Zone A	Zone B	Zone C	
	Champs de village	Anciens champs de brousse	Champs de brousse	Terres nouvellement défrichées
% de terres consacrées:				
au mil et au niébé	99[a]	—	100[a]	83[a]
à l'arachide	+[b]	54	—	16
au voandzou	—	31	—	1
au fonio	—	15	—	—
au sorgho	+	—	—	—
au maïs	+	—	—	—

[a] Par rapport au mil, la proportion de niébé à la récolte était de 8% dans les champs de village et de 4% dans les champs de brousse.

[b] + = cultivé en petites quantités.

Figure 50. *Variations annuelles d'un champ de brousse (famille échantillon, 1980).*



Superficie totale = 23 ha
Anciens champs de brousse = 19 ha (83%)
Terres nouvellement défrichées = 4 ha (17%)

avec les pluies. Lorsque celles-ci sont rares et imprévisibles, la capacité de l'agriculteur de profiter de chaque averse a une importance déterminante sur la production finale. Il arrive souvent qu'une famille utilise trois boeufs pour une charrue. La rotation des animaux permet, en dépit de la pauvreté de l'alimentation des boeufs de trait au début de la saison des cultures, d'avoir des journées de travail plus longues.

10.1.5. La main-d'oeuvre

Dans la plupart des cas, pendant la saison des cultures, le ménage recrute la main-d'oeuvre dont il a besoin parmi ses propres membres. Il peut exiger d'eux qu'ils participent aux travaux des champs du début de la saison des pluies jusqu'à la fin de la récolte. Seuls les lundis sont réservés aux cultures autres que le mil du ménage et à la production individuelle. Sont tenus de participer aux travaux collectifs tous les membres du ménage, approximativement âgés de 12 à 55 ans et jouissant de toutes leurs facultés mentales et physiques, quel que soit leur sexe. Les âges auxquels les enfants commencent à travailler et auxquels les hommes et les femmes âgés sont autorisés à ne plus participer aux travaux communs varient

Tableau 47. *Familles utilisant en permanence une charrue attelée (village A et B, 1980).*

	Charrue attelée à des boeufs	Charrue attelée à 1 âne	Aucune charrue
Village A	26 (90%)	0	3 (10%)
Village B	6 (27%)	11 (50%)	5 (23%)

selon les circonstances et la composition du ménage par âge. Il en est de même de la contribution des jeunes filles célibataires.

Les hommes et les femmes âgés, dispensés de travailler dans le champ du ménage, cultivent de petites parcelles pour leur propre compte. Ces activités à temps partiel s'effectuent parallèlement à la surveillance des petis enfants laissés au village et à la garde des petits ruminants pendant la saison des pluies. Les femmes en âge de travailler cultivent également des parcelles individuelles, les lundis et à d'autres moments de liberté. Le *ton* (association d'entraide collective des jeunes) participe également aux activités agricoles. Dans certains villages, le *ton* a un champ de mil qui lui est propre et pour la culture duquel il exige de ses membres deux matinées de travail pendant la saison des pluies.

La saison agricole correspond à une période d'intense activité dans les champs. La brièveté de la saison des pluies et l'irrégularité des précipitations exigent du ménage qu'il abatte le maximum de travail pendant que le sol est encore humide. La durée de la journée de travail d'un homme, qui est de sept à huit heures en juin et en début juillet, passe à 9-10 heures entre la mi-juillet et la mi-septembre, période où le travail de sarclage est le plus accablant.

Les femmes passent moins de temps aux champs à cause des tâches domestiques et de la préparation de la nourriture. Les tableaux 48 et 49 donnent la distribution de la main-d'oeuvre pendant la période des cultures.

La main-d'oeuvre exogène utilisée par le ménage pendant la saison des cultures est relativement limitée; toutefois, sa contribution peut être vitale pour le ménage concerné. Cette main-d'oeuvre peut être constituée par:

(a) de jeunes gens que leurs ménages, à cause d'un déficit céréalier, envoient travailler pour un autre ménage en échange de mil (4-5 kg par jour);
(b) des travailleurs utilisés dans le cadre d'échanges entre ménages;
(c) des membres du *ton* dont les services sont loués par un chef de ménage pour sarcler un champ envahi par les herbes;
(d) des travailleurs salariés n'habitant pas le village (deux cas en 1980 dans le village B);
(e) des visiteurs et amis;
(f) des travailleurs utilisés en contrepartie de services rendus (par exemple prêt d'une charrue attelée).

La main-d'oeuvre exogène devient cependant importante après les cultures, pendant la moisson et le vannage. C'est la période où les femmes et les jeunes filles s'en vont chez des parents résidant dans d'autres villages où elles participent à la récolte du mil et à son vannage,

Tableau 48. *Répartition de la main-d'oeuvre entre les divers champs (village A, 1980).*

	Champs de village		Champs de brousse	
	Moyenne	Fourchette	Moyenne	Fourchette
Superficie des champs familiaux (ha)	4,2	1,1-9,3	23,5	6,4-58,9
Hectares/travailleur*	0,6	0,2-2	3,1	1,6-4,2
Champs mesurés	13		28	

* Un système de pondération a été adopté pour établir un indice d'aptitude des ménages au travail d'après les classes approximatives d'âges ci-après: jeunes gens et hommes (entre 15 et 55 ans) = 1; jeunes filles et femmes (de 15 à 50 ans) = 0,7; garçons et jeunes filles (de 12 à 15 ans) = 0,4

Figure 51. *Opérations agricoles en fonction de la répartition des pluies (village A, 1980).*

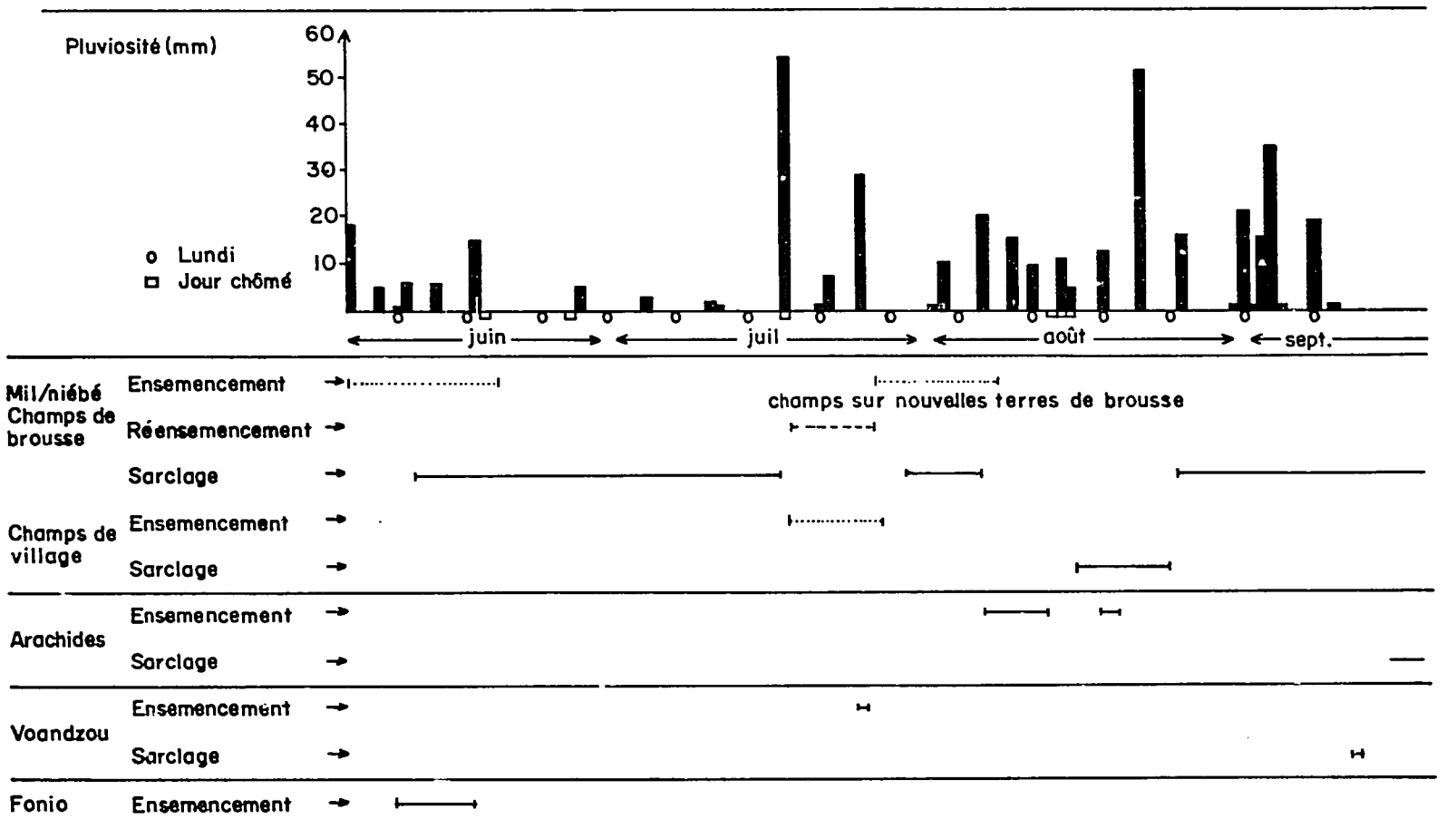


Tableau 49. *Répartition de la main-d'oeuvre entre les différentes cultures (village A, 1980).*

	Journées d'homme (récolte exclue)		
	Moyenne (%)	Minimum (%)	Maximum (%)
Champ de brousse à mil *sanyo*[a]	78,3	65,2	82,7
Champ de village à mil *souna*	12,7	7,5	21,8
Arachides	6,2	0,8	12,7
Voandzou	2,3	0	4,4

[a] A l'exclusion des cinq ménages ayant des champs de brousse nouvellement défrichés.

activités qui leur sont strictement réservées. Elles sont payées en nature pour ce travail, ce qui leur permet des fois de retourner chez elles avec à peu près 300 kg de mil. En 1980, le village A a reçu 80 visiteurs alors que le village B n'en avait eu que 15.

Pour le battage, la main-d'oeuvre est mobilisée par classes d'âges. Toutes les classes d'âges sont tenues de participer à ces activités, y compris les membres du *ton* et leurs aînés qui supervisent les opérations et travaillent quand cela s'avère nécessaire. Dans le village A et dans la plupart des grands villages, le battage est effectué par quartiers, contrairement aux autres opérations collectives telles que le forage de puits et la finition des travaux connexes qui requièrent la participation de tout le village.

10.1.6. Les productions agricoles de 1980

En 1980, à part de petites quantités de fonio, d'arachides et de voandzou, le mil a été la seule culture récoltée dans le village A. Les pluies, qui normalement tombent jusqu'en octobre, se sont arrêtées dans la première semaine de septembre. Les semailles ayant été tardives et la saison des pluies exceptionnellement courte, plusieurs champs d'arachide et de voandzou n'ont même pas pu produire suffisamment de graines pour fournir des semences pour l'année suivante. Par ailleurs, la majeure partie du mil semé dans les nouveaux champs de brousse n'a pas produit de graines car dans la plupart des cas, les semailles ont eu lieu tardivement (deuxième semaine d'août).

La moyenne de la production de mil pour 13 champs de village a été de 1 150 kg/ha, tandis que pour 22 champs de brousse elle n'était que de 225 kg/ha. Selon les villageois, 1980 a été une année exceptionnelle pour les champs de village ensemencés avec du mil à maturation précoce. Malheureusement, il n'en a pas été de même pour les champs de brousse. L'ampleur des disparités entre les productions est probablement anormale. Toutefois, les résultats enregistrés par le même village pour différentes années et par différents villages au cours de la même année portent à croire que dans tous les cas, les notions de rendement "normal" et "moyen" ne sont pas très utiles. Par exemple, en 1980, un village situé seulement à 50 km à l'ouest du village A a connu un véritable désastre pour ce qui est de la production de ses champs de village. Il apparaît clairement que lorsque les pluies sont réduites, les années "bonnes" et "mauvaises" sont très localisées et dépendent, dans une large mesure, de la distribution des pluies. En tout cas, aucune corrélation significative n'a pu être établie entre l'apport de main-d'oeuvre et la production par hectare pour les champs de village ou pour les champs de brousse. Une analyse à variables multiples des productions des champs de brousse est en cours. Elle tient compte d'un certain nombre de facteurs, notamment du rapport des nouvelles terres aux terres déjà cultivées et de la date des semailles.

Les champs de village et les champs de brousse sont extrêmement hétérogènes. Pour les premiers, cette situation tient à la quantité de fumier reçue alors que pour les seconds l'hétérogénéité est due à la diversité des sols, à la présence de termitières et de *baobabs*, ainsi qu'à d'autres caractéristiques. Les champs de brousse varient également en ce qui concerne la composition par âge, autrement dit, la proportion des superficies défrichées à différentes époques varie. Il est évident que ces facteurs influent sur la production; en outre, lors des années où les pluies cessent prématurément, le rapport des nouvelles terres

Tableau 50. *Abreuvement du bétail en saison sèche (village A, 1980-81).*

Date	Bovins			Ovins et caprins		
	Village	Visiteurs	Total	Village	Visiteurs	Total
Décember 1980	700	300	1000	700	0	700
Février 1981	700	1100	1800	700	1250	1950
Mai 1981	700	800	1500	700	1250	1950

aux anciennes et la précocité des semailles jouent un rôle déterminant dans la production. S'il est précoce, le premier sarclage peut influer de manière substantielle sur les productions. Notons toutefois que pour des champs de village placés dans un contexte comparable à celui de 1980, année où le mil à cycle court a connu un excellent départ, le facteur le plus déterminant sera probablement le taux de fumure et non la précocité du sarclage.

Pour 1980, la production moyenne par travailleur dans le village A a été de 1 200 kg de mil (700 kg provenant des champs de brousse et 500 kg des champs de village). Cependant, ces chiffres, comme ceux des productions totales, doivent être considérés avec prudence pour les raisons évoquées ci-dessus.

10.1.7. L'économie villageoise

Les villages étudiés actuellement font partie de deux systèmes économiques. Le premier, circonscrit au village lui-même et aux collectivités qui l'entourent, présente un certain degré de spécialisation (villages agricoles, collectivités de forgerons, campements de Peuhls). Le mil en constitue le principal moyen d'échanges. Quant au second, qui est utilisé à l'échelon régional ou national, il s'appuie sur l'usage de l'argent. Les grands marchés des villes et les marchés du travail urbain qui permettent aux migrants ruraux de se procurer de l'argent constituent la base de l'économie nationale qui est également financée par les impôts prélevés par l'Etat et par les recettes des organismes publics d'achat de céréales.

Dans le cadre du système local, presque toutes les transactions peuvent se faire avec du mil. Il est possible d'obtenir, contre des quantités variables de céréales, certains biens (nouvelle charrue ou autres articles fabriqués par le forgeron, bétail et lait auprès des Peuhls ou des Maures, condiments tels que poisson séché, poivrons, etc. auprès des habitants du village ou de

Tableau 51. *Coût des principaux investissements agricoles en FM (500 FM = 1 dollar E.-U.) et en mil (village A, 1981).*

Article	Coût en espèces (FM)	Equivalent en mil (kg)
Binette à une lame	15 000	200
Brise-mottes à double lame	25 000	333
Charrette à âne (neuve)	50-75 000	666-1000
Jeune boeuf (2-3 ans)	35-45 000	466-600
Puits (salaire du forgeron pour le fonçage)	50 000	666
Ane adulte mâle	45-60 000	600-800

commerçants ambulants) ou divers services (conduite de troupeaux par des Peuhls, nattage de cheveux, rafistolage de calebasses, etc.). Le rôle très important du mil comme moyen d'échanges dans l'économie locale est en partie fonction de la distance au marché le plus proche (60 km dans le cas du village A).

L'intérêt que suscite, dans certains cas, l'économie monétaire découle de la nécessité de faire face à certaines obligations (par exemple, paiement des impôts, dépenses occasionnées par un mariage ou par certains investissements, achat d'une charrette à âne ou d'un sac de coton brut). Les salaires des migrants et les ventes de mil, d'arachide, de bétail ou d'objets artisanaux constituent les principales sources de revenus monétaires. Le besoin d'argent se fait le plus communément sentir dans les ménages à l'approche du paiement de l'impôt; c'est cette contrainte qui oblige tous les ménages à abandonner, au moins une fois par an, le système du troc pour l'écono-

mie monétaire à laquelle certains commerçants du village sont beaucoup plus attachés. La collecte de données sur les budgets des ménages, sur le revenu et sur les dépenses des populations utilisant le troc ou l'argent est en cours pour les deux villages étudiés intensivement.

Les puits constituent une source importante de dépenses pour les ménages du village A, dont les champs sont équipés d'un réseau de puits privés. Inauguré dans les années 50, ce type d'investissement s'est rapidement développé au fil du temps. Sur les 35 puits que l'on trouve dans le village ou autour du village, 11 ont été creusés au cours des deux dernières années. Actuellement, sept ménages seulement sont démunis de puits; 17 ménages disposent chacun d'un puits et cinq de deux puits chacun. Huit des 35 puits n'appartiennent à aucun ménage en particulier. De fait, les puits privés ont été creusés pour attirer pendant la saison sèche le bétail des pasteurs Peuhls et Maures sur les champs des propriétaires de puits. Les éleveurs concluent, en général au début de la saison sèche, un accord avec un propriétaire de puits qui s'engage à leur fournir de l'eau en échange de fumier. Le tableau 50 qui donne le nombre des animaux s'abreuvant au village A pendant la saison sèche 1980-81 indique clairement l'importance que revêt la fertilisation par le fumier du *souna* à croissance rapide.

En 1981, le coût du forage d'un puits par un forgeron rémunéré s'élevait à 50 000 FM, soit 100 dollars E.-U. Il convient cependant de noter, que lorsque le forage a lieu pendant la saison sèche, certains ménages ont recours aux services de leurs propres membres. Par ailleurs, il faut signaler que les puits ont tendance à s'ensabler après quelques années et que les travaux requis pour qu'ils puissent demeurer utilisables coûtaient, en 1981, 5 000 à 10 000 francs maliens, soit 10 à 20 dollars E.-U.

L'investissement entrainera probablement l'augmentation de la production de *souna*. Une mise de fonds de 50 000 FM (100 dollars E.-U) équivaut à 666 kg de mil au prix fixé par le Gouvernement pour 1981. La taille moyenne d'un troupeau dont l'approvisionnement en eau peut être assuré par un puits de type ordinaire est légèrement inférieure à 100 bovins ou à leur équivalent en moutons et/ou chèvres. Etant donné la variabilité de la pluviosité, il se pourrait fort bien que l'agriculteur ne rentre pas dans ses fonds l'année suivante.

Les troupeaux visiteurs de la saison sèche ne constituent pas la seule source d'engrais disponible. Par exemple, un propriétaire de bovins appartenant à un regroupement de pasteurs de *n* membres fonctionnant au niveau du village ou à l'échelon local est habilité à garder le troupeau sur ses propres terres tous les *x* ans. Tout membre attitré du groupe d'éleveurs a le droit de se rendre sur les pâturages de saison des pluies pour s'approvisionner en fumier. Les ordures ménagères (autre source d'engrais) particulièrement concentrées dans les concessions des ménages ou sur les dépotoirs qui se trouvent à la sortie des villages, sont recueillies et transportées aux champs, soit dans la charrette du ménage, soit contre rémunération à raison d'une mesure de mil par voyage (les femmes sont les principaux usagers du transport de fumier à titre onéreux). Les engrais chimiques considérés trop chers et partant, inaccessibles, ne sont presque jamais utilisés. Le coût des puits et des autres grands investissements agricoles figurent dans le tableau 51.

10.2 PRATIQUES CULTURALES ET AMELIORATION DES CULTURES

(P. Gosseye, H. Hulet, P.N. de Leeuw et C. de Haan)

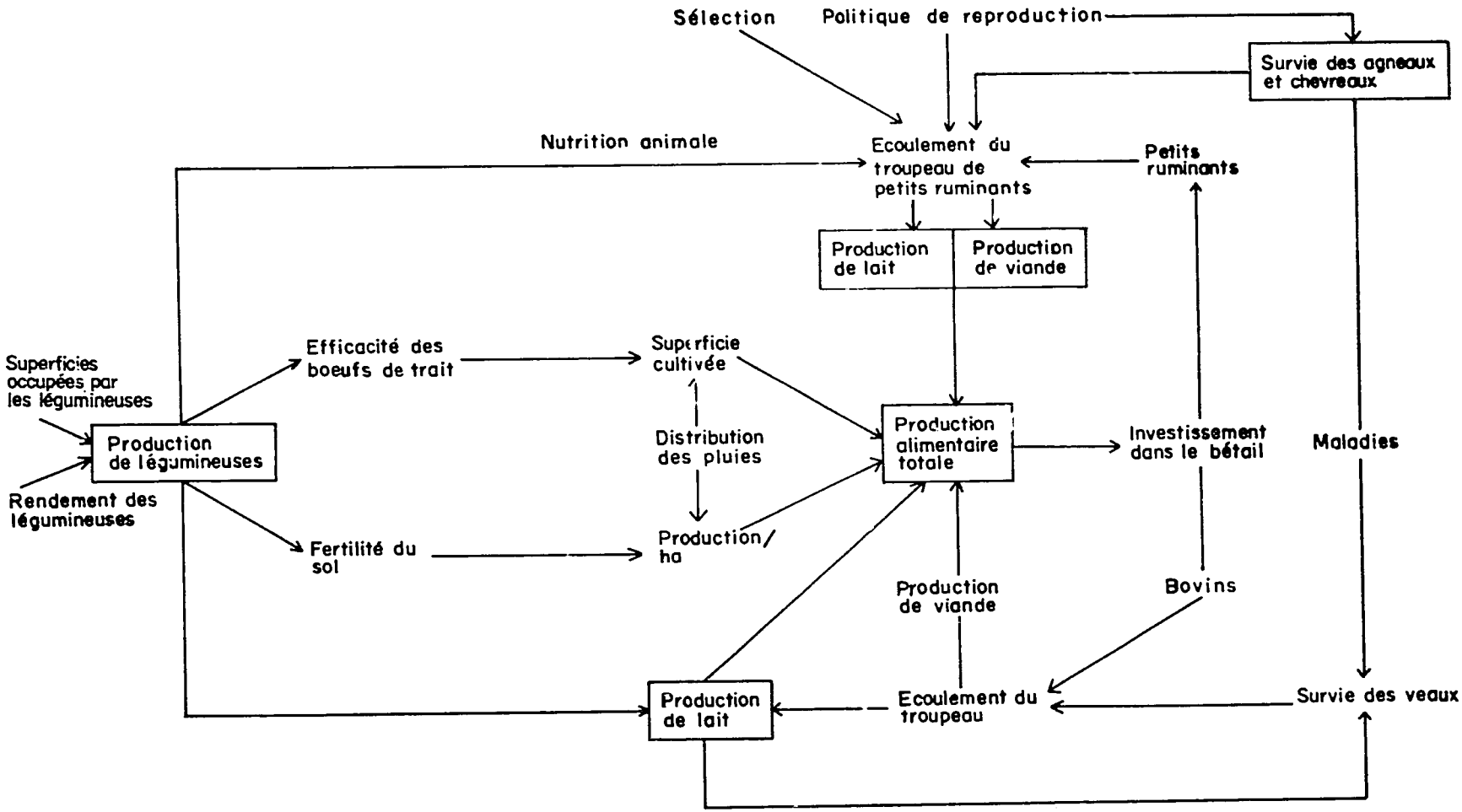
10.2.1. Introduction

La figure 52 résume les possibilités d'intervention au niveau des composantes agricoles du système agro-pastoral. Il est possible d'accroître la production de céréales par l'augmentation du rendement à l'hectare et par l'extension des superficies cultivées. La déficience du sol, notamment en phosphore et, à un moindre degré, en azote constitue un obstacle majeur à l'augmentation de la production de céréales à l'hectare; par ailleurs, l'extension des cultures dépend dans une large mesure de la disponibilité de boeufs de labour mais également de leur efficacité, laquelle est fonction de la taille et de l'alimentation.

La productivité chez les petits ruminants est fonction des maladies, du mode d'exploitation et de la nutrition. Les innovations sur le plan de la santé et des méthodes d'exploitation ont un effet assez limité sur l'ensemble du système. Toutefois, elles contribueront à augmenter la population animale à telle enseigne qu'il sera indispensable d'accroître la production primaire à l'intérieur du système. Ce qui précède s'applique également aux bovins, dont la production de lait et de viande peut être augmentée par l'amélioration de la nutrition, notamment par l'accroissement des quantités d'azote contenues dans les ressources fourragères. Pour ce faire, l'une des deux méthodes ci-après pourrait être utilisée: accroissement de la production fourragère; complémentation directe de l'alimentation du bétail au moyen de concentrés à forte teneur en protéines.

Pour toute augmentation éventuelle de l'azote nécessaire aux animaux, il convient de

Figure 52. *Possibilités d'intervention dans le système agro-pastoral.*



tenir compte du contexte socio-économique dans lequel fonctionne le système. Des réserves ont déjà été formulées sur l'applicabilité directe d'une éventuelle utilisation de sous-produits agricoles en tant que source d'azote. Au demeurant, le manque de liquidités dans l'économie rurale où le mil demeure le principal moyen d'échanges, restreint considérablement les possibilités d'achat d'engrais azotés et phosphorés. C'est pourquoi le moyen le plus évident pour améliorer le bilan azote semble être l'introduction de légumineuses, qui seraient soit établies sur des terrains de parcours naturels ou sur des jachères, soit plantées comme fourrage en rotation ou en association avec des cultures vivrières.

Les problèmes de main-d'oeuvre précédemment identifiés rendent hypothétique l'implantation de légumineuses dans la végétation naturelle. Dans la stratégie de survie des agriculteurs, la priorité absolue est toujours accordée aux cultures vivrières. L'accent a donc été essentiellement mis sur les cultures intercalaires et associées, déjà pratiquées par les populations locales et dont l'utilisation pourrait être facilement généralisée.

L'introduction de légumineuses et le problème de la fertilité des sols sont étroitement liés. La plupart des sols du Mali, en particulier les sols sableux sur lesquels se pratique la culture du mil, sont pauvres en azote et en phosphore, même s'ils sont généralement assez riches en potassium et en soufre. L'intensification des cultures qui entraîne la réduction ou la suppression des périodes de jachères, accélère l'épuisement des éléments nutritifs des sols et détériore ses caractéristiques physiques.

Des obstacles de taille s'opposent à l'introduction d'engrais. Si l'on tient compte des prix de vente des produits agricoles au Mali, le coût des engrais est trop élevé pour que l'agriculteur soit enclin à en utiliser. Selon Poulain (1976), une innovation ne suscite de l'intérêt que dans la mesure où elle engendre un revenu supplémentaire égal à deux ou trois fois son coût. Les problèmes logistiques liés à l'approvisionnement en engrais constituent un inconvénient supplémentaire. Etant donné la dispersion et l'isolement de l'habitat rural, les paysans accèdent difficilement aux approvisionnements officiels ou aux services de vulgarisation. Un agriculteur qui veut appliquer 50 kg de P_2O_5/ha sous forme de superphosphate simple sur 5 ha doit transporter 1 200 kg d'engrais sur une charrette à âne, à raison de 400 à 500 kg par voyage, sur une distance qui peut aller jusqu'à 100 km.

C'est compte tenu de cette situation générale que le CIPEA a commencé une série d'expériences visant à améliorer l'approvisionnement en azote, et par là, les rendements des cultures du système existant. Les essais portaient sur l'introduction de plantes, sur la culture de niébé fourrager et sur la fertilisation du mil.

10.2.2. Introduction de plantes

Des essais d'introduction de différentes plantes herbacées exotiques et locales et de différents types de brout ont été effectués de 1977 à 1980 sur un site à sol sableux, à 7 km à l'est de la Station du Sahel à Niono. La pluviosité pendant la période d'essai a généralement été faible et souvent concentrée en peu de jours dans l'année. Pour les herbacées, la zone sélectionnée a été ensemencée à la main après grattage manuel de la surface du sol. Pour les ligneux, le sol a été billonné tous les 10 m en courbes de niveau, avec rejet de la terre vers l'aval.

L'ensemencement d'espèces fourragères dans la végétation naturelle a produit des résultats décevants. A la fin de la saison des pluies de 1978 (vers la fin de septembre), les légumineuses ont perdu leurs feuilles et les graminées se sont desséchées puis sont devenues très rabougries. Parmi les légumineuses, seuls *Alysicarpus ovalifolius*, *A. vaginalis*, *Macroptilium atropurpureum* (Siratro), *Stylosanthes fructicosa*, *S. hamata* (Verano) ainsi que les variétés de *S. humilis*, *S. suburicea* et *S. viscosa* ont survécu à la première saison sèche; parmi les graminées, seuls *Cenchrus ciliaris* (quatre variétés), *C. setigerus* et *Urochloa mozambiensis* ont survécu. Pour toutes ces espèces qui se sont révélées incapables de rivaliser avec la végétation annuelle naturelle, le recrû pendant la saison des pluies suivante a été décevant. Comme en 1978, les graminées se sont desséchées et les légumineuses ont perdu leurs feuilles dès que les pluies eurent cessé. A la fin de la première période de végétation, *Stylosanthes hamata* et *S. humilis* ont produit des graines qui ont germé aux premières pluies en juin 1979, mais la plupart des jeunes plantes n'ont pas survécu à cause de la grave sécheresse qui a sévi durant le reste du mois de juin et au début du mois de juillet. Vingt-six espèces considérées assez prometteuses en 1978 ont été ensemencées directement dans la végétation naturelle au début de la saison des pluies en 1979, avec ou sans engrais à base de phosphate, mais elles ont subi le même sort que les espèces semées en 1978.

En ce qui concerne le brout, seules certaines espèces locales se sont révélées prometteuses

(tableau 52). La méthode utilisée, qui s'est avérée très coûteuse et très laborieuse, consistait à garder les jeunes plantes en pépinière dans des enveloppes en plastique avant de les planter. En 1979 on a procédé à l'ensemencement direct de ligneux fourragers. Mais encore une fois, les résultats ont été très décevants car aucune des plantes n'a survécu à la saison sèche. Des essais similaires faits sur le même site en 1980 sont venus confirmer les constatations faites antérieurement. On peut donc se poser la question de savoir s'il est raisonnable de poursuivre la recherche sur l'introduction d'espèces fourragères ou de brout dans un tel environnement et c'est pourquoi l'accent a depuis lors été mis sur la culture du niébé conçue comme le moyen le plus adéquat pour améliorer le système de production utilisé dans la zone du mil pluvial.

10.2.3. Culture du niébé fourrager

L'ensemencement simultané du niébé et du mil n'a pas d'incidence sur le nombre d'heures de travail requis; toutefois, quand le niébé est distribué au hasard dans le champ, la récolte des fanes prend beaucoup de temps. La culture du niébé en billons purs disposés à des intervalles réguliers entre les billons de mil entraîne l'augmentation du volume de travail nécessaire pour l'ensemencement mais facilite la récolte. Néanmoins, il convient de noter que chacune de ces deux méthodes implique des conflits interspécifiques entre les deux plantes, notamment pour ce qui est de l'approvisionnement en eau et en minéraux. Par ailleurs, le niébé, qui n'a pas accès à la lumière à cause de l'ombre que lui fait le mil, doit non seulement surmonter cet obstacle pour vivre, mais il doit également être suffisamment vigoureux pour produire des graines et des fanes, sans pour autant menacer la productivité du mil par un pouvoir d'évincement excessif. Une troisième méthode, consistant à cultiver le niébé seul, en rotation avec le mil, permettrait de contourner les problèmes d'approvisionnement en eau, en lumière et en éléments nutritifs; toutefois, elle entraînerait la réduction des superficies consacrées à la culture du mil. Cependant, selon certaines indications, cette méthode pourrait constituer une innovation acceptable dans certaines régions.

Les quantités limitées de semences et les pratiques culturales utilisées pour produire le niébé indiquent clairement que cette plante ne joue qu'un rôle secondaire dans la mise en oeuvre de la stratégie de survie entièrement axée sur la production du mil. Il y a donc peu de chances que soient adoptées des innovations visant à promouvoir la production de niébé dont les effets pourraient contrecarrer la mise en oeuvre de cette stratégie. Ainsi, modifier le système de culture intercalaire de manière à produire davantage de

Tableau 52. *Taux de reprise (%) de jeunes plants d'espèces ligneuses en pot, plantées au Ranch de Niono, à trois dates d'observations*[a].

Date de l'échantillonnage: espèce	Taux de reprise (%)		
	27 oct. 1978	27 juin 1979	13 déc. 1979
Bauhinia rufescens (L)	92	75	67
Acacia tortilis (L)	89	78	44
A. nilotica (L)	89	33	0
A. salicina (e)	67	33	0
Piliostigma reticulata (L)	80	60	53
Dalbergia sissoo (e)	80	40	20
Combretum aculeatum (L)	75	75	19
Prosopis cineraria (e)	76	17	9

[a] Les espèces qui ont eu un taux de survie assez satisfaisant (11-69%) à la fin de la première saison de croissance, et un taux faible dans les saisons suivantes (0,9% en 1979) sont énumérées ci-après: *A. albida (L), A. victoriae (e), A. melanoxylon (e), A. cyanophylla (e), A. horrida (e), A. kampsana (e), P. juliflora (e), Leucaena leucocephala (e), L. leucocephala* var. *Hawai géante K18, L. leucocephala* var. *Peru, L. leucocephala* var. *Cunningham.* Les espèces suivantes n'ont pas survécu à la première saison des pluies: *Acacia aneura (e), A. seyal (L), Atriplex nummularia (e) et Ziziphus nummularia (e).*
(e) = espèce exotiques; (L) = espèce locale.

chaumes ne devrait entraîner ni une augmentation substantielle de la main-d'oeuvre requise, ni la diminution de la production de mil.

En ce qui concerne la production fourragère, les variétés rampantes, plus productives et dont les fanes peuvent en outre être mises en balles (ce qui prévient la perte de feuilles et facilite le stockage), ont plus de succès que les autres plantes. Bien que la production de grains en 1979 ait été généralement faible, les variétés érigées et semi-érigées ont donné les meilleurs résultats (tableau 53). En 1980, les variétés essayées avaient eu des bourgeons floraux dont le développement avait été interrompu par la fin prématurée des pluies. En outre, aucune d'elles n'avait pu produire des semences.

On a ensuite procédé à l'étude des cultures intercalaires du niébé et du mil. La pratique traditionnelle consiste à semer dans le même poquet du niébé et du mil. Il en résulte une distribution aléatoire des pieds de mil et de niébé dans tout le champ. Lors de l'ensemencement, le rapport du niébé au mil est généralement de 10% environ et à la moisson, les pieds de niébé représentent environ 4% du nombre de touffes de mil (pour 100 poquets de mil, il y a donc 4 pieds de niébé). Il convient toutefois de noter que ces données varient selon le producteur. Les fanes sont essentiellement utilisées pour nourrir les chevaux, les "moutons de case" et les ânes. Quant au grain, il permet d'assurer l'alimentation de l'homme. Dans l'un des villages étudiés, une pratique particulière de culture a été adoptée: elle consiste à semer très tôt le niébé cultivé pour ses grains sur les champs de brousse et à ensemencer tardivement le niébé cultivé dans les champs de village pour la production de fanes. Néanmoins, la culture du niébé reste secondaire par rapport à celle du mil, et la main-d'oeuvre est employée de préférence pour assurer la production de céréales.

Des essais sur le rendement du niébé ont commencé en 1979 avec 54 variétés, cultivées en poquets intercalaires avec des touffes de mil. La densité de plantation était de 7 935 poquets de niébé et autant de mil. En 1980, les 22 meilleures variétés ont été de nouveau essayées. En 1979, elles avaient produit une quantité substantielle de fourrage et suffisamment de graines pour permettre à l'agriculteur de ne compter que sur ses propres semences. Au cours de la même année, 15 nouvelles introductions ont également été effectuées. La méthode utilisée consistait à ériger des lignes de niébé alternant avec celles du mil et à faire des semis en poquets sur billons; la population était de 1 050 touffes de niébé/ha et de 7 160 touffes de mil/ha. Cette méthode n'est pas exactement conforme aux pratiques locales; toutefois, elle permet de tester le comportement de la légumineuse sous le couvert de la céréale et en concurrence avec elle. La figure 53 montre qu'en ce qui concerne la production de fanes, les variétés rampantes étaient en moyenne, les meilleures, et que les types semi-érigés produisaient plus que les variétés érigées. La majorité des variétés ont donné entre 500 et 1 500 kg de MS de fourrage.

Tableau 53. *Productivité moyenne des graines de 54 variétés de niébé testées avec et sans engrais, 1979.*

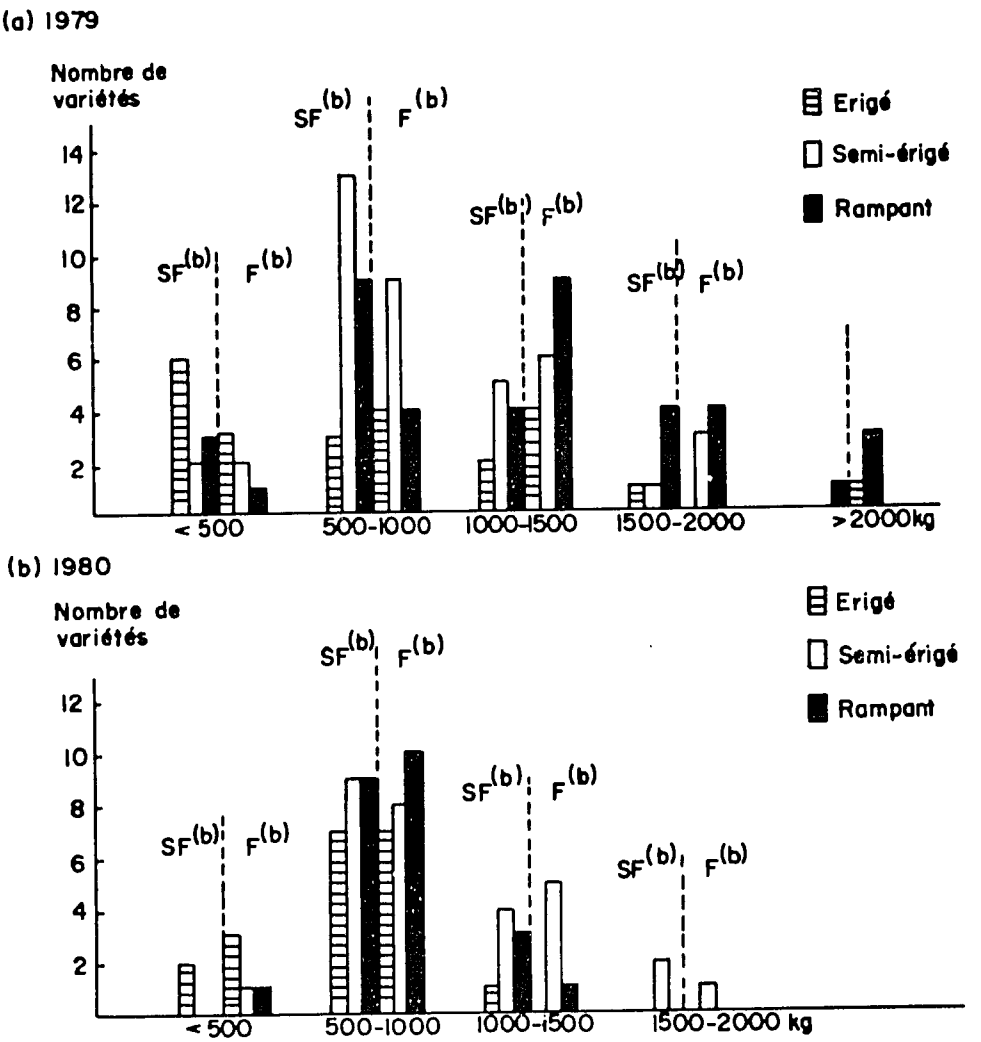
Type	Nombre de variétés	Productivité (kg/ha)	
		Sans engrais	Avec engrais*
Erigé	12	65	96
Semi-érigé	21	41	51
Rampant	21	30	35

* Fertilisation par 30 kg de superphosphate simple P_2O_5 et 2 tonnes de bouse de vache sèche par hectare.

La figure 54 donne la production d'épis de mil et de paille en fonction du pourcentage de niébé produit par cultures intercalaires avec et sans engrais et le tableau 54 fait état des productions de mil et de fanes de niébé obtenues avec divers niveaux de fertilisation et avec différents pourcentages de niébé. Deux conclusions importantes peuvent être tirées: dans une année où la distribution des pluies est bonne, le niébé n'a apparemment aucune influence sur les productions de mil à moins qu'il ne représente 30% au moins des cultures; dans une année où la distribution des pluies est moins favorable ou au cours de laquelle la production est limitée, le niébé est plus compétitif que le mil et répond mieux à l'épandage d'engrais phosphatés. On trouvera au tableau 55, le pourcentage d'augmentation ou de diminution du mil et du niébé avec l'utilisation de superphosphate et de fumure.

Bien que le mil ait produit à lui seul environ 1 100 kg de paille et presque 600 kg d'épis, le contenu en grains était insuffisant, d'où la faible récolte en grains (figure 54). Le rapport des grains aux épis a été de 0,2 contre 0,6 en moyenne, et celui des épis aux pailles a été de 0,4 contre 0,7 en moyenne, ce qui indique que le cycle de développement de la plante n'est pas arrivé à son terme. Ainsi, le succès de la culture du mil dans les régions marginales est fortement tributaire de

Figure 53. *Productivité des variétés de niébé par classe et croissance selon le port, avec et sans engrais, en 1979 et 1980*[a].



(a) En 1959, 54 variétés ont été essayées: 12 érigées, 21 semi-érigées et 21 rampantes; en 1980, 37 variétés ont été essayées: 10 érigées, 15 semi-érigées et 12 rampantes.

(b) SF: sans fertilisation. F = fertilisation avec 2 t de bouse sèche/ha et 30 kg de superphosphate simple P_2O_5 dosant 21% de P_2O_5.

l'humidité du sol en septembre et octobre, et des cultures de belle venue en août peuvent facilement se transformer en paille dépourvue de grains si les pluies cessent tôt.

Les essais effectués dans les villages en vue de la production de fourrage ont révélé que lorsque le niébé était cultivé en billons purs, les pertes causées par les animaux en divagation étaient beaucoup plus élevées que la moyenne; ils ont également indiqué que les plantes dispersées étaient plus difficiles à détecter et donc moins susceptibles d'être pâturées avant la récolte. Il s'ensuit que le bétail doit être étroitement surveillé quand le niébé est cultivé en billons ou en cultures pures.

Les recherches en cours sur la culture intercalaire du niébé et du mil indiquent qu'un sol fertile et assez humide permet au mil de soutenir la concurrence du niébé. Ainsi, dans les bonnes années, les productions de mil intercalaire n'ont pas tendance à baisser lorsque l'on prend soin de maintenir le niveau du niébé à moins de 30% de celui du mil. Cependant, quand le bilan hydrique est négatif, lorsque la fertilité est faible ou que d'autres facteurs ayant une incidence défavorable sur le mil interviennent, le niébé devient trop

Figure 54. *Production d'épis de mil et de paille avec et sans engrais en fonction du pourcentage de niébé (engrais: 2 tonnes de bouse de vache sèche et 30 kg de P_2O_5/ha).*

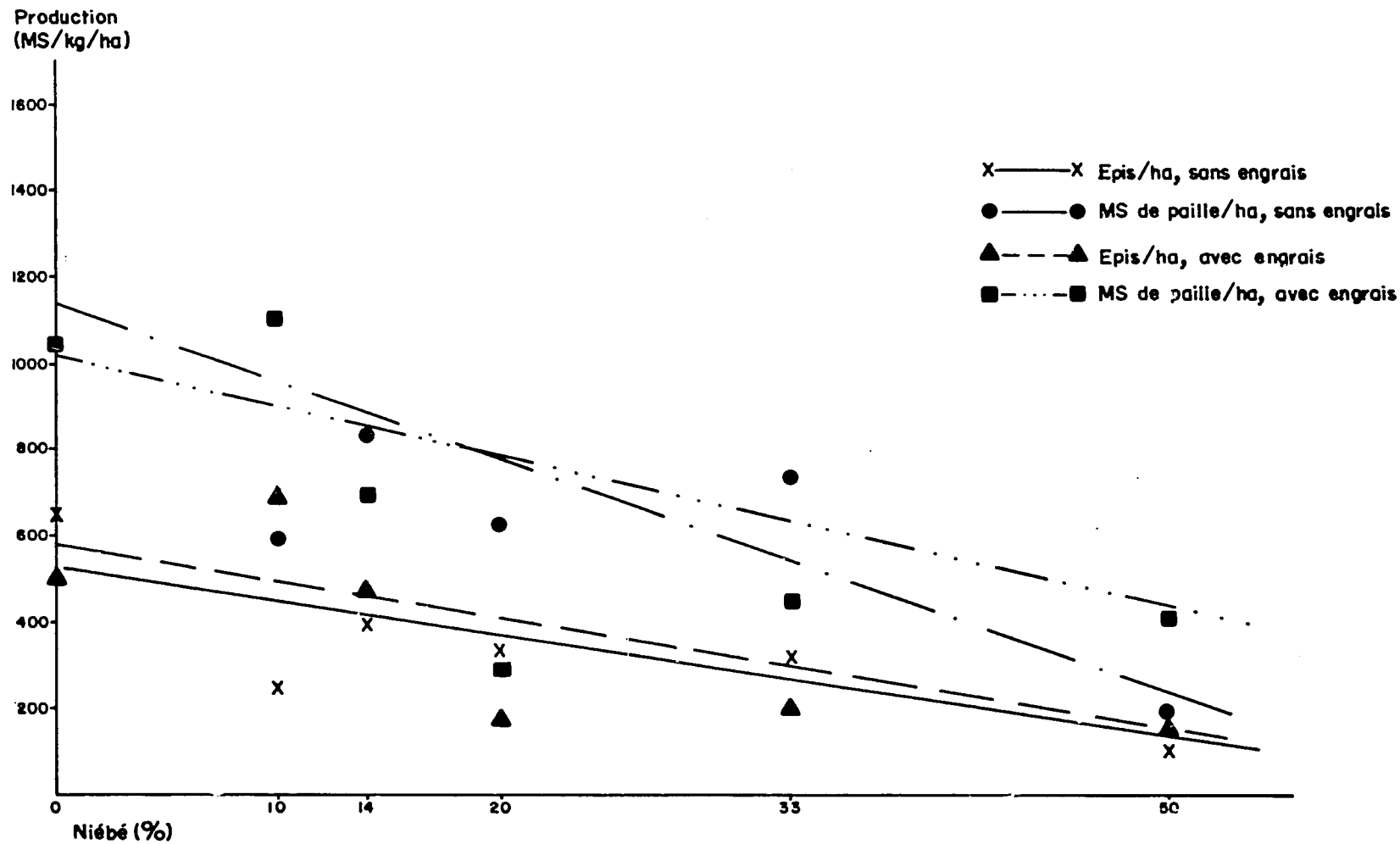


Tableau 54. *Production de grains de mil et de fanes de niébé selon différents niveaux de fertilisation avec une proportion croissante de niébé dans le mélange cultivé.*

	Niveau de fertilisation				
N (urée) (kg/ha)	0	50	0	50	
P_2O_5 (kg/ha)	0	0	50	50	
Niébé (%)	Rendements (kg/ha)				Moyenne
0%: grains de mil	454	715	1110	828	777
fanes de niébé	0	0	0	0	0
20%: grains de mil	614	836	502	1177	782
fanes de niébé	512	722	484	349	517
33%: grains de mil	446	285	947	1276	739
fanes de niébé	775	590	306	356	507
50%: grains de mil	546	327	845	970	672
fanes de niébé	1452	1036	356	435	820
Moyenne*: grains de mil	515	540	851	1063	742
fanes de niébé	913	782	382	380	614

* Moyenne pour les taux de 20%, 33% et 50% seulement.

compétitif; une telle situation pourrait se traduire par une baisse sensible de la production de mil.

Apparemment, on ne dispose guère d'informations sur l'incidence à long terme du niébé sur la production de mil. Selon Steel (1972), le niébé cultivé avec le mil augmente la production de ce dernier. En outre, Wetselaar (1967) a trouvé en Australie que le niébé fixait 136 kg d'azote/ha après une saison de croissance, et 269 kg d'azote/ha après trois saisons. Cependant, Jones et Wild (1975) ont déduit de leurs travaux sur les effets résiduels de différentes cultures sur le maïs que le niébé n'a pas d'effet positif sur les cultures ultérieures, et que sa capacité de fixation de l'azote n'est pas encore clairement démontrée.

Tableau 55. *Effet de la fertilisation par le superphosphate simple et le fumier sur les productions relatives (en %) de grains de mil et de chaumes de niébé.*

P_2O_5 (kg/ha)	10	30	50
Sans fumier:			
grains de mil	−3	+64	+147
chaumes de niébé	+88	+121	+54
Avec fumier:			
grains de mil	+50	+64	+178
chaumes de niébé	+43	+59	+54

10.2.4. Fertilisation du mil

Les résultats de certaines recherches indiquent que le phosphore augmente la production de mil. Par exemple, dans les essais effectués par le CIPEA, on a constaté que pendant la première année, le phosphore utilisé sous forme de phosphate monocalcique soluble augmentait en moyenne la production de mil de 5 kg par kg de P_2O_5, bien que les résultats soient fortement tributaires de la pluviosité, du site et de la date de plantation. Penning de Vries et Djiteye (1982) ont calculé que, lorsqu'un engrais phosphaté soluble est utilisé sur un pâturage naturel, son taux de récupération est de 50 à 70% pendant la première année.

Par contre, on estime que, dans un environnement caractérisé par une faible pluviosité, le phosphore utilisé sous forme de phosphate tricalcique (phosphate naturel de Tilemsi au Mali beaucoup moins soluble que le phosphate monocalcique) est inefficace. Les résultats enregistrés par le CIPEA ont montré une chute de production consécutive à l'application de phosphate naturel (de 6 kg de grains par kg de P_2O_5 pendant la première année). Ces constatations vont dans

Tableau 56. *Production de grains et de paille (MS) de mil à divers niveaux de fertilisation.*

	Fertilisation (kg/ha)				
Azote (urée)	0	50	0	50	Moyenne
Superphosphate simple S_2O_5	0	0	50	50	
Grains (kg/ha)	705	673	829	1178	846
Paille (kg/ha)	1277	1382	1572	2051	1571

le même sens que celles de Djiteye et de Vries (1980) et confirment que sur un pâturage naturel, le phosphate naturel de Tilemsi n'est récupéré qu'à un taux de 2% pendant la première année. Boyer (1970) et Pierri (1971) ont par ailleurs déconseillé l'emploi de phosphates insolubles à des niveaux de pluviosité inférieurs à 700-800 mm. Cependant, le SAFGRAD[1] (1979) a pu produire un excédent de 4 kg de mil par kg de P_2O_5 sous une pluviosité d'environ 430 mm en utilisant le phosphate naturel de Tilemsi au taux de 90 kg de P_2O_5/ha.

Les effets résiduels du phosphore soluble ont été testés sur trois ans et ont montré qu'en moyenne 1 kg de P_2O_5 produisait 14 kg de grains de mil. La figure 55 décrit les résultats d'un essai qui a porté sur deux ans avec une production moyenne de 6 kg de mil/kg de P_2O_5, obtenue en utilisant 30 kg de P_2O_5 sous forme soluble.

L'utilisation d'un engrais azoté dans le cadre de certains essais a permis une augmentation de la production de mil de 1 kg de grains par kg d'azote; toutefois, comme avec le phosphore, les résultats sont très variables. Le SAFGRAD (1979), dans un environnement caractérisé par une pluviosité de 400 mm, a obtenu des résultats comparables. Au nord-est du Mali, dans des conditions (sols et pluviosité) comparables à celles qui prévalaient lors des essais effectués par le CIPEA, Poulain (1976) a obtenu un accroissement de 2,4 kg de grains de mil/kg d'azote et a estimé que pour l'ensemble du Mali, 1 kg d'azote produisait 8 kg de grains de mil ou de sorgho. Le même auteur a signalé une réponse linéaire, quoique faible, du mil à des applications croissantes d'azote. Pierri (1971) a précisé que l'azote n'était efficace que lorsque les autres déficiences en éléments nutritifs, en particulier en phosphore, étaient éliminées, et a recommandé un engrais 25-45-0. Le tableau 56 montre les effets de l'application de NP. Utilisé seul, l'azote entraîne une chute de la production de grains de 5%, tandis que le phosphore, appliqué dans les mêmes conditions, augmente le rendement de 18% (67% pour le composé NP par rapport au témoin).

Penning de Vries et Djiteye (1982) évaluent le taux de récupération de l'azote sur pâturage naturel entre 30 et 80%, les pertes enregistrées avec l'urée étant les plus faibles. Ces auteurs indiquent que lorsque l'azote est appliqué seul à forte dose, il favorise le triplement de la production, que le phosphore utilisé dans les mêmes conditions, double la productivité tandis que la combinaison N+P multiplie le rendement par huit; ils ont par ailleurs démontré les effets résiduels de l'azote pendant la deuxième année, s'inscrivant ainsi en faux contre les théories de Poulain (1975) et Pierri (1971) qui soutiennent qu'aucun effet résiduel ne se manifeste pendant la deuxième année.

La figure 55 montre que l'épandage de fumier n'a qu'un effet limité sur les productions, notamment une augmentation de 29% par rapport au témoin lorsque l'application de fumier est associée à l'utilisation d'engrais, et un accroissement de 18% sans application d'engrais. Cette réponse est faible car, comme l'ont constaté Penning de Vries et Djiteye (1982), sur deux ans, 10% seulement de l'azote du fumier est utilisé; ce taux médiocre de récupération est dû à l'importance du rapport C/N (environ 50) et à la faiblesse du taux d'azote (environ 1%). Selon Pierri (1971), la teneur élevée du fumier en matière organique semble réduire à court terme l'effet des engrais minéraux, mais à long terme, il vaut mieux utiliser la combinaison fumier/engrais qu'employer uniquement de l'engrais, même si cette deuxième solution est plus rentable que celle qui consiste à n'appliquer que du fumier.

L'accroissement de la production de grains de mil va de pair avec celui des épis et des chaumes. Lorsque des engrais phosphorés ou phospho-azotés sont appliqués, les rapports

[1] Projet de recherche et de développement sur les céréales en zone semi-aride.

Figure 55. *Productions annuelles moyennes de mil sur deux ans avec deux engrais phosphatés différents à des niveaux croissants, avec et sans fumier.*

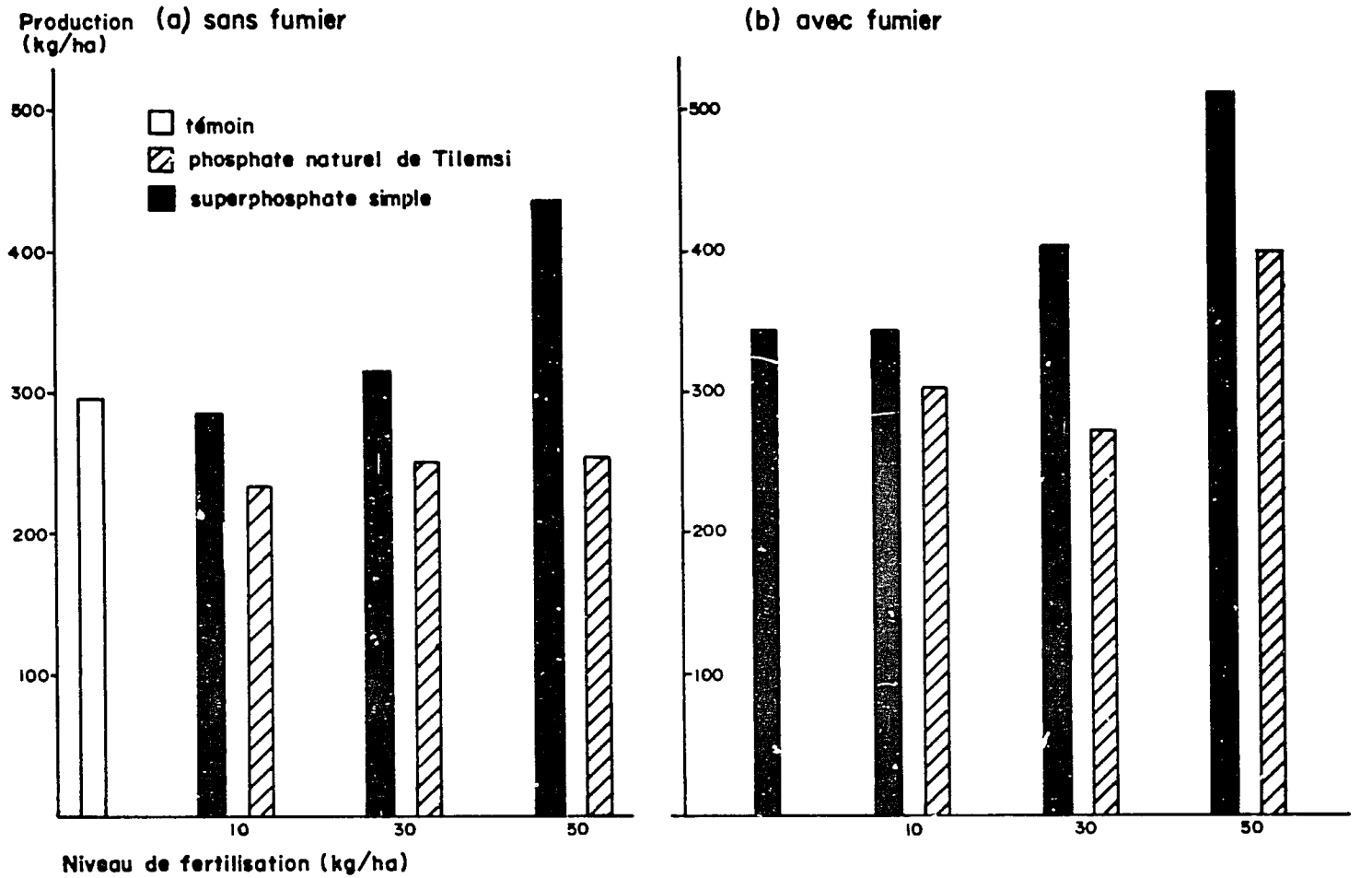


Tableau 57. *Production moyenne de grains de mil (variété* souna*) pour trois villages avec fertilisation des champs de village.*

Production (kg/ha)	Champs de village		
	Témoin	50 kg de P_2O_5/ha sous forme de superphosphate simple	18 kg de N et 50 kg de P_2O_5/ha sous forme de phosphate d'ammonium
Village A	1397	1585	—
Village B	637	782	990
Village C	405	833	929

grains/épis et épis/paille augmentent, tandis qu'avec l'azote utilisé sous forme d'urée ou de fumier, ces rapports ne paraissent pas changer. Il faudrait noter que l'effet des engrais organiques et minéraux est influencé par les nombreuses autres variables qui interviennent dans la production agricole et qu'ils ne sont réellement efficaces que lorsque certaines conditions (ensemencement précoce dans un sol humide et sarclage précoce et fréquent) sont optimales.

On trouvera au tableau 57 une récapitulation des essais effectués dans les trois villages en matière d'utilisation d'engrais. L'augmentation de la production due à l'épandage d'engrais varie de 13% au village A à 130% au village C. Les agriculteurs soutiennent que les engrais, en particulier l'azote, rendent les plantes plus vulnérables à la sécheresse. L'engrais NP n'a pas été testé sur le 'souna' du village A, vu le taux extrêmement élevé de fumure organique que ces champs de village reçoivent (tableau 50).

Une évaluation économique préliminaire de ces essais indique que l'emploi de tels taux d'engrais entraîne une augmentation marginale de la production après un an de culture sur les champs de village et qu'en outre l'épandage d'engrais ne paie pas la première année quoique pendant la deuxième année, le recours au superphosphate simple qui produit un accroissement marginal d'environ 1,5 kg devient économiquement intéressant. Comme le kg de P_2O_5 sous forme de superphosphate simple coûte 357 FM et 304 FM seulement sous forme de phosphate d'ammonium, il s'avère plus profitable de l'utiliser. La faiblesse des productions marginales enregistrées sur certaines exploitations agricoles démontre néanmoins l'important élément risque qu'implique l'emploi d'engrais.

QUATRIEME PARTIE. LE PASTORALISME DANS LES PLAINES D'INONDATION

11. DESCRIPTION GENERALE

(J.J. Swift, A. Diallo et P. Hiernaux)

Le sous-système identifié au chapitre 1 comme celui du pastoralisme à vocation agricole des plaines d'inondation se retrouve dans le delta intérieur du Niger au Mali central; il est caractérisé par l'élevage transhumant et la culture extensive du riz. Chaque année, pendant la période allant de fin juillet à novembre-décembre, les pâturages du delta sont inondés. Les éleveurs transhumants et semi-sédentaires ont un droit de priorité sur les *bourgoutières,* zone pâturable après le retrait des eaux, où leurs animaux passent jusqu'à six mois par an, avant de se rendre sur les pâturages non irrigués du Sahel, dans les régions situées autour du delta où ils séjournent pendant l'autre moitié de l'année. Le principal groupe ethnique utilisant le système est représenté par les Peuhls. Notons toutefois que d'autres ethnies confient leurs animaux aux bouviers Peuhls.

L'unité de production de base est la famille nucléaire ou élargie. Elle habite dans un village de base où la plupart de ses membres séjournent pendant toute l'année. Les animaux détenus par des individus membres de la famille sont élevés ensemble, au sein de troupeaux regroupant le bétail de familles élargies. Contrairement à ce qui semble être la règle dans d'autres systèmes de production, on trouve souvent dans les troupeaux des animaux appartenant à des propriétaires unis par des liens de parenté matrilinéaire, par exemple, des cousins dont les mères sont soeurs plutôt que des cousins dont les pères sont frères. Cette situation s'explique par le fait que les femmes possèdent beaucoup de bovins.

Les troupeaux familliaux se constituent par voie d'héritage, par des dons et des prêts, par l'investissement des bénéfices agricoles dans l'achat de bétail et par le croît. Les femmes acquièrent leur bétail essentiellement par voie d'héritage, par apport dotal et par l'investissement des bénéfices réalisés au titre de la vente du lait. Les bovins représentent la principale espèce élevée en troupeaux. On trouve également d'importants troupeaux de moutons, y compris, dans certains ensembles, le mouton à laine du Macina. Les chèvres sont également représentées au sein des troupeaux mais sont toutefois inférieures en nombre aux deux autres espèces.

Ce sont les hommes qui s'acquittent des principales tâches pastorales et agricoles. Certains travaux agricoles sont encore effectués pour les Peuhls par leurs anciens vassaux (les Rimaïbes) contre paiement en nature. Les pasteurs que la transhumance entraîne loin des villages de base sont de jeunes adolescents ou de jeunes gens célibataires (âgés de 10 ans ou plus) placés sous l'autorité d'un grand propriétaire de troupeau appelé le *Jowro.* Les ménages cultivent le riz ou le font cultiver en tirant parti de l'inondation naturelle et en pratiquant l'irrigation semi-contrôlée dans la zone d'inondation du delta intérieur du Niger. Il convient toutefois de noter qu'ils ne disposent que d'un nombre limité de bovins mâles (moins de 10% du troupeau) comme boeufs de trait.

La migration dans la zone s'organise chaque année en plusieurs étapes bien précises. Les principaux troupeaux ou *garti* quittent le delta avec la montée des eaux en juillet; ils suivent les routes traditionnelles de transhumance connues sous le nom de *bourti,* qui mènent au Sahel mauritanien, au nord-ouest, et dans le Méma, au nord, où ils

passent la saison des pluies. En octobre, ils commencent à retourner vers le delta par les mêmes routes, passent la plus grande partie du mois de novembre dans la zone d'attente qui longe les confins du delta, et pénètrent dans les pâturages inondés au début de décembre. Une fois à l'intérieur du delta, ils suivent le retrait de l'inondation, généralement dans le sens nord-est, en direction du Lac Debo. A l'approche de la fin de la saison sèche, beaucoup de troupeaux retournent au sud vers leurs villages, prêts à repartir dans le Sahel dès le début de la montée des eaux (figure 7).

Deux petites unités ne suivent cependant pas ce schéma général. La première est le *dumti*, constitué par un nombre limité de vaches laitières qui, pendant la saison des pluies, sont gardées au village et nourries en général à l'étable. La production de ces vaches est consommée à l'échelon domestique. La seconde est le *bendi*, formé par le gros des vaches laitières et de leurs veaux que l'on garde le plus longtemps possible autour des villages. Il semble que le nombre d'animaux dans le delta pendant la période d'inondation soit en augmentation. Ce phénomène tient peut-être à la croissance de la demande de lait.

L'utilisation des ressources du delta est régie par un système complexe d'exploitation des pâturages datant du dix-neuvième siècle. Les pâturages du delta sont divisés en 35 unités traditionnelles de pâturage *(leydi)*, de tailles diverses. Dans chacune d'elles fonctionne une structure sociale traditionnelle chargée d'assurer l'attribution ou l'application des droits au pâturage, de déterminer les troupeaux qui ont accès aux pâturages et les modalités de mise en pratique de ce droit, de fixer les rémunérations à verser et d'identifier les personnes habilitées à les recevoir, et enfin, de préciser les dates et l'ordre d'accès des troupeaux aux pâturages. Un statut spécial régit les pâturages réservés aux *dumtis* et aux *bendis*, les pistes que doivent emprunter les troupeaux transhumants passant par le *leydi* et les étapes auxquelles ils doivent s'arrêter. Le Gouvernement malien reconnaît aujourd'hui *de facto* le système d'organisation territoriale basé sur le *leydi* et les autorités régionales font appliquer les décisions relatives à l'utilisation des pâturages prises conjointement par les représentants des éleveurs et ceux de l'administration locale. En dehors du delta, les pâturages des hautes terres sahéliennes ne sont régis par aucun système juridique traditionnel mais les principales pistes de transhumance sont reconnues et théoriquement protégées contre l'empiétement de l'agriculture.

En raison de la culture extensive du riz et des échanges commerciaux, la part des activités liées à l'élevage dans le revenu du ménage est inférieure à celle des activités pastorales des autres systèmes d'élevage, et les produits animaux jouent un rôle moins important dans la nutrition familiale. La production domestique de riz est en grande partie consommée par le ménage. C'est ce qui explique que les quantités commercialisées en ce qui concerne cette céréale soient inférieures à ce qu'elles devraient être dans une économie pastorale où les activités commerciales jouent un rôle important. La proportion de la production globale commercialisée a été estimée à 44% chez les Peuhls du delta du Niger.

Localisé sur une superficie relativement limitée, le système de production de la plaine inondée joue un rôle important dans le secteur de l'élevage au Mali. En gros, 25% du cheptel national de bovins et environ 18% des caprins et des moutons du Mali sont élevés dans cette zone. Comme nous l'avons indiqué précédemment, le système n'est pratiqué que sur une aire limitée; toutefois, on trouve dans d'autres régions du Sahel, par exemple autour des rives du Lac Tchad, des systèmes de production comparables, à une échelle réduite.

Les systèmes pastoraux, bien que très divers, se caractérisent par une très grande mobilité des troupeaux de gros et de petit bétail. Le but de ces déplacements plus ou moins réguliers (tableau 15 et figures 29 et 5[illegible] est de compenser les fortes variations saisonnières du disponible fourrager (voir sections 6.2. et 6.3.). L'éleveur s'efforce ainsi de faire en sorte qu'à chaque saison ses animaux soient dans les régions considérées comme les meilleures du moment du point de vue de la qualité et de la quantité du fourrage, des ressources en eau ou de la santé animale, tout en respectant les conventions établies.

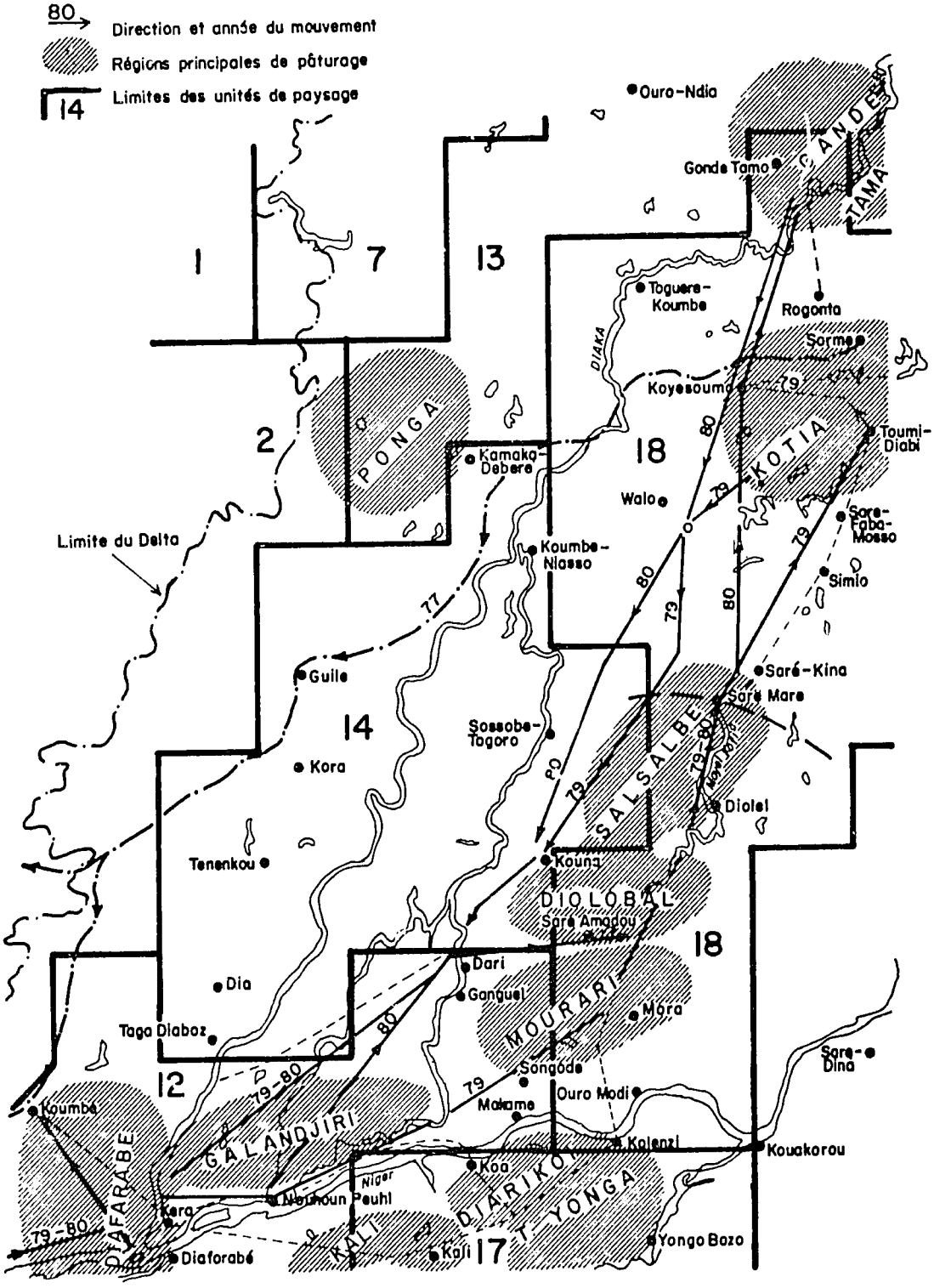
Il semble donc que l'utilisation des pâturages ne s'organise pas autour d'un seul point, comme c'est le cas dans le système agro-pastoral, mais plutôt le long d'un axe reliant plusieurs zones de pâturage. C'est ainsi que le système nomade nord-sahélien s'étend sur une base saisonnière à des régions sahariennes et à des pâturages sahéliens du sud. Le système transhumant, quant à lui, se fonde sur l'utilisation de pâturages sahéliens combinée avec l'exploitation des savanes soudaniennes ou des riches pâturages de la zone d'inondation.

L'utilisation des pâturages sahéliens (voir section 6.2) pendant la saison des pluies est un élément commun à tous les systèmes. Leur

exploitation à cette période ne diffère guère de l'usage qui en est fait dans le cadre du système agro-pastoral. Signalons toutefois qu'ici, les troupeaux, sont plus mobiles. Ce phénomène explique pourquoi la dégradation de la végétation par les troupeaux transhumants est moins marquée, sauf au voisinage des points d'eau et le long des principales routes de transhumance où, quoique localisés, les dégâts qu'ils causent à l'environnement et à la végétation sont considérables (voir section 6.4).

Dans les systèmes pastoraux analysés au cours de la présente étude, les pâturages du delta (section 6.3.) sont utilisés par les éleveurs en saison sèche lorsque les eaux d'inondation se retirent. Malgré le contraste très accusé entre parcours sahéliens et pâturages du delta, qui se reflète notamment dans les niveaux de production et dans la sensibilité à la pâture, leur exploitation se caractérise par une très grande mobilité des troupeaux (voir la carte des déplacements saisonniers des troupeaux de Diafarabé, figure 56).

Figure 56. *Mouvements des troupeaux de Diafarabé dans le delta (novembre-juillet) en 1977, 1979 et 1980.*



12. PRODUCTION ET NUTRITION DES BOVINS

12.1. MOUVEMENTS, STRUCTURE DE LA PROPRIETE ET COMPOSITION DES TROUPEAUX *(A. Diallo)*

Les buts de l'étude sur la productivité consistaient à suivre, de façon continue, les paramètres de production des bovins et la dynamique du peuplement d'un nombre limité de troupeaux dans le système transhumant du delta. Il convient au départ de garder présent à l'esprit qu'une étude couvrant deux ans seulement (décembre 1978 – mars 1981) ne permet pas une quantification fiable de l'ensemble des paramètres qui déterminent le développement et la productivité des troupeaux dans un environnement aussi varié, où prévalent souvent des conditions difficiles.

Les troupeaux étudiés appartiennent à un groupe pastoral assez homogène, titulaire de droits de pâturage dans le *leydi* de Diafarabé, situé sur la frange sud-ouest du delta intérieur du Niger. Ce groupe constitue une entité géographique et administrative connue sous le nom de *Diafaradji*. Ses membres possèdent quelque 14 000 bovins, dont l'aire de pâturage s'étend des confins nord-est du delta au Hodh Harki mauritanien et au Méma malien (figure 7). Lorsque les premières pluies tombent en juillet, les troupeaux quittent les plaines d'inondation du delta pour les hautes terres sahéliennes du nord-ouest, où ils séjournent entre août et octobre. Ils retournent dans le delta en novembre où ils continuent leur transhumance jusqu'aux pluies suivantes (Breman et coll., 1978).

Ces mouvements jouent un rôle décisif dans la dynamique et dans l'exploitation du troupeau; ils ont donné naissance à des relations complexes entre les différents groupes participant à l'exploitation des troupeaux et entre propriétaires d'animaux au sein de ces groupes. Pour encourager les propriétaires de troupeaux à coopérer, le CIPEA a veillé à ce que les vaccins dont ils ont normalement besoin soient effectivement mis à leur disposition pendant la durée de l'étude.

La méthodologie de l'étude était fondamentalement la même que celle utilisée pour le système agro-pastoral mais, en raison du caractère tout à fait particulier du système pastoral, il a fallu procéder à plusieurs modifications dans l'échelonnement des opérations. En outre, comme ici la mobilité des troupeaux était beaucoup plus grande et que les animaux des divers troupeaux et des groupes d'exploitation étaient l'objet de fréquents échanges, l'analyse et le traitement des données se sont avérés beaucoup plus difficiles que pour les troupeaux agro-pastoraux.

Puisque la propriété est susceptible d'influer sur les stratégies d'exploitation et partant, sur la productivité des troupeaux étudiés, il semble tout à fait indiqué de commencer par définir les différentes catégories de propriétaires de bétail. Il y a, en premier lieu, l'éleveur de bovins qui exploite dans le même troupeau les animaux qui lui appartiennent personnellement, ceux de sa propre famille, et souvent, le bétail de la famille élargie à laquelle il appartient. Ce type d'éleveur est habilité à exploiter à sa guise le troupeau dont il est responsable. En deuxième lieu, il y a les propriétaires de bovins qui confient leurs animaux à un ou plusieurs parents et amis et qui par conséquent ne participent pas directement à l'exploitation quotidienne du troupeau, quoiqu'ils aient leur mot à dire sur le plan de la stratégie globale à adopter. En troisième lieu, on trouve des agriculteurs, des pêcheurs, des fonctionnaires et des commerçants possédant des bovins qu'ils font élever dans des troupeaux contre rémunération en nature ou en espèces. Leur rôle dans l'exploitation du troupeau est limité et on pourrait les désigner par l'appellation "investisseurs-propriétaires absentéistes".

Tableau 58. *Distribution de la propriété dans deux troupeaux témoins.*

Type de propriétaire de bétail	Troupeau R		Troupeau S		Total	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
Bouviers	51	(23)	47	(18)	98	(20)
Eleveurs non bouviers	82	(37)	84	(32)	166	(34)
Agriculteurs	5	(2)	9	(3)	14	(3)
Investisseurs	27	(13)	79	(30)	106	(22)
Inconnus	55	(25)	44	(17)	99	(21)
Total	220	(100)	263	(100)	483	(100)
Nbre total de propriétaires	48		29			

Le tableau 58 illustre la complexité de la structure de la propriété des troupeaux transhumants sur la base de la distribution des propriétaires de deux troupeaux pris comme échantillons. Il ressort des données du tableau que l'on considère fiables même si souvent les éleveurs refusent de révéler l'identité des propriétaires, que 77 personnes possèdent collectivement un total de quelque 500 bovins. Environ 50 à 60% du troupeau appartiennent à de "vrais" éleveurs de bovins. 14 à 33% de ce bétail proviennent de propriétaires absentéistes. Le groupe "inconnu" englobe probablement d'autres propriétaires absentéistes ainsi que des parents assez éloignés, membres de la famille élargie.

La présence de différents groupes d'animaux au sein des troupeaux constitue une autre caractéristique des troupeaux transhumants, qui rend malaisée leur étude. Ces groupes sont élevés séparément pendant certaines périodes du cycle général de transhumance et sont exploités de plusieurs manières différentes.

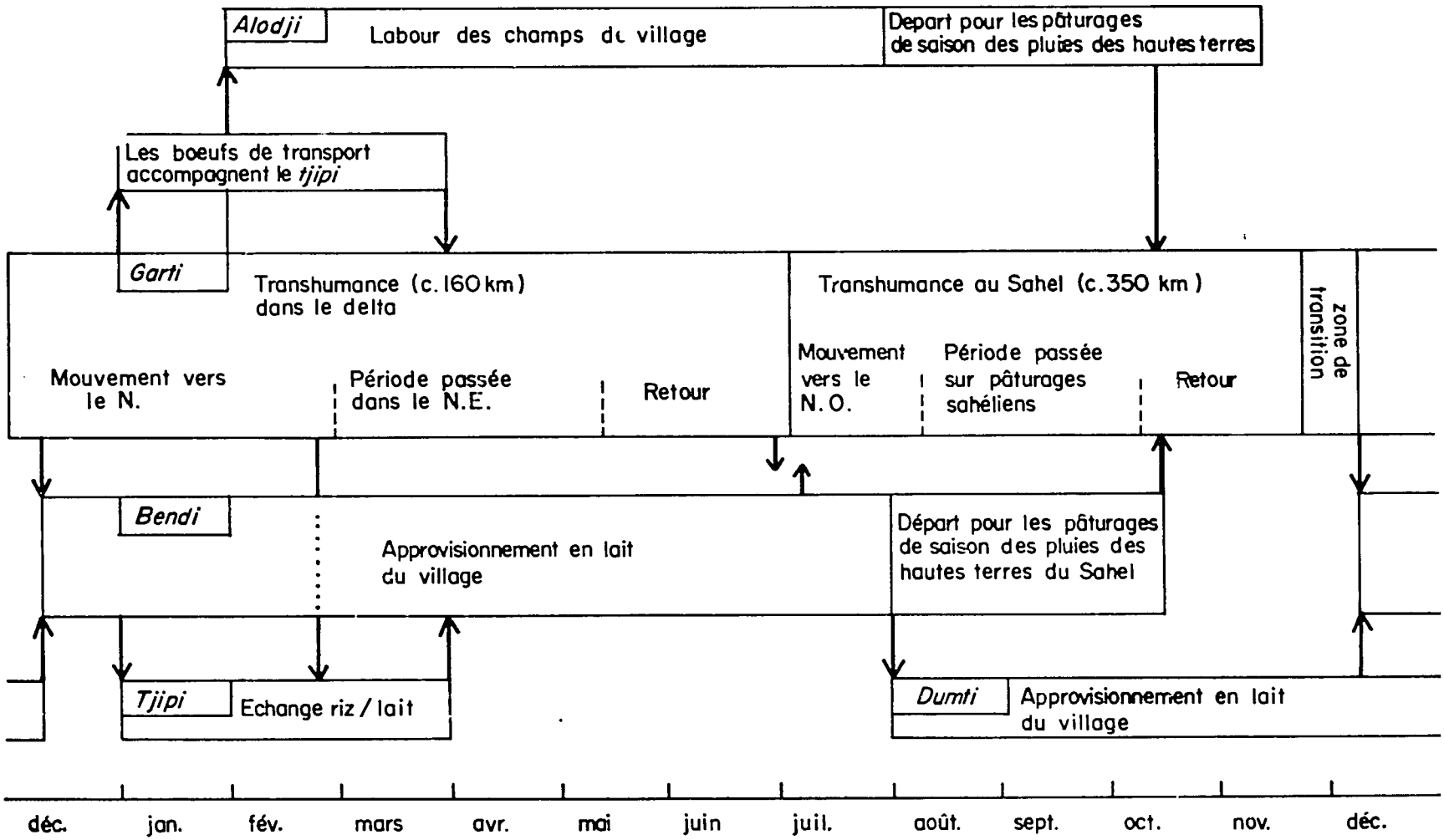
Le gros du troupeau, connu sous le nom de *garti*, est constitué par la majorité des vaches taries et des gravides, la plupart des jeunes taureaux et des génisses, quelques jeunes boeufs et un nombre limité de taureaux reproducteurs. Seulement 20% des vaches en lactation accompagnés de leurs veaux en font partie; leur rôle principal consiste à fournir aux éleveurs du lait qui sera consommé directement ou échangé contre des céréales et d'autres produits nécessaires pendant la transhumance. Le *garti* est la seule unité d'exploitation qui participe totalement à la transhumance (figures 56 et 57) et l'on considère par conséquent qu'il tire pleinement profit de sa grande mobilité qui lui permet d'exploiter de manière adéquate les ressources fourragères sur l'ensemble de la zone de transhumance.

La majorité des vaches en lactation, leurs veaux, quelques génisses, bouvillons et taureaux reproducteurs forment la partie du troupeau connue sous le nom de *bendi*. Ces animaux produisent du lait pour la consommation domestique et la vente sont exploités en fonction de ces objectifs. De décembre à juillet ou début août, le *bendi* reste au voisinage du village; en août il part en transhumance sur une courte distance (100 à 150 km) vers le nord-ouest, sur les hautes terres du Sahel. Il rentre au village en même temps que le *garti* en novembre, période au cours de laquelle les troupeaux se réunissent pour attendre le grand événement que constitue la traversée du Diaka. Pour maintenir la capacité productive du *bendi*, les vaches en lactation sont fréquemment transférées du *garti* et échangées contre des vaches taries. Ces échanges s'effectuent le plus souvent en décembre, au moment de la traversée, mais également au cours de la transhumance du *garti* dans le delta, lorsque les distances entre les deux fractions du troupeau ne sont pas trop grandes.

Pendant la période allant de janvier à mars, une fraction du *bendi*, le *tjipi*, est acheminée vers divers villages du delta par les conducteurs de troupeaux désireux de se procurer du riz en échange de lait. Souvent, on utilise jusqu'à la moitié du *bendi* à cette fin. Les différentes unités de *tjipi* sont généralement accompagnées par quelques boeufs de bât qui transportent le riz au village.

Il existe une quatrième fraction, connue sous le nom de *dumti;* chaque famille peut y envoyer deux ou trois vaches allaitantes. Ces animaux ne

Figure 57. *Déplacements des fractions du troupeau.*



sont séparés du reste du *bendi* que pendant la période des pluies d'août à octobre; le *dumti* joue le rôle du *bendi* lorsque celui-ci s'en va vers les pâturages du Sahel. Peu nombreuse, la population du *dumti* peut facilement bénéficier d'une complémentation à base de son de mil et de sel. Les vaches du *dumti* sont généralement calmes de nature et font partie des meilleures productrices de lait du troupeau. Puisque dans la plupart des cas elles ont récemment vêlé, on les garde à l'écart des reproducteurs pour éviter des conceptions inopportunes.

En ce qui concerne la fraction mâle du troupeau, deux autres unités d'exploitation peuvent être identifiées. Il s'agit tout d'abord des boeufs de transport qui accompagnent le *tjipi* dans ses expéditions commerciales ou qui participent à la transhumance au sein du *garti* et du *bendi* et en second lieu, d'un petit groupe de boeufs de labour (environ, 2,5%) appartenant généralement aux agriculteurs absentéistes ou à des propriétaires de bovins Peuhls qui s'adonnent également à la culture du riz. Pendant la plus grande partie de la saison sèche, immédiatement après la récolte (février-mars) et au cours des premières pluies (mai-juillet), ils sont gardés à proximité des établissements humains pour participer au labour des champs de riz. Ils rejoignent le *bendi* au moment où celui-ci part pour le Sahel, ou quelque temps après.

La structure des échanges entre les unités d'exploitation du troupeau est naturellement tributaire des conditions mésologiques et autres facteurs externes. Par exemple, la composition du *tjipi* dépend en grande partie de l'abondance ou de l'insuffisance de la récolte de riz. Dans les mauvaises années, les vaches laitières sont concentrées dans les villages les plus importants et le volume des ventes de lait est faible puisque les principaux consommateurs sont les cultivateurs de riz. En outre, on constate qu'une mauvaise récolte entraine toujours l'augmentation des prix du riz et rend nécessaire la vente de jeunes animaux (1 ou 2 ans) aux fins de la constitution de stocks de céréales et de ressources financières destinées au paiement des impôts. Par ailleurs, les divers propriétaires de bétail ont tendance à retirer du troupeau beaucoup plus d'animaux en lactation qu'en temps normal, ce qui a pour effet de rendre la situation du bouvier – propriétaire très critique puisque devenu trop petit, sont troupeau n'arrive plus à subvenir à ses besoins et à ceux de sa famille.

Il est également clair que les déplacements constants et complexes des animaux dans le but d'optimiser l'exploitation des diverses fractions du troupeau se traduisent par des disparités considérables sur le plan de l'organisation des troupeaux, à telle enseigne qu'il devient impossible d'affirmer qu'il existe un troupeau-type avec des unités d'exploitation-types. Le pasteur s'engage à s'occuper convenablement des animaux qui lui sont confiés en échange du produit de la vente du lait ou de sa consommation directe. En vertu de ce contrat, le pasteur a droit, pendant un mois au moins, à la production laitière des vaches qui en sont à leur premier vêlage et pendant deux semaines à celle des autres vaches. Ce partage traditionnel du lait entraine des mouvements interminables et très complexes entre les unités d'exploitation. Certaines vaches en lactation, par exemple, sont rendues à leur propriétaire et ne retournent dans le troupeau qu'après six mois ou plus.

Les échanges annuels entre le *garti*, le *bendi* et le *tjipi* présentent une complexité comparable. Tout au long de la saison sèche, les mouvements entre les diverses fractions du troupeau sont assez fréquents. Dans certaines unités, l'usage veut que les veaux nouveau-nés ou les vaches gravides soient retirés tandis que dans d'autres on procède au regroupement des vaches sèches ou malades.

12.2. POPULATION ANIMALE

(A. Diallo)

Les bovins de Diafarabé sont élevés au sein de vastes troupeaux. 78% d'entre eux font partie d'ensembles de plus de 200 têtes qui constituent 44% de tous les troupeaux. Pour l'ensemble du delta, ces chiffres sont nettement supérieurs aux résultats correspondants qui étaient respectivement de 38% et de 18% (tableau 59). Sur les 48 troupeaux, qui représentent la totalité des bovins du *leydi* de Diafarabé, trente neuf ont été dénombrés en novembre 1977 (à leur retour de transhumance). Les plus grands troupeaux comptaient de 700 à 1000 têtes de bovins, tandis que les plus petits en avaient 50 à 75. La distribution des fréquences dans tout le delta a été obtenue sur la base des dénombrements effectués au cours des vols de reconnaissance à basse altitude de fin octobre 1980, qui ont permis d'identifier 609 troupeaux (Milligan et Keita, 1981).

En janvier 1979, les quatre troupeaux pris comme échantillons comptaient environ 1 500 têtes; deux petits troupeaux de 220 et 260 têtes (R et S), un troupeau de taille intermédiaire de 400 têtes (A/V) et un grand troupeau (P) de 650 têtes. Ces chiffres indiquent clairement que les échantillons comportaient un biais en faveur des troupeaux de grande taille.

Tableau 59. *Distribution de la fréquence de la taille des troupeaux de Diafarabé comparée à celle de l'ensemble des troupeaux du delta.*

Taille du troupeau	‹ 100	100-200	200-300	300-400	400-500	› 500
Diafarabé						
Nombre échantillonné	15	7	6	5	3	3
% du total des troupeaux	38	18	15	13	8	8
% du total des bovins	9	13	18	21	17	22
Delta entier						
%du total des troupeaux	57	25	11	4	1	2
%du total des bovins	39	24	18	9	3	8

Sources: l'auteur, Milligan, K. et Keita, M. (1981)

Au début de l'étude, la composition par âge a été déterminée sur la base de l'éruption des dents (tableau 60). A l'occasion des entretiens avec les éleveurs sur l'histoire de la reproduction de leur bétail, on a également pu obtenir des données sur l'âge des animaux. Toutefois, celles-ci n'étaient guère fiables. Les données des tableaux 61 et 62 révèlent ce qui suit:

a) une réduction rapide de l'élément mâle du troupeau avec l'âge (par suite de ventes ou de retraits par le propriétaire), si bien que dans les groupes d'âge au-dessus de 3 ans, 70 à 75% de tous les animaux sont des femelles, composition qui cadre avec une stratégie d'exploitation visant en premier lieu à assurer la production de lait;
b) une population de jeunes de 61% pour le troupeau le plus grand, proportion beaucoup plus élevée que celle relevée dans les troupeaux les plus petits, ce qui indique, soit un accroissement substantiel du taux de reproduction au cours des années récentes, soit l'utilisation des troupeaux comme "crèches" pour les propriétaires absentéistes.

Des conclusions semblables peuvent être tirées de la pyramide des âges de la population (figures 58 et 59). La figure 59,présente des anomalies; par exemple, un chiffre relativement faible pour la classe de 6 à 9 ans, qui pourrait s'expliquer par la sécheresse du début des années 1970.

En ce qui concerne la composition des troupeaux, on note des variations considérables qui ne sont pas liées au processus de croissance mais plutôt à l'addition ou au retrait d'animaux.

Au demeurant, il s'avère difficile d'estimer le croît naturel des troupeaux puisque parallèlement aux naissances, aux décès et aux ventes directes, il existe d'autres transactions qui entraînent des changements au niveau de leur composition. Le tableau 62 présente les augmentations numériques moyennes et proportionnelles des

Tableau 60. *Structure du troupeau global de bovins basée sur la dentition de quatre troupeaux transhumants.*

Age en mois[1]	Dentition	Mâles		Femelles	Total
		entiers	castrés		
1-24	dents de lait	13,9	-	18,2	32,1
21-30	1 paire	2,9	-	5,9	8,8
30-39	2 paires	3,2	0,2	5,9	9,3
39-48	3 paires	1,2	1,2	6,1	8,5
› 48	4 paires	2	6,5	32,8	41,3
Total		31,1		68,9	100

[1] Classes d'âge basées sur l'éruption des dents; d'après Wilson et Clarke (1976).

Tableau 61. *Structure moyenne du troupeau de bovins pour trois troupeaux relativement petits groupés et pour un grand troupeau (en % de tous les animaux), basée sur les âges mentionnés par les éleveurs.*

Age en années	Troupeaux R, S et A/V		Troupeau P	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
< 1	6	7,3	10,4	11,7
1-3	14	17,6	14,3	24,5
3-5	7	14,1	4,4	11,4
> 5	6,6	27,4	7,4	15,9
Total	33,6	66,4	36,5	63,5

différents groupes par âge et par sexe. L'examen de ce tableau n'indique pas de changements notables en ce qui concerne la structure et la composition globale des troupeaux. Toutefois, on constate qu'en termes de pourcentages, il y a une forte augmentation des mâles, un accroissement modéré des femelles et, en ce qui concerne les veaux de moins de 1 an, une stagnation, voire une baisse. L'accroissement total global pour les trois troupeaux étudiés sur une période de deux ans est de 30%.

Pour essayer de déterminer la part due au croît naturel, un bilan des entrées et des sorties a été dressé (tableau 63). Il semble que les changements s'expliquent surtout par le rapport des décès aux naissances, et ensuite, par le rapport des propriétaires plaçant leurs animaux dans le troupeau à ceux qui reprennent les leurs, plutôt que par les ventes qui sont peu importantes si on les considère en termes de pourcentage de l'ensemble du bétail (2,9% en 1979 et 4% en 1980). On peut par conséquent supposer que l'accroissement du nombre de génisses, de jeunes taureaux et de vaches (tableau 62) est surtout dû à des changements naturels intervenus pendant deux ans dans les diverses classes d'âge, exception faite éventuellement du cas des génisses dont certaines ont été vendues. L'augmentation du nombre des mâles adultes peut être due aux apports des propriétaires "absents", notamment des agriculteurs qui confient leurs boeufs aux bouviers pendant la saison des pluies. La réduction du nombre des veaux peut s'expliquer par la chute du taux des vêlages en 1980 par comparaison avec 1979 (voir tableau 64).

12.3. REPRODUCTION, MORTALITE ET CROISSANCE *(A. Diallo et K. Wagenaar)*

Le tableau 65 présente à la fois une diminution moyenne du taux des vêlages en 1980 et des disparités considérables entre troupeaux. Si pour 1980 la chute du taux peut facilement s'expliquer par les déficiences des pâturages et l'insuffisance des ressources en eau qui ont entraîné un fléchissement du taux des conceptions, il n'en est pas de même des différences entre les troupeaux. Celles-ci pourraient tenir à des disparités relatives aux niveaux de compétence en matière d'exploitation

Tableau 62. *Accroissements moyens par groupe (âge/sexe) dans les troupeaux R, S et A/V, sur deux années.*

	1-1-1979		31-12-1980		Accroiss. annuel
	Nombre	%	Nombre	%	%
Jeunes femelles	69	9,6	67	7,2	- 1,4
Veaux mâles	69	9,6	57	6,1	- 8,7
Femelles 1-3 ans	119	16,6	149	16	+12,6
Vaches 3 ans	303	42,1	388	41,5	14
Taureaux 1-3 ans	67	9,3	138	14,8	+53
Mâles adultes	92	12,8	134	14,4	+22,8

Figure 58. *Structure générale des troupeaux R, S et A/V en décembre 1980.*

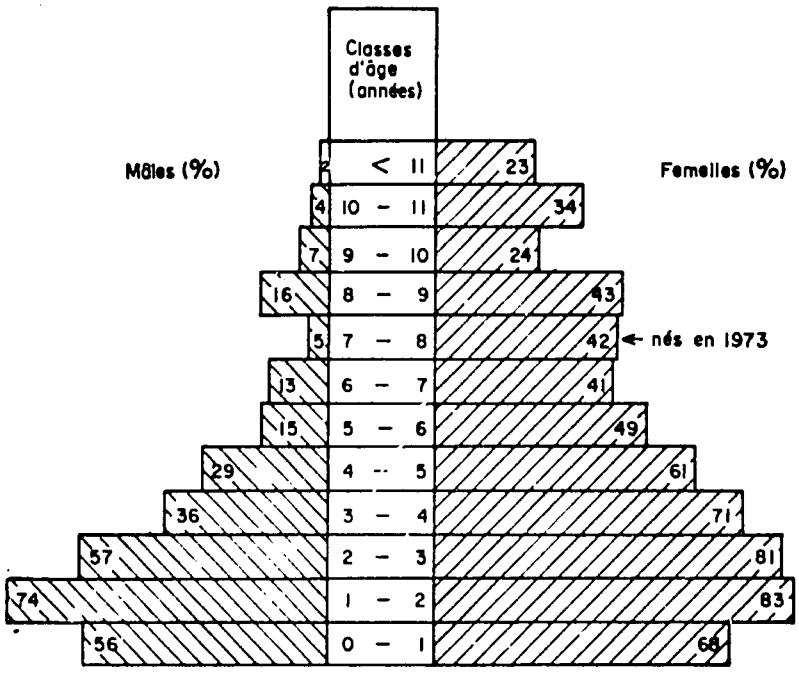


Figure 59. *Structure du troupeau P en décembre 1978.*

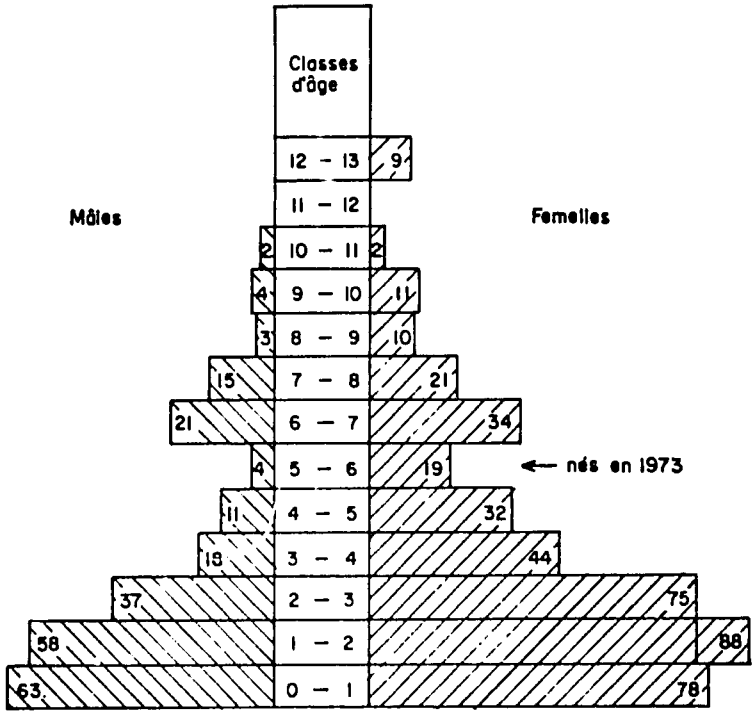


Tableau 63. *Bilan des entrées et des sorties pour trois troupeaux (R, S et A/V) entre le 1.1.79 et le 31.12.80.*

Entrées			Sorties		
	Nombre	%		Nombre	%
Naissances	385	78,6	Mortalité	152	55,3
Achats	19	3,9	Ventes	55	20
Dons et prêts	11	2,2	Dons et prêts	9	3,3
Entrées par propr.	61	12,4	Reprises par propr.	34	12,3
Inconnues	14	2,9	Inconnues/pertes	25	9,1
Total	490	100		275	100

des troupeaux et aux parcours de transhumance utilisés. Toutefois, à cet égard, il n'existe aucune certitude absolue.

La distribution mensuelle des naissances donnée à la figure 60 montre également des différences sensibles entre années et entre troupeaux, bien qu'il soit impossible dans l'ensemble de déterminer un schéma saisonnier distinct. Dans le troupeau P, outre la période du mois de janvier caractérisée par un nombre relativement important de naissances (troupeaux A/V en 1979 et R en 1980), on note une pointe très nette en mai-juin, ce qui signifie que les taux de conception sont élevés pendant la saison des pluies.

L'âge moyen au premier vêlage (3,75 ans) a été évalué à partir de 70 observations et aucun effet significatif de la saison de la naissance de la mère n'a été constaté. L'intervalle entre les vêlages, calculé à partir de 247 cas connus, était de 19 mois. Seuls les cas les plus pertinents, c'est-à-dire ceux qui ne débordaient pas du cadre temporel de l'étude, ont été relevés et les vaches dont l'intervalle entre vêlages était plus long n'ont pas été prises en considération. L'année de la naissance et le nombre de parturitions de la vache n'ont pas eu d'effet significatif sur l'intervalle entre vêlages.

Tableau 64. *Pourcentage moyen de vêlage et âge au sevrage dans trois troupeaux-échantillons.*

Troupeau	Vêlages (%)		Age au sevrage	
	1979	1980	Mois	Nombre
R	68	76	11,2	12
S	69	39	12,1	39
A/V	50	50	12,3	16
P	-	-	9,4	29
Moyenne/total	59	53	11,3	101

Le tableau 64 montre que le sevrage se produit en moyenne à 11,3 mois. Il semble cependant qu'il y ait de grandes disparités d'un troupeau à l'autre, situation qui révèle des différences significatives entre les stratégies de sevrage ($P < 0,001$).

On a constaté l'influence du rang de la naissance sur l'âge au sevrage (tableau 65), qui est plus avancé pour les animaux issus de la première parturition et qui diminue graduellement avec les parturitions suivantes ($P < 0,05$). Apparemment, l'âge au sevrage n'influe pas beaucoup sur la croissance, puisqu'il intervient toujours à un moment où les veaux sont capables de se nourrir tout seuls.

Tableau 65. *Effet du rang de la naissance sur l'âge au sevrage.*

Nombre d'observations (N)	Rang de la naissance	Age moyen au sevrage (mois)
24	1	14,1
17	2	11,5
28	3	11,8
9	4	10,4
11	≥5	10,4

La longévité des femelles a été déterminée sur la base de données fournies par des éleveurs enquêtés. Comme le montre le tableau 66, on assiste à une réduction rapide du nombre des vaches de plus de 10 ans, et six ou sept veaux seulement constituent des exceptions. La plupart des vaches ne produisent pas plus de quatre ou cinq

Figure 60. *Histogrammes de répartition des naissances (fréquence relative en % par troupeau).*

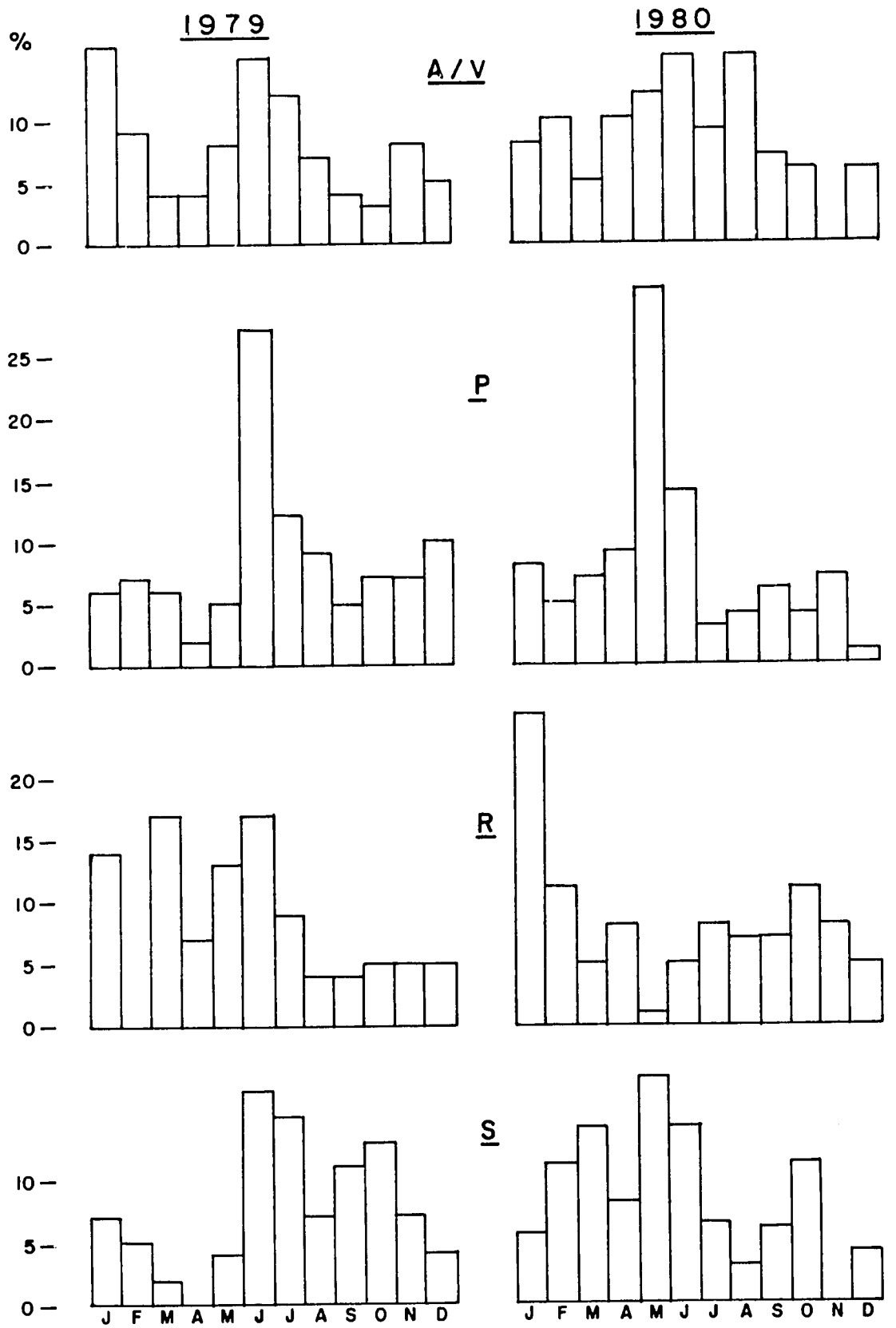


Tableau 66. *Carrière des reproductrices dans le système pastoral.*

Age (années)	Nombre d'animaux	Veaux produits	
		Moyenne	± E.T.
14	2	7	0
13	2	6	0
12	8	5,1	0,78
11	14	4,6	1,59
10	36	5	1,40
9	30	4	0,98
8	47	3,3	1,05
7	50	2,6	1,09
6	44	2,2	1,60
5	69	1,3	0,84
4	61	0,8	0,71

Sources: établi par les auteurs à partir d'informations fournies par les éleveurs.

veaux durant toute leur vie. A 5 ans, 78% des vaches avaient donné naissance à un veau au moins.

Le tableau 67 expose les composantes de la mortalité des veaux observées sur deux ans dans trois troupeaux. Les données qui y figurent montrent que la mortalité des veaux a été plus élevée en 1980 qu'en 1979, à cause des niveaux records des mortinaissances dans le troupeau R (36,4%) et des avortements dans le troupeau S (40,2%). Les décès des veaux âgés de 0 à 1 an s'élevaient à 17,5% en moyenne, le chiffre le plus bas étant de 12% en 1979 pour le troupeau A/V et le pourcentage record étant de 21% pour le troupeau S; mais il semble que pour cette composante de la mortalité les disparités aient été moins notables que pour les autres. Néanmoins, l'analyse par les moindres carrés a démontré que le sexe et le troupeau n'avaient pas d'effet significatif sur la mortalité dans la première année, pas plus que la saison de natalité, contrairement à ce qu'on aurait pu penser. Le seul effet significatif noté était dû au poids à la naissance.

Le taux de mortalité chez les animaux les plus âgés est nettement plus faible que chez les veaux (4,2% pour les bovins de plus de 3 ans, contre 5,5% pour ceux âgés de 1 à 3 ans). Les tableaux 68 et 69 présentent respectivement l'effet du troupeau et de l'année sur la mortalité ainsi que celui de la saison. Comme pour les veaux, la mortalité a été plus élevée en 1980 qu'en 1979, tout en étant plus faible pour le troupeau S. L'influence de la saison sur la mortalité s'est fait sentir pour tous les animaux nés d'avril à septembre: les taux ont été très élevés. Il est toutefois difficile

Tableau 67. *Mortalité annuelle (%) des veaux de moins de 1 an, sur deux années et pour trois troupeaux.*

Troupeau et année	Nombre de veaux nés[a]	Pourcentage de la mortalité			
		Avortements	Mort-nés	1-365 j.	Total
R					
1979	55	1,8	9,1	16,3	27,2
1980	66	1,5	15,2	19,7	36,4
S					
1979	63	4,7	3	12,8	20,5
1980	42	14,3	4,5	21,4	40,2
A/V					
1979	75	4	5,3	12	21,3
1980	84	1,2	4,7	22,6	28,5
Moyennes par année:					
1979	193	3,6	5,7	13,6	22,9
1980	192	4,2	8,3	21,3	33,8
Moyennes globales	385	3,9	7	17,5	28,3

[a] Avortements compris.

Tableau 68. *Mortalité des animaux les plus âges pour trois troupeaux, en 1979 et 1980.*

Classe d'âge	Troupeau R	Troupeau S	Troupeau A/V	Moyenne (N)
1-3 ans 1979	8,5	1,8	7,9	6,1 (11)
1980	4,7	0	2,5	2,4 (5)
› 3 ans 1979	4	2,9	7,7	4,9 (22)
1980	10,5	2,6	5,5	6,2 (30)

Tableau 69. *Distribution saisonnière (%) de la mortalité pour trois classes d'âge différentes.*

Classe d'âge	‹ 1 an	1-3 ans	›3 ans
Saison:			
jan.-mars	18	17	11
avril-juin	26	33	33
juill.-sept	27	39	31
oct.-déc.	29	11	25
Taux moyen de mortalité	28,3	4,2	5,5

d'expliquer les disparités relevées dans la mesure où il n'a pas été procédé à la collecte de renseignements détaillés sur les causes de la mortalité.

Certaines informations concernant les causes de décès, la fréquence et l'incidence de diverses maladies ont cependant été fournies par des bouviers enquêtés. Les principaux résultats figurent dans le tableau 70.

Performance et croissance

Le poids moyen à la naissance de 416 veaux nés vivants au cours des deux ans qu'a durés l'étude était de 17,6 kg pour les mâles et de 16,3 kg pour les femelles. L'analyse par les moindres carrés figurant dans le tableau 71 a mis en évidence des effets significatifs du mois, de l'année de la naissance et du sexe, sur le poids à la naissance.

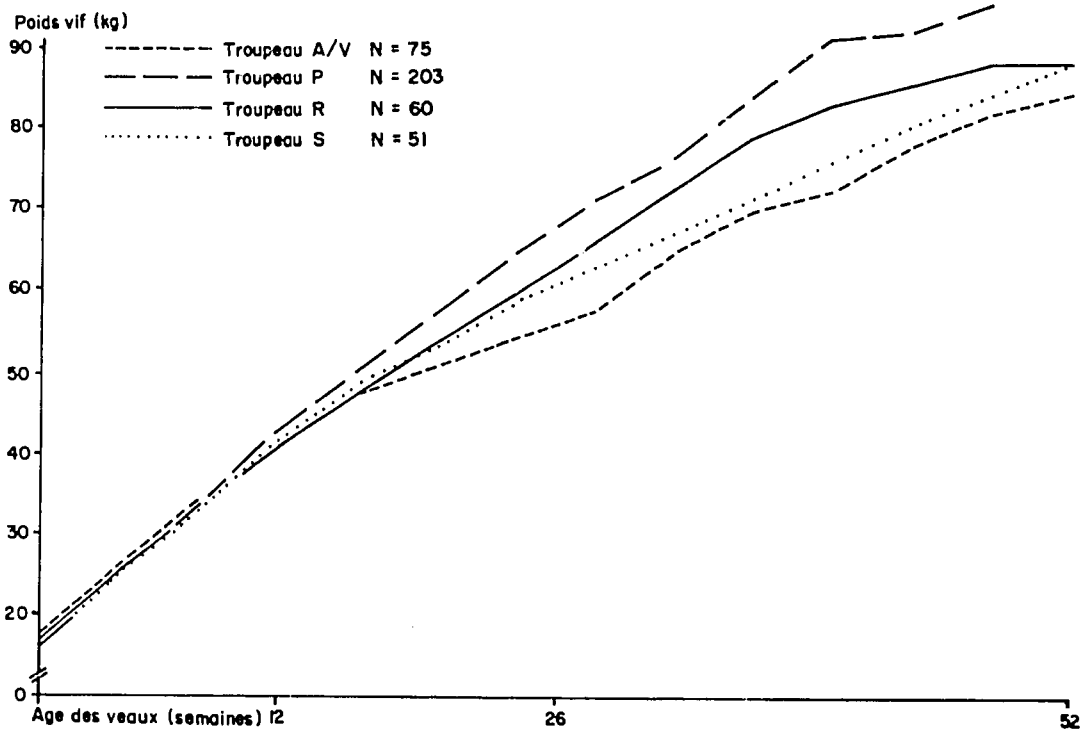
Le mois de la naissance a continué à exercer une influence significative sur la croissance jusqu'à l'âge de 9 mois, mais à 1 an cet effet n'était plus significatif, car tous les veaux avaient bénéficié des mêmes conditions nutritionnelles. Jusqu'à 3 mois, les veaux nés pendant la saison des pluies ont gagné du poids beaucoup plus rapidement que ceux nés au cours des autres saisons; à l'âge de 1 an, les veaux nés immédiatement après la saison des pluies (octobre-décembre) étaient les plus lourds, car ils avaient profité, à l'âge de 10-12 mois, du pâturage de saison des pluies et gagné 0,19 kg/jour alors que le gain de poids enregistré par tous les veaux âgés de 10 à 12 mois pendant la période d'octobre à mars était presque nul (tableau 72). Pour tous les âges, la meilleure période de croissance était la saison des pluies, suivie par la période de fin de saison sèche (avril-juin).

La croissance des veaux élevés dans différents troupeaux était identique jusqu'à environ 4 mois, puis elle divergeait entre 4 et 9 mois et convergeait de nouveau à 1 an, exception faite du cas du troupeau P, dont les veaux pesaient plus lourds. Cette disparité révèle que ce troupeau

Tableau 70. *Principales maladies des bovins transhumants.*

Maladie	Fréquence	Saison
Pleuro-pneumonie contagieuse des bovins et autres maladies pulmonaires	Très communes	Toute l'année
Peste bovine	De plus en plus commune	Saison froide
Charbon	Commune	Saison froide
Dermatophilose	Très, très commune	Saison sèche
Trypanosomiase	Rare	Saison des pluies
Pasteurellose	Tres peu commune	Fin de saison pluvieuse
Diarrhées	Très communes	Pluies précoces

Figure 61. *Croissance des veaux dans différents troupeaux.*



n'est pas exploité de la même manière que les autres parce qu'il compte une proportion plus élevée de femelles allaitantes, ce qui a pour effet d'atténuer la compétition entre l'homme et le veau pour le lait (figure 61).

Les mesures enregistrées entre 1 et 6 ans mettent en relief la différence de poids entre mâles et femelles qui, de 14 kg à 2 ans passe à 25 kg à 3 ans. La croissance des femelles est très lente à partir de 4 ans; elles pèsent en moyenne 200 kg

Tableau 71. *Effets de l'environnement sur la croissance des animaux jusqu'à l'âge de 6 ans.*

Age	Nbre	Poids vif moyen (kg)	Mois de la naissance	Année de la naissance	Troupeau	Sexe	Rang de la naissance
Naissance	416	17	xx	xx	NS	xxx	NS
1 m	359	25	xx	NS	NS	xx	x
3 m	259	38	xx	xx	NS	xx	x
6 m	226	61	xx	xx	xx	xx	x
2 m	205	73	NS	xx	x	x	NS
1 an	178	81	NS	NS	NS	NS	xx
2 ans	103	121	NS	NS	NS	x	NS
3 ans	141[a]	173	–[b]	–[b]	NS	xx	–[b]
4 ans	109	222	–	–	NS	xx	–
5 ans	83	224	–	–	NS	xxx	–
6 ans	72	241	–	–	NS	xxx	–

x = P ‹ 0,05; xx = P ‹ 0,01; xxx = P ‹ 0,001; NS = non significatif.

a L'augmentation du nombre d'animaux âgés de 3 ans est due à l'introduction d'animaux dont la date de naissance était inconnue.

b Le mois et l'année de naissance n'ont pas été analysés par manque de données.

Tableau 72. *Taux de croissance journalière (kg) par catégories de veaux nés en différentes saisons.*

Saison de naissance	Age en mois				Gain journalier annuel	Poids vif à 1 an
	0–3	4–6	7–9	10–12		
Jan.-mars	0,17	0,16	0,28	0,06	0,165	77,1
Avril-juin	0,21	0,38	0,12	0,01	0,177	81,7
Juill.-sept.	0,33	0,22	0,08	0,10	0,180	82,5
Oct.-déc.	0,23	0,16	0,20	0,19	0,192	87,1
Moyenne	0,24	0,23	0,17	0,09	0,178	82,1

environ à l'âge adulte tandis que les mâles atteignent 265 kg en moyenne à 6 ans. Puisque l'âge au premier vêlage est de 4 ans, la conception a lieu à environ 3 ans 1/4, quand le poids des femelles n'est que de 160 à 170 kg.

12.4. LA PRODUCTION DE LAIT

(A. Diallo et K. Wagenaar)

Dans le système pastoral, le principal objectif en matière d'élevage est la production de lait. De l'avis même des bouviers, "un petit troupeau de vaches laitières vaut mieux qu'un immense troupeau de taureaux et de bœufs". Interrogés sur les raisons de leurs préférences, ils répondent très simplement: "Nous préférons manger un petit peu chaque jour plutôt que beaucoup certains jours seulement". C'est cette approche qui inspire toute la stratégie d'exploitation des troupeaux. Quelles sont les modalités d'application d'une telle philosophie? Les vaches laitières sont tout d'abord réparties entre différentes fractions du troupeau *(bendi, tjipi, dumti)* qui sont ensuite soumises à divers modes d'exploitation (par exemple, on les fait paître sur le *harima*, pâturages réservés qu'on trouve autour du village). C'est ce qui explique la distribution assez régulière des naissances tout au long de l'année. Cependant, puisque la production moyenne de lait par vache est faible, la tendance est de porter au maximum le nombre des reproductrices, ce qui entraîne l'accroissement de la charge du *harima*.

Après la traite qui a lieu le soir, lorsque les animaux reviennent du pâturage, les veaux rejoignent leurs mères avec lesquelles ils restent jusqu'au lendemain matin, au moment où celles-ci partent pour le pâturage.

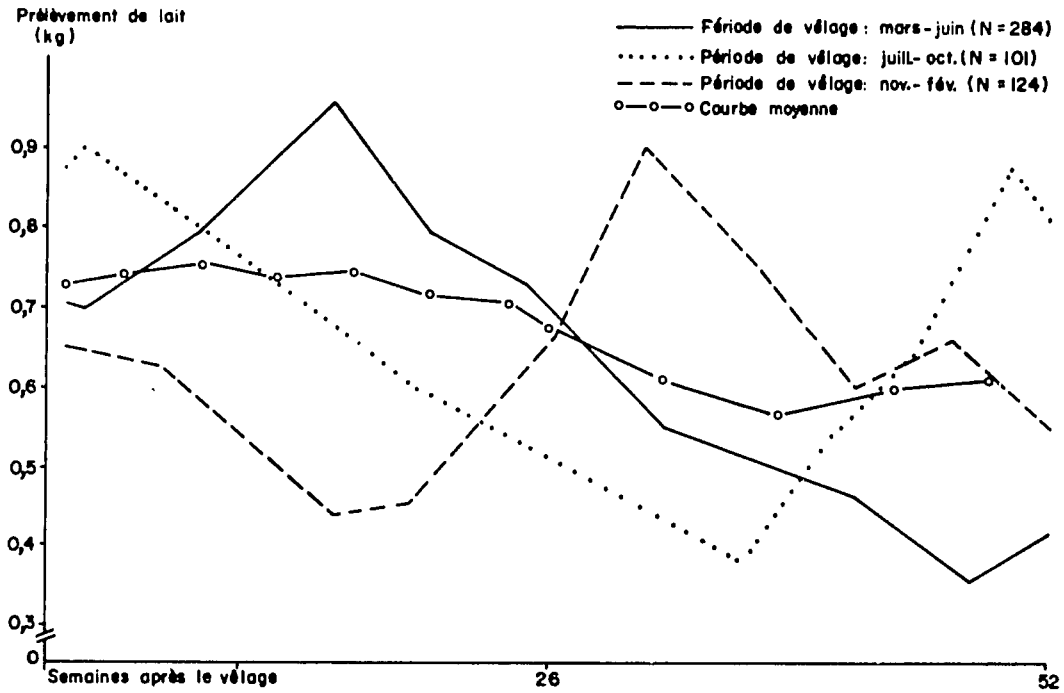
On trouvera à la figure 62 les courbes de prélèvement du lait qui donnent en moyenne des niveaux minimum et maximum respectifs de 0,35 et 0,95 litre/vache/jour. Cependant, la saison du vêlage modifie sensiblement l'aspect des courbes qui atteignent toutes des pointes pendant la saison des pluies, lorsque la qualité du fourrage des pâturages est bonne. Ainsi, pour les vaches qui vêlent pendant la saison des pluies, la production de lait prélevé tombe d'un niveau maximum de 0,9 litre au vêlage à 0,4 litre six mois plus tard; toutefois, elle atteint un second sommet (0,9 litre) 11 mois après le vêlage. Pour les vaches qui vêlent entre novembre et février, on enregistre une pointe six mois environ après la mise bas tandis que pour celles qui ont des veaux juste avant la saison des pluies la période de pointe intervient trois mois après le vêlage. C'est en raison de ces interactions que la courbe moyenne de prélèvement a la forme d'une ligne droite légèrement descendante.

Au sevrage, après 11,3 mois, la quantité moyenne de lait prélevé est de 235 kg pour 509 lactations. Elle est significativement influencée par la saison de vêlage ($P < 0,001$) et quelquefois par l'année de la naissance, par l'interaction de l'année avec la saison de la naissance et par le troupeau. Le propriétaire, le sexe du petit et le rang de sa naissance n'ont pas d'effet significatif.

On a estimé les quantités de lait consommées par les veaux au cours des six premiers mois de lactation sur la base de la croissance du veau, en utilisant les coefficients de conversion de litres de lait/kg de croissance de veau déterminés par Montsma (1962) dans son étude sur le zébu Sokoto au Ghana. Elles se présentent comme suit: 0-8 semaines = 8; 0-13 semaines = 8,1; 0-26 semaines = 6,3. Avec le coefficient de conversion de 6,3 pour 0-26 semaines, la production totale de lait s'élevait à 428 kg, dont 132 kg étaient prélevés par l'homme et 277 kg (67,73%) consommés par le veau qui gagnait 47 kg en six mois.

Il n'a pas été possible de vérifier l'hypothèse qui attribue la faiblesse des taux de croissance des veaux aux quantités substantielles de lait prélevées sur les mères par l'homme. En fait, c'est le

Figure 62. *Effets de la saison sur les courbes de prélèvement de lait.*



contraire qui semble se produire généralement. Les régressions quadratiques de la croissance du veau (g/jour) sur le prélèvement de lait (l/jour) pour des périodes de croissance de 8 semaines (figure 63) et par saison de naissance (figure 64) ont presque toutes une forme linéaire, positive et significative (tableau 73). Cependant, dans plusieurs cas, on note qu'un coefficient quadratique négatif entraîne une régression notable de la réponse aux niveaux de prélèvement les plus élevés. Ce qui précède semble indiquer que les taux de prélèvement les plus élevés ont un effet négatif sur la croissance du veau.

12.5. CONDITIONS DE PATURAGE ET NUTRITION *(P.N. de Leeuw et A. Diallo)*

Caractéristiques de la zone de pâturage deltaïque

La figure 56 présente les routes de transhumance suivies par les troupeaux de Diafarabé au cours de la période 1977-1980. Décrite schématiquement, compte non tenu des pâturages occasionnels, la

Tableau 73. *Importance des coefficients de régression du taux de croissance du veau en fonction du prélèvement de lait.*

		Importance du coefficient de régression			
		linéaire	quadratique	R	N
Saison de naissance (croissance de 26 semaines)	nov.-févr.	x	NS	0,33	38
	mars-juin	xxx	xxx	0,52	53
	juill.-oct.	NS	NS	0,33	21
Période de croissance	0-8 semaines	xx	NS	0,42	278
	9-17 semaines	xxx	xxx	0,45	166
	18-26 semaines	x	NS	0,25	108
26 semaines de croissance	tous les veaux	xxx	xxx	0,55	112

Figure 63. *Croissance du veau en fonction du prélèvement de lait par périodes de 8 semaines.*

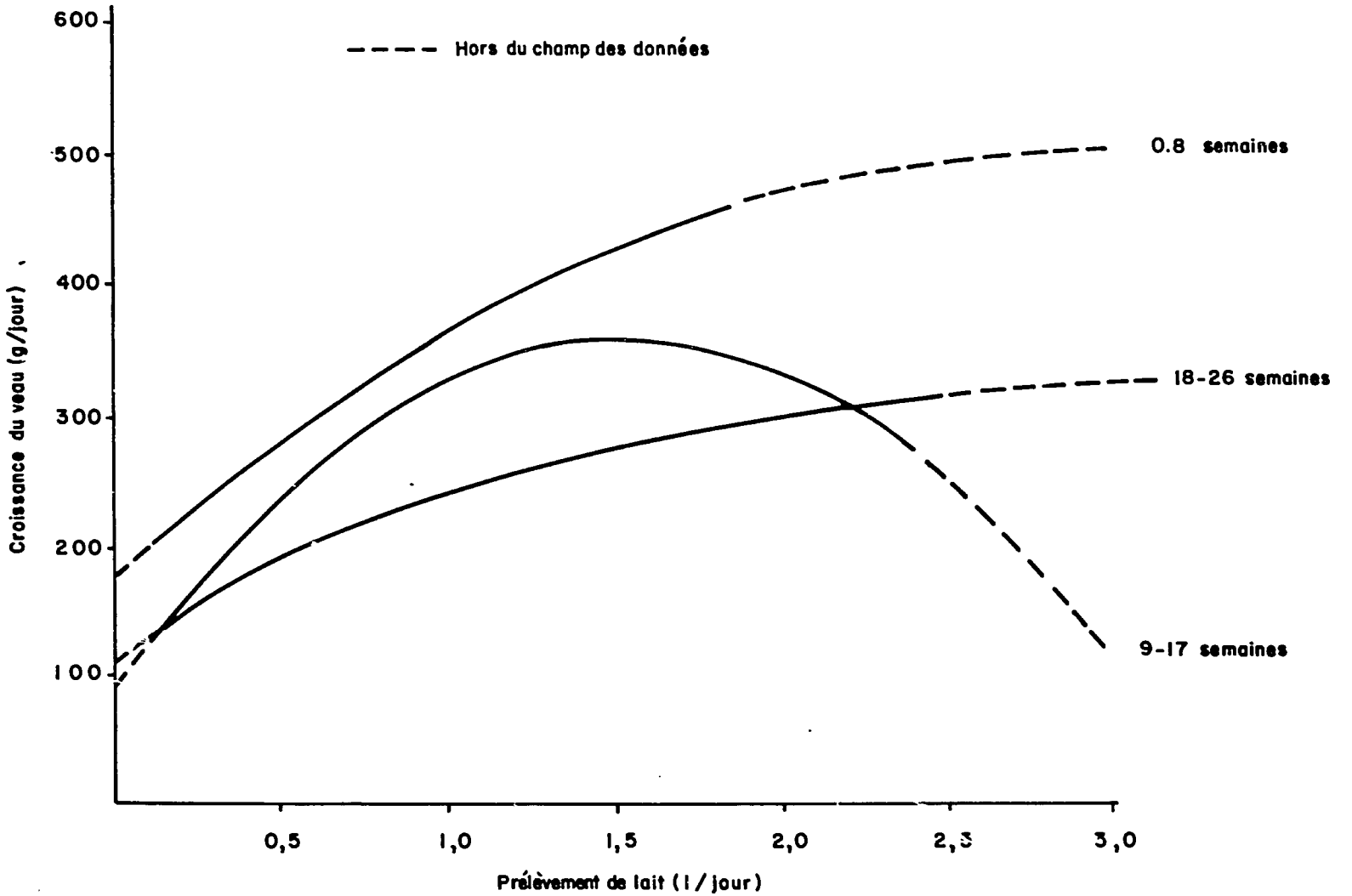
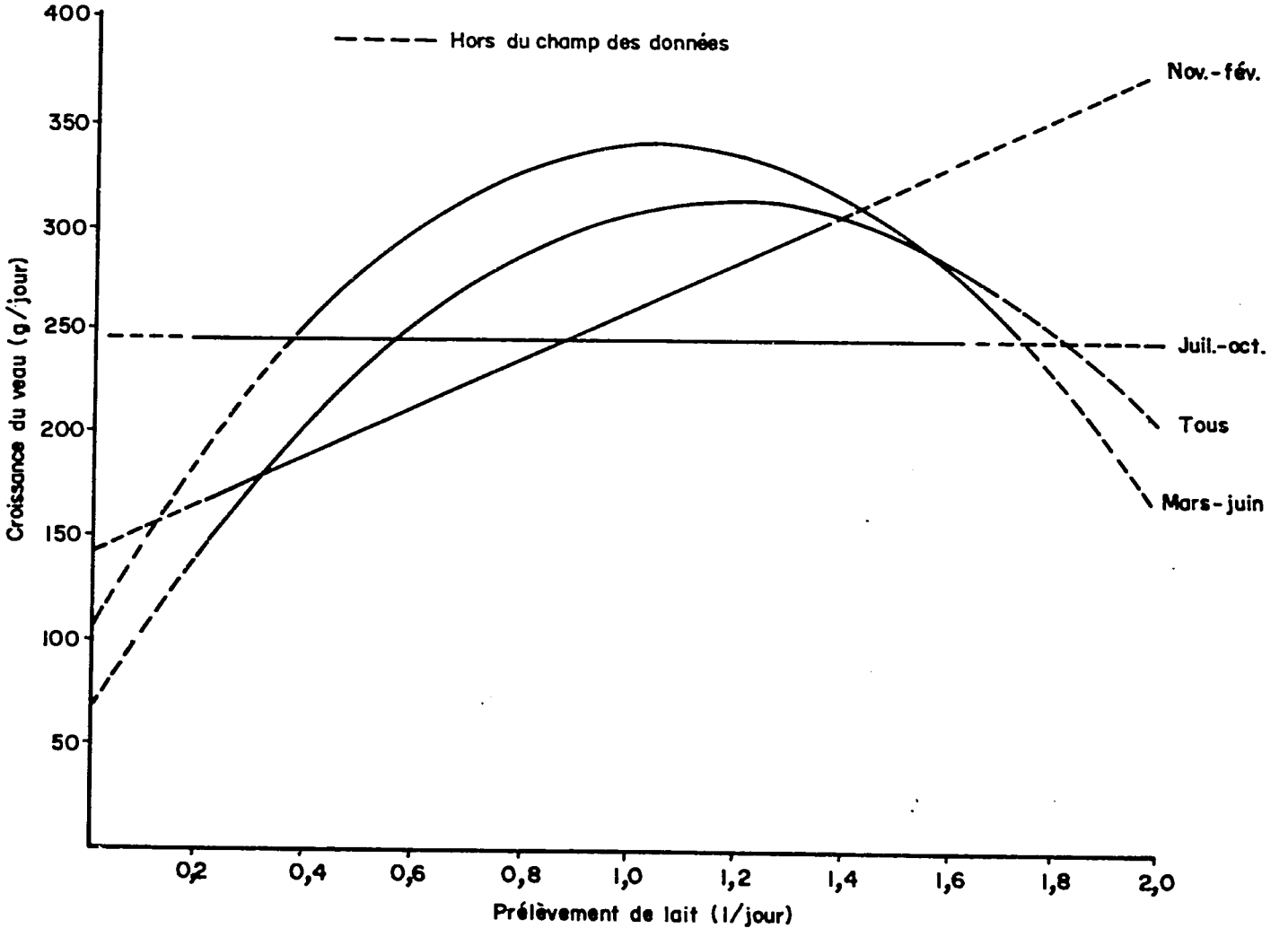


Figure 64. *Croissance du veau en 26 semaines en fonction du prélèvement de lait selon la saison de naissance.*



zone des parcours deltaïques couvre une superficie d'environ 4 200 km² qui s'étend le long d'un axe SO-NE de 160-180 km de long.

Pour simplifier la description des conditions mésologiques qui prévalent dans la zone, on a déterminé deux grandes périodes dont la première va de décembre à février et la seconde de mars à juin; elles correspondent respectivement à la présence des troupeaux dans une région de pâturage de début et de fin de saison sèche.

La distribution des types de parcours et la proportion des terres inondées réservées à la culture du riz dans les deux zones (tableau 74) démontrent que les déplacements sont en grande partie déterminés par le retrait des eaux de crue qui permet aux troupeaux d'accéder progressivement à de nouveaux pâturages le long de l'axe évoqué ci-dessus. Alors qu'avant le mois de mars la zone est essentiellement constituée de terres sèches ou inondées par endroits seulement (70%), ce qui en facilite l'accès, la pénétration des marais intérieurs fortement inondés (96% des unités 14 et 18) ne devient possible que lorsque la saison sèche est beaucoup plus avancée (voir figure 26). L'action des paramètres de l'inondation sur les divers types de terrains de parcours entraîne des variations considérables en ce qui concerne les ressources fourragères des pâturages situés le long de ce gradient axial et leur mode d'utilisation.

Pour déterminer le degré d'utilisation des ressources à l'intérieur des deux parties de la zone, on a procédé à une mise en tableaux par époques des populations bovines en s'inspirant des résultats des vols de reconnaissance (tableau 75). On constate que la région «pâturée au début de la saison» est intensivement utilisée pendant au moins cinq mois (novembre à mars) et que les taux de charge croissent avec le temps passant de 0,3 à 0,8 tête/ha (ou 4,5 – 1,8 ha/UBT). Dans le nord-est, la charge des pâturages est même plus élevée: 0,6-0,9 tête/ha (2,5-1,6 ha/UBT) pendant une période de cinq mois (février-juin).

Il est évident que les conséquences de telles pressions sur la nutrition et la santé des troupeaux transhumants sont néfastes et qu'elles entraînent à leur tour des variations saisonnières au niveau des paramètres de la productivité.

Ressources fourragères des pâturages

Etant donné les disparités notables qui existent entre les types de végétation dont les caractéristiques de croissance sont différemment influencées par le régime des crues, il est difficile de prédire la composition et la valeur nutritive des rations alimentaires des bovins transhumants. Les ressources pâturables sont tellement variées que la quantité et la qualité du régime dépendent toutes deux de la conduite quotidienne des troupeaux et du comportement alimentaire du bétail.

Tableau 74. *Caractéristiques écologiques de la zone de pâturage des troupeaux de Diafarabé en 1979-1980 (en % de la superficie).*

Région de transhumance pendant la période	Décembre-février	Mars-juin
Type de terrain de parcours[1]		
Pâturage profondément inondé à couverture herbacée dense; proportion élevée de "*bourgou*"	8	41
Pâturage faiblement inondé de composition mixte; peu de "bourgou"	22	55
Plaines partiellement et brièvement inondées; *Vetiveria* et espèces associées	48	4
Levées, crêtes et terrasses, souvent bien boisées	22	-
Total	100	100
Niveau général d'inondation[2]	51	81
Terres réservées à la riziculture[2]	17	12

1 Basé sur une reconnaissance aérienne de fin octobre 1980; les proportions ont été calculées d'après 440 observations.
2 Basé sur une estimation globale pour chaque grille de 86 km² (superficies totales 49 carrés = 4 200 km²; pour détails, voir Milligan, K. et Keita, M., 1981).

Tableau 75. *Densité de la population et charge des pâturages de la zone de transhumance des troupeaux de Diafarabé.*

Région de transhumance pendant la période	- - févr.	Mars-juin	Déc.-févr.	Mars-juin
Période de recensement	Population de bovins (milliers de têtes)		Taux de charge des pâturages (têtes/km²)	
Octobre 1980	72,9	2,2	31,5	1,1
Février 1980	133,9	162,7	57,8	86,1
Mars 1981	188,4	123,5	81,4	65,4

La division des parcours deltaïques en deux zones utilisées à deux moments différents se justifie de deux manières: d'abord parce que les troupeaux accèdent progressivement à des pâturages de type *bourgoutière*, et ensuite parce que l'intensification des feux de brousse entraîne la destruction des espèces érigées et favorise l'émergence d'un recrû. Ces deux facteurs jouent un rôle important sur la disponibilité du fourrage et sur sa qualité.

On estime que pendant la période qui va de décembre à février, l'eau et les ressources fourragères existent en quantités suffisantes dans la zone, bien que d'une année à l'autre on puisse enregistrer des variations qui tiennent avant tout au niveau des crues annuelles ainsi qu'au moment et à la vitesse du retrait des eaux.

Dans une étude, Traoré (1978) décrit l'éventail de la productivité (de 2 à 8 t de MS/ha) des divers types de pâturages du delta intérieur. Les données qu'il a obtenues sont confirmées par les valeurs moyennes (4,3-4,6 t) signalées par Breman (comm. pers.) et par les valeurs des courbes de croissance qui, en 1980 et 1981, s'élevaient respectivement à 15 et 30 t de biomasse totale de *bourgou* sur pied. Pour la biomasse produite par le riz sauvage *(Oryza longistaminata)* en 1980 et 1981, les quantités étaient respectivement de 12 et de 5 t. Elles étaient de l'ordre de 5 t pour les peuplements de *Andropogon gayanus* et pour d'autres types de pâturages à hautes graminées (figure 22). Notons toutefois qu'une bonne partie de cette biomasse sur pied est constituée d'herbages adultes caractérisés par un rapport feuilles/tiges faible. Leur digestibilité et leur teneur en protéines brutes sont par conséquent médiocres. Les estimations de la digestibilité et de la teneur en protéines brutes moyennes des rations alimentaires pendant cette période se situent respectivement entre 50 et 55% et entre 5,5 et 7% (figure 65), environ 10 à 30% seulement de la biomasse pâturée étant constitués par un fourrage de bonne qualité contenant p. de 60% d'énergie assimilable (figure 66). Les tableaux 76 et 77 présentent un éventail comparable de valeurs et mettent en relief la faible digestibilité de *Vetiveria nigritiana*, l'une des composantes les plus communes des terrains de parcours deltaïques les plus arides.

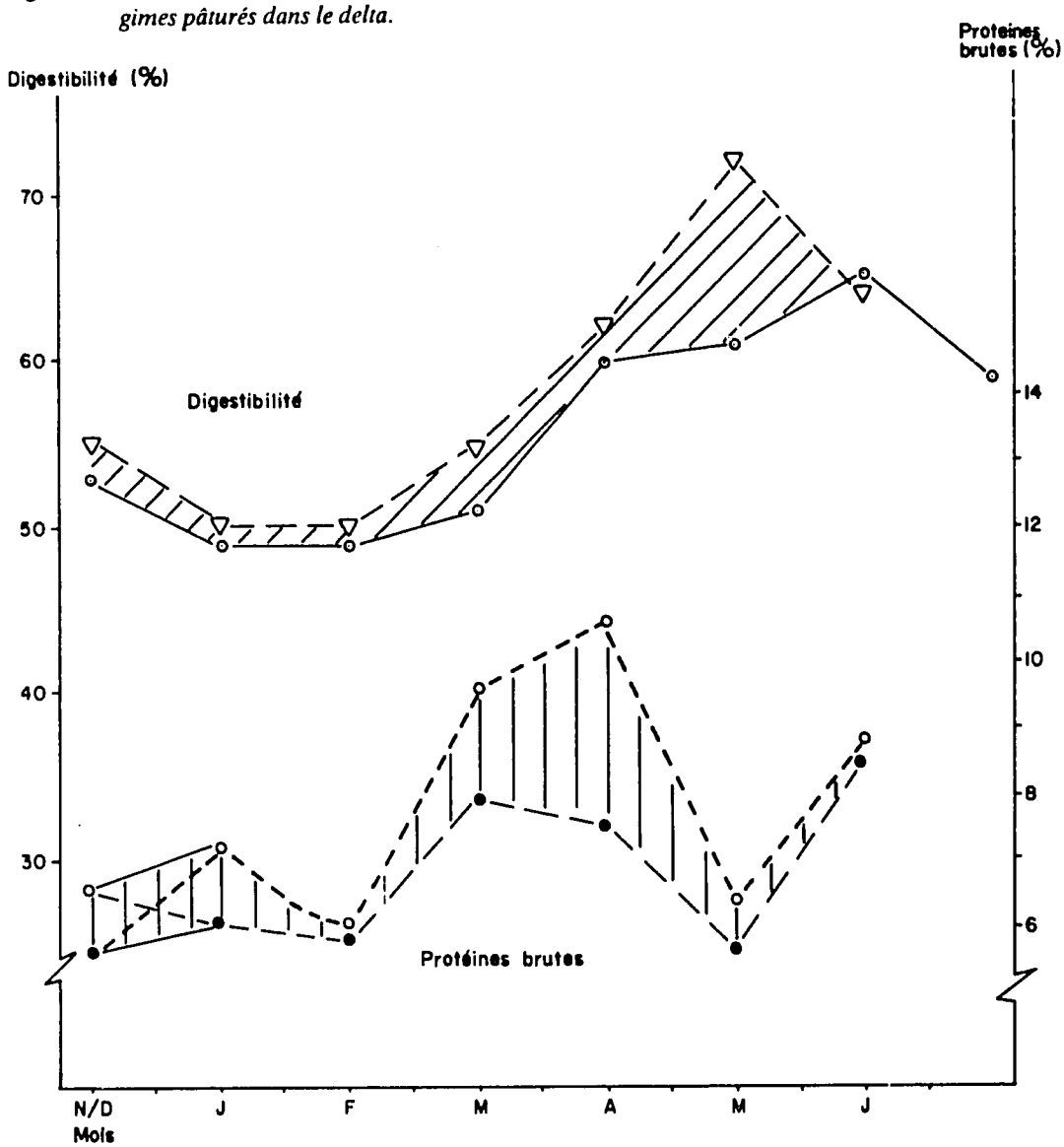
Il n'est donc pas surprenant que Diallo (1978) ait conclu qu'en dépit de la quantité élevée de biomasse sur pied, le niveau du fourrage contenant plus de 7,4% de protéines brutes dépasse

Tableau 76. *Coefficients de digestibilité (D%) des espèces de graminées pérennes et de leurs composantes dans le delta.*

Composante	Espèce	Période	Nombre	D %	E.-T.
Paille	Plusieurs	Jan.-févr.	9	48	3
Feuilles	Plusieurs	Jan.-févr.	4	49,2	-
Recrû après brûlage	Plusieurs	Mars-juin	11	58,4	2,4
Recrû après pluies	Plusieurs	Mai-juin	6	62,6	-
Feuilles/recrû	*E. stagnina*	Avril-mai	6	74,2	1
Recrû non brûlé	*V. nigritiana*	Jan.	4	35,2	-
Recrû après brûlage	*V. nigritiana*	Juin	6	39,3	-

E.-T. = écart-type
Sources: d'après Diallo (1978).

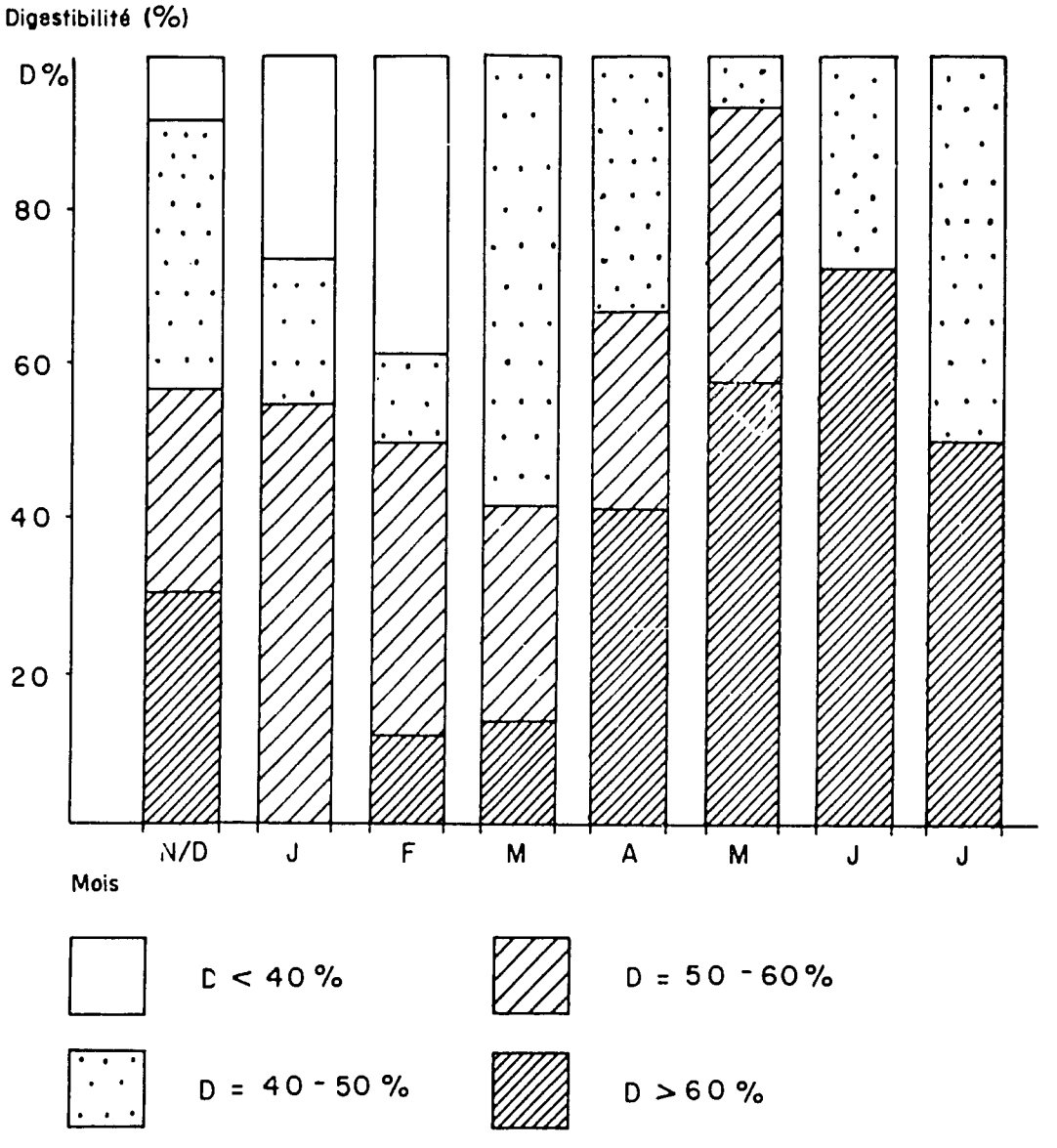
Figure 65. *Fourchette des coefficients moyens de digestibilité et de la teneur en protéines brutes des régimes pâturés dans le delta.*



Digestibilité — d'après Breman (comm.pers.); d'après Diallo (1978), annexe et tableau III.

Protéines brutes — d'après Diallo (1978), fig.III-1; d'après Diallo (1978), tableau III-1, et Traoré (1978), tableaux 19 et 20.

Figure 66. *Distribution fréquentielle des coefficients (en % MS) de digestibilité (in vitro) dans les rations des troupeaux de Diafarabé pâturant dans le delta (d'après Breman, comm. pers.).*



rarement 400 kg MS/ha. En supposant que cet herbage de bonne qualité se présente principalement sous forme de recrû, on peut obtenir des estimations plus précises sur la base des courbes de croissance déterminées. Ces données, qui s'inspirent de coupes contrôlées et de brûlages expérimentaux sur des types de parcours deltaïques naturels, montrent une croissance précoce de *Andropogon gayanus* de 5-9 kg MS/jour/ha, fournissant un total de 150 à 300 kg/ha de biomasse si la rotation se fait tous les 30 jours (figure 22).

En ce qui concerne le riz sauvage, le niveau du recrû est bien plus faible, contrairement à ce que l'on constate pour la repousse dans les casiers de riz défeuillé de *bourgou* dont la production varie de 600 à 1 000 kg MS/ha/mois suivant la longueur de la période de rotation (15 ou 30 jours; voir tableau 78 et figures 22 et 23).

L'adoption d'une stratégie d'exploitation basée sur la surcharge des pâturages sur de courtes périodes pourrait faciliter l'accès du bétail à la biomasse sur pied et favoriser la production d'un recrû abondant, en particulier au début de la saison sèche, quand l'herbe ne se prête pas encore à un brûlage efficace. On explique généralement les fortes concentrations qui se produisent au début du mois de novembre (quelque 240 000 têtes sur 140 000 ha, soit une charge de 1,22 UBT/ha) par la pénétration en masse des troupeaux

Tableau 77 *Teneur en protéines brutes (% MS) des composantes de graminées pâturées dans le delta.*

Composante	Période	Nombre	PB%	E.-T.%
Plantes entières	Déc.-févr.	16	6,8	0,8
Feuilles	Déc.-mars	24	7,6	0,8
Paille	Févr.-mai	10	3,2	0,3
Recrû (surtout après le feu)	Mars-mai	26	10,5	0,6
Recrû après les pluies	Mai-juin	8	11,8	1,3

Sources: d'après Diallo (données non publiées).

dans le delta. Il convient toutefois de noter que des conflits [illegible] avant trait à la gestion des terres de parcours pourraient contribuer de manière [illegible] à rendre compte d'une telle situation.

A partir de mars, en raison du changement profond de la composition des espèces le long de la piste de transhumance et de l'accroissement de la superficie des pâturages brûlés, on assiste à une chute brutale du niveau de la biomasse totale et à l'amélioration de la qualité des herbages (figures 65 et 66). Ainsi, lorsque la charge n'est pas telle qu'elle entraîne des contraintes excessives en matière d'approvisionnement fourrager, on assiste en général à l'amélioration du niveau nutritionnel des troupeaux transhumants à partir du mois de mars. Cependant, plus tard, en mai et juin, les effets combinés d'une charge continue et d'un faible recrû après brûlis peuvent provoquer une réduction de la biomasse disponible. On note ensuite, avec les pluies, un nouvel accroissement du recrû.

Compte tenu de l'ampleur des pertes de poids enregistrées vers la fin de la période de transhumance deltaïque, il convient de déterminer si celles-ci sont dues à des contraintes alimentaires. Cette nécessité nous conduit à poser la question cruciale de la capacité de charge des pâturages et de leur degré d'utilisation. Des reconnaissances aériennes effectuées en février-mars ont révélé des densités de 30 à 185 têtes/km^2 pour les bovins, les plus fortes se trouvant dans les marécages de Yongori-Pondori et de Debo-Wallado (unité 17: 185 têtes/km^2, unité 19: 153 têtes/km^2). Un calcul théorique effectué sur la base d'une série d'hypothèses non vérifiées donne une valeur approchée de 1,4 tête/ha ou 140 têtes/km^2 [1]. Ce résultat incite à conclure que ces deux unités sont nettement surpâturées, tandis que les unités environnantes n'atteignent pas leur taux de charge maximum. Cependant, comme les estimations relatives à la capacité de charge sont basées sur 40% seulement de la superficie des *bourgoutières*, il faudra attendre la publication des cartes

Tableau 78. *Taux de croissance moyen en kg MS/ha/jour de divers types de parcours en fonction du régime de défoliation*[a].

Type de parcours	*Andropogon gayanus*		*Oryza longistaminata*		*Echinochloa stagnina*	
Période d'échantillonnage	précoce	tardive	précoce	tardive	précoce	tardive
Régime de défoliation						
Une seule coupe précoce (17 nov.)	8-9	nul	2	nul	–	–
Une seule coupe tardive (18 mars)	–	1	–	1	–	
Après incendie[b]	–	2	1	nul	–	–
Coupes multiples (tous les 15 jours)	6	5	–	–	35	30
Coupes multiples (tous les 30 jours)	5	5	–	–	20	25

[a] Adapté d'après les courbes de croissance (12.3); les taux moyens de croissance journalière ont été calculés sur une période de 90 jours. Des estimations plus fiables couvrant davantage de types de pâturages seront disponibles lorsque les données sur deux ans (1980-1981) auront été analysées.

[b] Les brûlages d'*Oryza* et d'*Andropogon* ont respectivement eu lieu le 18 et le 16 janvier.

Sources: adapté sur la base des figures 22 et 23.

sur la végétation pour obtenir des chiffres plus fiables.

Le tableau 79 présente un récapitulatif des conditions qui prévalent pendant les deux périodes de transhumance. Il permet de conclure que le rendement d'un troupeau est la résultante d'un ensemble de facteurs complexes parmi lesquels l'alimentation joue un rôle primordial. Cependant, on ne peut séparer ce rôle de celui que jouent d'autres facteurs qui influent sur la vie des troupeaux.

Tableau 79. *Caractères généraux de transhumance des troupeaux de Diafarabé.*

	Déc.-févr.	Mars-juin
Quantité (eau)	abondante	abondante
Qualité (eau)	bonne	bonne à mauvaise
Quantité (biomasse)	excellente	médiocre
Qualité (biomasse)	moyenne à médiocre	moyenne à excellente
Contraintes climatiques	plutôt pondérées	moyennes à fortes
Distances journalières (km)	10-12	17-21
Risques de maladie	moyens (?)	élevés (?)

Sources: élaboré par Wilson.

Caractéristiques de la zone de pâturage sahélienne

Les pâturages sahéliens sont situés dans le Hodh Harki de Mauritanie, où les pasteurs distinguent deux principales zones de pâturage. La première est caractérisée par l'absence de moustiques et l'excellente qualité des graminées annuelles, surtout *Schoenefeldia gracilis*, tandis que la seconde, abondamment pourvue en eau et riche en espèces fourragères très nutritives, est infestée par les moustiques.

La deuxième zone, nettement plus humide que la première, comprend deux types de couvertures végétales:

a) un type que l'on trouve dans les zones d'inondation peu profonde, avec *Ipomea verticillata* et *Panicum laetum*, espèces très prisées par les animaux en août et septembre;

b) un type que l'on trouve dans les zones d'inondation profonde, où les espèces principales sont *Echinochloa colona, Sporobolus helvolus* et *S. ioclados;* ce type est la principale ressource pâturable en septembre et octobre.

En ce qui concerne les ressources fourragères disponibles, il y a beaucoup de ressemblance entre la zone sahélienne et la zone pâturée pendant la dernière partie de la saison sèche; elles se caracterisent toutes deux par la présence d'une biomasse assez rare mais de qualité relativement bonne (voir figure 67).

On retrouve pour la digestibilité exactement les mêmes tendances que celles observées dans la zone sahélienne méridionale autour de Niono; toutefois, il est intéressant de noter que les résultats enregistrés pour la partie sud sont quelque peu inférieurs et confirment ainsi l'hypothèse d'une relation inverse entre la qualité et la quantité des ressources fourragères (Penning de Vries et Djiteye, 1982).

En ce qui concerne la conduite des troupeaux, les périodes cruciales coïncident avec le début et la fin de la migration vers le nord-ouest. La décision de sortir du delta est plutôt fonction de la disponibilité de resources en eau sur les routes de transhumance que de l'abondance de ressources fourragères pâturables. Le déplacement simultané d'immenses troupeaux réduit considérablement la mobilité. Cette situation oblige le conducteur du troupeau à s'assurer de l'existence d'abondantes ressources en eaux de surface, avant d'entreprendre une migration d'une telle ampleur. Par contre, comme la durée de l'exode vers le nord-ouest est plutôt brève (16 à 22 jours), et que les ressources alimentaires que l'on trouve en fin de parcours sont abondantes, les contraintes fourragères sont mineures.

L'arrivée dans le Hodh est programmée pour la fin de juillet, période où les pâturages pluviaux sont généralement accessibles, même si la production de graminées est faible. Comme nous l'avons vu au chapitre 4, les pluies efficaces, celles qui assurent la germination, commencent généralement entre le 8 et le 15 juillet; elles favorisent la croissance d'herbes pâturables (100-400 kg MS/ha), entre le 1er et le 10 août. Cependant, les pluies sont aléatoires dans cette bande des 300-400 mm et les risques de sécheresse intermittente susceptible de provoquer la dessiccation de l'herbe et dépuiser les ressources en eau sont élevés. Bien que les ressources fourragères du

1 Ces hypothèses sont les suivantes:

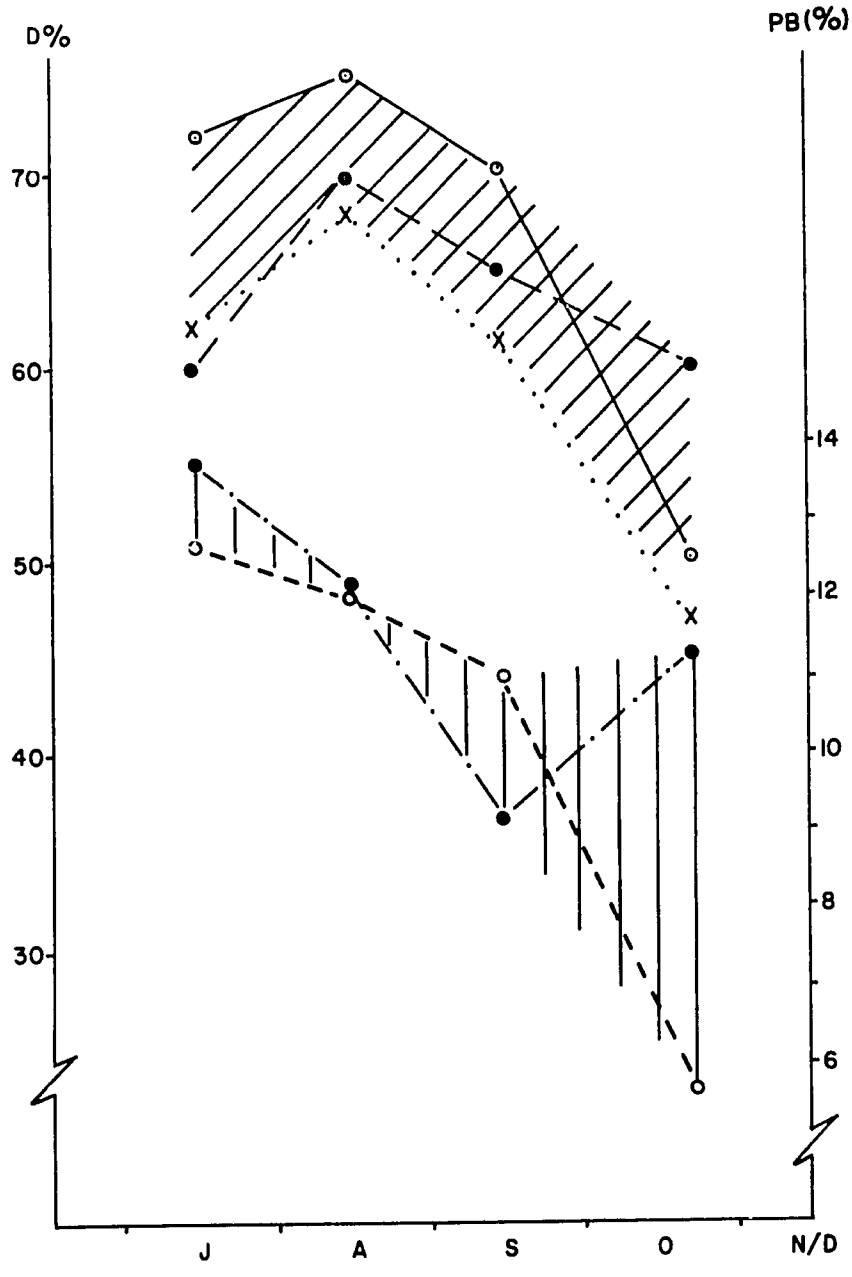
a) La biomasse pâturable d'une *bourgoutière* moyenne est de 225 kg MS/ha/15 j et correspond à 60% de la production totale.

b) La rotation pastorale est de 15 jours et la durée totale de pâturage, de 90 jours; ainsi la *bourgoutière* est pâturée 6 fois pendant cette période et la production fourragère totale utilisable est de 1 350 kg MS/ha.

c) L'ingestion apparente de MS par UBT est de 10 kg/jour; le recrû de bourgou constitue 60% de la ration quotidienne, le reste provenant d'autres types de végétation.

d) 40% des marais sont des *bourgoutières*.

Figure 67. *Digestibilité et teneur en protéines brutes des fourrages des hautes terres du Sahel.*



Digestibilité

d'après Diallo (1978 - figure III - 1);
d'après Diallo (1978), annexe et tableau III - Ia.

Protéines brutes

d'après Diallo (1978), tableau III - I;
d'après Diallo (1978), tableau III et Traoré (1978), tableaux 19 et 20.

Hodh soient moins importantes que celles des zones situées plus au sud, la pression sur les pâturages semble être inférieure à la charge potentielle à telle enseigne qu'entre la mi-août et la fin septembre, on assiste à une période d'abondance pour les troupeaux.

La fin de la saison de croissance intervient brutalement, généralement entre le 15 et le 20 septembre, période où la qualité des pâturages est encore bonne (500-1 000 kg MS/ha); cependant, le problème de l'approvisionnement en eau va une fois de plus forcer les troupeaux à retourner vers leurs terres d'origine dans le delta. L'entrée dans la zone d'attente est généralement considérée comme le début d'une autre période critique pendant laquelle les effets de la médiocrité du fourrage et du tarissement des eaux entraînant le surpâturage autour des points d'eau restants se conjuguent pour compromettre sérieusement la survie des troupeaux. Cependant, l'étude écologique faite en conjonction avec le dénombrement aérien des bovins n'a pas permis de repérer avec précision les vastes superficies surpâturées (voir section 6.3).

12.6. PRODUCTIVITE COMPAREE DE QUELQUES SYSTEMES SIMILAIRES

(P.N. de Leeuw, K. Wagenaar et R.T. Wilson)

Les systèmes d'exploitation décrits dans la présente étude diffèrent notamment par leurs stratégies de production et par leurs degrés de mobilité respectifs. Toutefois, ils se ressemblent en ce sens qu'ils s'appuient tous deux sur une exploitation bimodale des pâturages caractérisée par des mouvements saisonniers permettant aux troupeaux de passer d'une zone abondamment pourvue en ressources fourragères à une autre. Pendant la saison des pluies, les troupeaux du système pastoral tout comme ceux du système agro-pastoral utilisent les hautes terres du Sahel, mais lorsque l'eau se fait rare, ces derniers se déplacent vers les jachères et les rizières de l'Office du Niger, alors que les troupeaux transhumants retournent vers le delta.

Nous n'avons pas entrepris ici l'étude de la stratégie unimodale d'exploitation des pâturages qui se caractérise, pendant la saison des pluies, par des niveaux maximums quant à la qualité et à la quantité du fourrage. Ceux-ci diminuent pendant la saison sèche et atteignent un minimum en juin avant le début de la saison de croissance suivante, ce qui n'empêche pas certains troupeaux de la région de Niono de rester en permanence dans les hautes terres du Sahel.

Normalement, le niveau nutritionnel du troupeau influe sur les paramètres de production alors que l'effet des saisons sur la productivité se fait surtout sentir sur les taux de conception et de vêlage, sur la mortalité, sur les taux de croissance des différentes classes d'âge et des différents sexes et enfin, sur les variations saisonnières de la production et du niveau de prélèvement de lait. Ces variations seront l'objet d'un examen qui permettra de déterminer leurs rapports avec la nutrition.

Taux de vêlage

Etant donné que dans les troupeaux traditionnels, on ne procède pratiquement jamais au contrôle des montes, les taux de conception tendent à suivre une courbe saisonnière qui est fonction des contraintes que subissent les troupeaux. Des données rassemblées sur des troupeaux agro-pastoraux au Mali et sur des troupeaux sédentaires/migrants au Soudan indiquent que plus de la moitié des veaux sont conçus pendant les trois mois de la saison des pluies, au moment où l'approvisionnement en eau et en fourrage optimal (tableau 80). Par contre, on n'a pas pu établir de telles relations pour les quatre troupeaux transhumants. On se pose la question de savoir si une telle situation tient au fait que les variations saisonnières ont une incidence plus limitée sur les conditions générales de pâturage ou si les éven-

Tableau 80. *Distribution saisonnière des vêlages en fonction des systèmes de production.*

Période de vêlage	Système agro-pastoral au Mali	Système sédentaire/ migratoire au Soudan[a]	Système transhumant au Mali	Période de conception
Jan.-février-mars	20	22,5	22,5	Avr.-mai-juin
Avr.-mai-juin	55,5	61,7	32,8	Juil.-août-sept.
Juill.-août-sept.	13,5	13,3	22,6	Oct.-nov.-déc.
Oct.-nov.-déc.	11	2,5	18,7	Jan.-févr.-mars

[a] Adapté de Wilson et Clarke (1976).

Tableau 81. *Croissance de veaux mâles de différents systèmes de production jusq'à 6 mois.*

Systèmes	0 jour	30 jours	90 jours	180 jours
Agro-pastoral, Mali	18	28	38	54
Transhumant, Mali	18	25	40	59
Agro-pastoral, Tchad[a]	20	29	46	70
SERZ, Mali[b]	21	30	49	75
Toukounous, Niger[c]	22	39	70	100

Sources: les auteurs et [a] Rapport annuel 1979 de l'IEMVT, Farcha, Tchad;
[b] CIPEA (1977), corrigé pour la race peuhle;
[c] Bartha (1971).

tuelles disparités entre celles-ci sont éliminées par une gestion appropriée. Par ailleurs, il se pourrait fort bien que le fractionnement des troupeaux et les échanges incessants d'animaux reproducteurs entre les divers groupes de gestion débouchent en fait sur un contrôle des naissances. Une telle hypothèse devrait faire l'objet de recherches plus approfondies.

Croissance de veaux

Les variations saisonnières de la croissance des veaux constituent probablement un indicateur fiable du niveau des contraintes alimentaires, sous réserve des effets d'une conduite judicieuse du troupeau et des variations saisonnières des stratégies de prélèvement de lait pour la consommation humaine ou pour la vente.

En ce qui concerne les deux systèmes maliens, les résultats enregistrés pour les veaux sont les mêmes jusqu'à 180j (tableau 81),quoique légèrement inférieurs à ceux obtenus pour les veaux du Tchad; les performances des veaux élevés au ranch sont par contre nettement meilleures. Au ranch de Niono, les gains de poids enregistrés pour les veaux peuvent être dus à la supplémentation de l'alimentation des mères, tandis que les bonnes performances à Toukounous (Niger) paraissent liées à la forte production de lait des vaches Azaouak (peut-être sélectionnées?). Au Tchad, on a évalué la croissance des veaux élevés dans plusieurs troupeaux traditionnels (sédentaires et transhumant sur de courtes distances). La production totale de lait dont les veaux consommaient 60 à 90% était comparable à celle obtenue au Mali.

A Toukounous, on a noté un effet significatif de la date de la naissance sur la croissance des veaux: à 1 an, les veaux nés en janvier ont 25 kg de plus que ceux nés en juillet. Les veaux nés en saison sèche ont pleinement profité de la saison des pluies, mais il est probable qu'à 18 mois, les poids seront de nouveau égaux.

Croissance des animaux adultes

La croissance annuelle jusqu'à 5 ans des animaux mâles et femelles des trois systèmes (tableau 82) est relativement médiocre pour les troupeaux transhumants, contrairement à ceux du Soudan qui, malgré les conditions difficiles (Wilson et Clarke, 1976), ont une performance nettement meilleure. On pourrait, dans une large mesure, expliquer cette disparité par une différence de races, étant donné que les bovins soudanais sont du type Baggara de l'ouest, plus grand que le type Peuhl du delta, dont le mâle et la femelle ne pèsent respectivement que 266 et 216 kg à 6 ans. Même dans l'environnement amélioré de la Station de Niono, le poids des femelles adultes n'était que de 302 kg (CIPEA, 1978).

Il serait possible de comparer les niveaux saisonniers des contraintes si les données sur les poids saisonniers de groupes importants d'animaux étaient disponibles. Malheureusement, les pesées qui auraient pu permettre d'obtenir de telles données ont rarement été effectuées dans les trois systèmes. Par contre, on a pu calculer les changements de poids au sein des classes d'âge, mais cette approche implique des variations constantes de la composition des groupes à chaque nouvelle pesée. Pendant la saison sèche on enregistre, pour les troupeaux soudanais et les troupeaux agro-pastoraux du Mali, des pertes de poids comparables, qui se situent autour de 10 à 12% du poids initial. On note également que pendant la saison des pluies, les animaux adultes de ces troupeaux regagnent rapidement le poids perdu alors que pour les jeunes, les gains, tout en étant aussi rapides, sont plus élevés (tableau 83).

Dans le système transhumant, les pertes sont semblables (tableau 84) à ceux enregistrés pour

Tableau 82. *Gains pondéraux (kg) de bovins élevés dans différents systèmes de production.*

Système	Mâles					Femelles				
Age	1ère an.	2ème an.	3ème an.	4ème an.	5ème an.	1ère an.	2ème an.	3ème an.	4ème an.	5ème an.
Agro-pastoral, Mali	85	152	180	225	280	77	130	180	215	230
Sédentaire/migratoire, Soudan[a]	105	175	255	310	360	105	150	210	250	285
Transhumant, Mali	84	126	185	223	244	82	116	168	200	203
Ranch de Niono, Mali[b]	128	233	—	—	—	122	202	—	—	—
Toukounous, Niger[c]	130	199	298	—	—	122	177	285	—	—

Sources: [a] Wilson et Clarke (1976); [b] CIPEA (1977); [c] Bartha (1971).

les autres systèmes mais les gains ultérieurs sont plus modestes, ce qui est conforme à la croissance annuelle dont fait état le tableau 82. Le tableau 84 démontre également que les animaux adultes ont perdu du poids en 1980-1981. Ce phénomène qui se conjugue à l'accroissement notable de la mortalité met en relief les conditions difficiles qui ont prévalu cette année-là.

Il semble que les changements de poids vif des bovins sur les parcours sahéliens soient fonction du système d'exploitation et de la qualité du fourrage de saison sèche. Au ranch de Niono, le bétail laissé en pâture libre perd environ la moitié du poids gagné au cours de la saison des pluies précédente, ce qui se traduit par un accroissement annuel d'environ 50 kg. Les gains enregistrés pour les bovins parqués pendant la saison des pluies sont analogues, mais ceux-ci perdent pratiquement tout ce qu'ils ont gagné pendant la saison sèche même quand le pâturage se fait par rotation (tableau 85). Ces pertes sont dues à l'absence de pâturages de qualité plutôt qu'à un manque de biomasse, et il est vraisemblable que chez les bovins qui pâturent en toute liberté, ce soit la facilité d'accès aux ligneux fourragers qui limite les pertes de poids[1]. Par ailleurs, ils commencent souvent à récupérer le poids perdu plus tôt que les bovins parqués en tirant parti de poches localisées de fourrage vert qui se forment après les premières averses dont la distribution est très aléatoire.

Parmi les bovins élevés sur les pâturages du ranch d'Ekrafane (Niger), où un faible taux de charge combiné avec la rotation des pâturages a permis d'obtenir un approvisionnement constant de 300 à 400 kg de biomasse sur pied de bonne qualité[2], on n'a enregistré, le cas échéant, que des pertes insignifiantes.

Production de lait

Dans le cadre d'une stratégie d'affouragement unimodale, on peut s'attendre à ce que la production laitière soit très saisonnière et soit tributaire de la saison des pluies, en raison du taux de conception élevé chez les vaches pendant cette période. Comme l'ont montré Swift (1979b) pour

1 Un troupeau local pâturant dans les hautes terres du Sahel dont la couverture herbacée est très réduite a passé 35% de son temps à brouter des ligneux (Dicko, comm. pers);

2 Penning de Vries et Djiteye (1982) soutiennent qu'il existe une relation inversement proportionnelle entre la biomasse sur pied et sa teneur en azote; ils affirment que la consommation d'azote par les plantes annuelles à cycle court et l'azote disponible dans le sol sont très constants. Aussi, l'azote total assimilé varie-t-il dans des limites étroites, et la teneur en azote décroit-elle par dilution lorsque la biomasse croit.

Tableau 83. *Changements de poids saisonniers par classes d'âge et par sexe dans deux systèmes de production (en kg).*

Système de production		Agro-pastoral (Mali)			Sédentaire/migratoire (Soudan)		
Age	Sexe	Poids initial	Pertes	Gains	Poids initial	Pertes	Gains
>48 m	Mâle	310	-30	+58	310	-22	+69
	Femelle	245	-28	+46	258	-25	+23
30 m	Mâle	197	-17	+33	220	-8	+30
	Femelle	187	-19	+27	-	-	-
24 m	Mâle	165	-17	+32	175	-14	+56
	Femelle	154	-19	+48	150	-16	+44

Sources: Wilson et Clarke (1976) et CIPEA dans la présente étude (fig. 34).

les Touaregs de l'Adrar, et Wilson (1982) pour les zones semi-arides en général, ce n'est que par l'élevage d'un troupeau comportant plusieurs espèces que l'on peut obtenir un approvisionnement en lait plus constant.

Bien que les variations relatives à la production laitière des troupeaux agro-pastoraux autour de Niono soient moins importantes que celles enregistrées dans les conditions extrêmes du Sahel septentrional, on note des fluctuations sensibles qui cadrent avec le niveau de nutrition. Dans un troupeau d'environ 90 têtes, Dicko (1981) a enregistré un niveau maximum de prélèvement journalier de 24 litres et un minimum de cinq litres en janvier. Toutefois, comme l'indique le tableau 86, ce n'est pas la production de lait par vache qui est à la base de ces écarts (maximum 1 litre, minimum 0,6 litre) mais plutôt le nombre de vaches en lactation qui de 23 en septembre tombe rapidement à huit en décembre pour remonter à 16 en février. L'éleveur, ou plus précisément son épouse, essaie de régulariser les hauts et les bas en jouant sur le marché et sur les variations saisonnières des prix du lait frais, du lait caillé et du beurre, tout en recourant autant que possible au troc des produits laitiers contre du mil et du riz, afin de se procurer des ressources monétaires et vivrières régulières.

Contrairement à certaines ethnies sahéliennes qui élèvent plusieurs espèces à la fois ou qui exploitent des troupeaux non fractionnés autour de Niono, les Peuhls transhumants du

Tableau 85. *Production de bétail dans les ranchs de Niono et d'Ekrafane (République du Niger).*

	Niono		Ekrafane
Pluviosité annuelle (1977-1980) en mm	387		268
Biomasse moyenne (kg de MS/ha/an)	1000[a]		375
Système de pâturage	tournant	libre	tournant
Taux annuel de charge en ha/UBT	4	?	14
Gain de poids vif (kg/ha/an)	15	43	79
en saison des pluies	+87	+87	+82
en saison sèche	-72	-44	-3
Poids vif moyen (kg)	312	326	337

[a] Biomasse sur pied variant de 400-500 kg/ha en mai-juin à un maximum de 1 500-2 000 kg/ha en septembre.

Sources: établi par les auteurs et l'IEMVT (1980).

Tableau 84. *Changements de poids saisonniers par classes d'âge et par sexe dans le système pastoral.*

Age	Sexe	Poids initial (janv. 1979)	1979 (janv.-juin)	1979-80 (juin-avril)	1980 (avril-juil.)	1980 (juil.-nov.)	1980-81 (nov.-mars)	Poids final (mars 1981)
>48 m	Mâles	313	-35	+5	-18	+35	-29	271
	Femelles	240	-27	+11	-25	+26	-21	204
24-36 m	Mâles	164	0	+36	+3	+29	-4	228
	Femelles	153	+4	+26	-17	+41	-15	192

Tableau 86. *Production laitière par saison dans un troupeau agro-pastoral.*

Période	Type de pâturage	Vaches en lactation	Prélèvement de lait/litre/j	
			par vache	total
1er août-1er oct.	Hautes terres du Sahel	23,4	0,91	21,2
1er oct.-1er janv.	Champs et jachères de mil	10,6	0,80	8,5
1er janv.-15 mars	Champs et jachères de riz	14,5	0,66	8,3
15 mars-15 juin*	Jachères de riz et de mil et hautes terres du Sahel	17	0,65	11,2
15 juin-1er août	Hautes terres du Sahel	16,7	0,95	15,9

* Pendant cette période, les vaches en lactation ont reçu 1 à 2 kg par jour de chaume de niébé.
Sources: adaptation de Dicko (1980) par les auteurs.

delta qui ne comptent presque exclusivement que sur leur production de lait pour se nourrir et se procurer de l'argent, ont choisi d'intensifier la production de certaines fractions du troupeau: le *bendi* et le *tjipi* pendant la saison sèche de janvier à août et le *dumti* pendant la saison des pluies. Par la suite, pour permettre aux vaches de récupérer, on les intègre dans le *garti*, cette fraction dont le rôle est de restaurer la productivité de l'ensemble du troupeau à court terme, et de maintenir sa productivité à long terme grâce à une exploitation judicieuse des ressources pastorales qui s'étendent sur les 500 kilomètres du parcours de transhumance. Une telle stratégie pourrait également rendre compte des niveaux élevés de la part de lait consommée par les veaux des Peuhls du delta (69% en moyenne) que pourtant, d'aucuns accusent de surexploiter les vaches au détriment des veaux. Ces résultats découlent essentiellement de l'observation du *garti*, et on estime que les performances seront plus modestes lorsque des données plus complètes auront été rassemblées sur les autres fractions du troupeau.

Indice de productivité des vaches

On peut combiner les caractères des performances de reproduction, la viabilité des vaches et celle des veaux, la production laitière, la croissance et le poids des vaches pour trouver un indice du poids total d'un veau de 1 an ajouté à l'équivalent en poids du lait produit, à la fois par vache et par an et finalement pour 100 kg de vache maintenus par an (Trail et Gregory, 1981). L'indice de productivité de la vache est calculé en multipliant le taux de viabilité de la vache par le taux de vêlage, par le taux de viabilité des veaux, par le poids (kg) du veau de 1 an, additionné au taux de viabilité de la vache multiplié par le taux de vêlage, et par la production totale de lait (kg), sur 9. La production totale de lait est divisée par 9, sur la base du chiffre obtenu par Dewry et coll. (1959), qui est plus élevé que le facteur de conversion dont on s'est servi dans le cadre de la présente étude.

On constate que pour les vaches des deux systèmes, l'indice de productivité ne diffère pas tellement mais que pour le système transhumant, l'année 1980 était beaucoup plus mauvaise que l'année 1979. L'indice de 1980 aurait probablement été inférieur si l'on avait utilisé les valeurs de 1980 au lieu des moyennes relatives au poids des veaux, à celui des vaches et à la production de lait pour 1979-1980. Le troupeau du ranch de la Station de Niono était deux fois plus productif car mis à part le taux de survie, ses performances étaient nettement supérieures à celles des troupeaux exploités selon des méthodes traditionnelles (tableau 87).

On peut à bon droit se demander s'il convient de retenir l'indice des vaches comme étalon de comparaison de la productivité des troupeaux exploités de manière traditionnelle puisqu'ici les objectifs de production varient considérablement. Pour évaluer la productivité sur la base des prélèvements de lait et de la croissance des veaux (objectif primordial des éleveurs transhumants), la proportion des femelles adultes devrait être incorporée dans l'indice. Cela permettrait de déterminer la production en fonction du troupeau tout entier et l'indice refléterait le rapport de la croissance (croissance de veau + prélèvement de lait) à la biomasse totale du troupeau.

Il faudrait entreprendre des études plus approfondies pour inclure dans l'indice d'autres formes de production telles que la traction et le transport.

Tableau 87. *Evaluation de la productivité des vaches suivant les systèmes de production.*

Caractéristiques	Transhumance		Agro-pastoralisme	Ranch de Niono
	1979	1980		
Viabilité des vaches (%)	95,1	93,8	96,5	97,2
Taux de vêlage	59	52	57,4	78
Taux de survie des veaux(%)	77,1	66,2	75[a]	69,2
Poids du veau de 1 an (kg)	82	82	81	125
Quantité de lait prélevé (kg)	235	235	193	586
Indice de productivité par vache et par an (kg)[c]	50,1	39,1	45,5	114,9
Poids de la vache	218	218	210[b]	317
Indice de productivité[c] ramené à 100 kg de vache maintenue par an (kg)	23	17,9	21,7	36,3

[a] Mortalité des veaux de 21% plus un taux d'avortement présumé de 4%.
[b] 193 kg représentent la production moyenne annuelle par vache calculée à partir du prélèvement total annuel divisé par le nombre moyen de vaches en lactation (Dicko, 1981).
[c] Poids total du veau de 1 an plus équivalent en poids vif du lait produit.

Sources: les auteurs, d'après les indices de Trail et Gregory (1981).

13. GESTION ET PRODUCTIVITE DU MOUTON MACINA

(R.T. Wilson)

Le mouton Macina appartient à une espèce rare en Afrique en ce sens qu'il est pratiquement le seul véritable mouton à laine élevé en exploitation traditionnelle. Son aptitude à survivre dans les conditions généralement humides de la plaine d'inondation du Niger le distingue très nettement des autres races des zones arides et semi-arides. Comme le montre si bien sa répartition (limitée aux secteurs saisonnièrement inondés de la zone d'inondation principale et à une étroite bande de chaque côté du fleuve qui descend en aval jusqu'à Niamey), c'est dans ces conditions seulement qu'il s'épanouit. Placé en dehors de son environnement naturel, il donne des résultats peu satisfaisants et est handicapé par rapport à des types mieux adaptés à l'aridité.

13.1. STRUCTURE DE LA POPULATION

Avec quelque 25,5% du troupeau constitués par des mâles, la structure de la population semble se rapprocher des normes acceptées par les sociétés pastorales sahélo-soudaniennes. La démographie est cependant quelque peu compliquée par la présence d'un nombre considérable de castrats adultes. Leur ressemblance frappante avec le type Macina classique et le fait que la majorité d'entre eux aient été récemment tondus montrent qu'ils sont essentiellement élevés pour leur laine. Pour que ces mâles adultes n'abaissent pas la proportion des femelles reproductrices en-dessous du niveau minimum requis pour maintenir la production du troupeau par le croît naturel, il semble qu'on ait déc dé de limiter le nombre des mâles non châtrés. On obtient cette limitation par un taux de réforme plus élevé que la normale chez les mâles non producteurs de laine, âgés de moins de 15 mois. La structure d'ensemble de la population établie d'après l'examen physique de plus de 4 500 moutons effectué en février et mars 1978 figure dans le tableau 88.

Si l'on admet que les femelles âgées de plus de 1 an sont reproductrices, 51,6% de l'ensemble du cheptel seraient constitués par une telle catégorie de bétail. Parmi les femelles à dentition complète, 21,6% (9,5% de toutes les femelles reproductrices et presque 5% de l'ensemble du troupeau) ont des dents très usées. On pourrait s'attendre normalement à ce que ces brebis soient proches de la fin de leur vie reproductive. Cette proportion relativement élevée de vieilles femelles n'est pas courante dans les troupeaux traditionnels. Il est possible, quoiqu'à mon sens improbable, que la structure du troupeau au moment de l'étude démographique (février 1978) fût encore influencée par la sécheresse exceptionnelle des années 1968-1973 au Sahel. Les ressources relativement abondantes de la zone d'inondation pendant la saison sèche permettent probablement une extension de la productivité et de l'espérance de vie au-delà de l'âge où les animaux seraient reformés s'ils appartenaient à des systèmes de production des zones caractérisées par la longue saison sèche de type tropical.

13.2. GESTION DANS LE CADRE DU SYSTEME TRADITIONNEL

Le mouton Macina est élevé dans le cadre d'un système de transhumance dont le pôle fixe est constitué par les plaines inondées, c'est-à-dire la partie la plus basse de la zone d'inondation. Le régime hydrique de cette zone est tel que, de fin juillet (ou d'août) à fin février (ou mars), la région est noyée sous les eaux de crue du Niger, même si les parties méridionales commencent à s'assécher,

Tableau 88. *Démographie d'une population d'ovins Macina dans le système de propriété traditionnelle.*

Age		Mâles						Femelles		Total	
		Entiers		Castrés		Total					
Dents	Mois	Nbre	% du troup.	Nbre	% du troup.	Nbre	% du troup.	Nbre	% du troup.	Nbre	% du troup.
de lait	Moins de 6	283	6,2	–	0	283	6,5	449	9,9	732	16,1
de lait	6-15	289	6,4	122	2,7	411	9,1	878	19,3	1 289	28,4
1 paire	16-21	38	0,8	101	2,2	139	3	374	8,2	513	11,2
2 paires	22-27	18	0,4	79	1,7	97	2,1	334	7,4	431	9,5
3 paires	28-35	6	0,1	78	1,7	84	1,8	301	6,6	385	8,5
complètes	Plus de 33	15	0,3	133	2,9	146	3,2	1 047	23	1 193	26,3
Total		649	14,2	513	11,2	1 160	25,5	3 383	74,5	4 543	100

dès novembre ou décembre et que les eaux se retirent progressivement vers le nord au fur et à mesure que la saison avance. La plus grande partie des animaux doivent alors quitter la zone au début de juillet pour la migration annuelle. La route empruntée par la plupart des animaux va vers le nord et l'ouest, région constituée de pâturages sahéliens typiques. La période de la sortie des zones d'inondation coïncide avec la brève saison des pluies sahélienne, à telle enseigne que les moutons, au moins dans une certaine mesure, continuent de bénéficier de conditions favorables, c'est-à-dire verts pâturages et climat humide. L'ampleur et l'intensité du mouvement saisonnier peuvent être évaluées sur la figure 29 qui donne les densités et la distribution des petits ruminants d'une part à la fin de la saison pluvieuse quand la zone centrale est encore inondée et d'autre part, en mars, après le retrait des eaux. Cette figure illustre à merveille l'ampleur du mouvement migratoire qui s'effectue sur des distances relativements courtes, et qui se caractérise par l'abandon presque total des plaines inondées par les animaux dont la majorité se dirige vers la zone d'attente, au nord-ouest, et le reste vers les pâturages sahéliens situés plus loin, au nord-ouest et vers l'est. Ce mouvement s'exécute parallèlement à celui des bovins, bien que les distances parcourues par ceux-ci soient beaucoup plus grandes et que leur nombre soit supérieur à celui des moutons.

En fait, pendant la période de la crue, on trouve quelque 80% des ovins en dehors des plaines inondées et surélevées de la zone centrale, ce qui revient à dire que moins de 50 000 têtes distribuées à une densité d'environ trois animaux au kilomètre carré demeurent dans cette région. Ces moutons se rencontrent surtout sur les petites buttes des plaines d'inondation sur lesquelles sont établis les villages permanents, véritables ports d'attache. Après le retrait des eaux, on assiste presque exactement à la situation inverse: 70% de tous les petits ruminants se retrouvent dans les plaines, avec des densités de 8/km^2 dans les plaines surélevées et de 20/km^2 dans les plaines inondées.

Pour les bergers Peuhls, il y a quatre saisons: le "*ndiawde*" qui correspond en gros à la période qui suit les pluies d'octobre et de novembre; le "*dabunde*", la période froide et sèche de décembre à février; le "*cedu*", la saison chaude et sèche de mars à juin et le "*ndungu*", la saison pluvieuse de juillet, août et septembre. Les principaux mouvements sont régis par les saisons mais celles-ci sont subordonnées au régime de l'inondation. Le cycle de transhumance de saison humide est, en quelque sorte, dicté par les besoins de supplémentation minérale de l'alimentation des ovins que l'on satisfait généralement sur des terres salées bien qu'à l'occasion, on fournisse aux animaux du sel acheté dans le commerce. Le principal groupe d'ovins retourne sur les plaines inondées au début du "*cedu*", mais les facteurs qui déterminent exactement le moment de ce retour comprennent le degré de dessiccation des pâturages, l'occupation de la zone par des groupes propriétaires de bovins, et l'humeur du "chef berger", élu pour représenter un village ou une région et qui est, en général, le plus gros propriétaire du secteur. Pour des raisons désormais habituelles, il n'a pas été possible d'obtenir suffisamment de renseignements sur la structure réelle de la propriété. Sous réserve de la stratification que nous avons déjà mentionnée et sur laquelle nous

reviendrons, il convient de noter que les unités d'exploitation du système transhumant sont grandes. La zone d'inondation est formée d'une série de prairies noyées, topographiquement plates, avec un horizon dégagé et une couverture herbacée dense. Elle permet donc à une ou deux personnes seulement de garder et de conduire d'importants troupeaux. Pendant la période qu'ils passent dans la zone d'inondation proprement dite, ces groupes sont rarement composés de moins de 300 têtes et il est courant qu'ils comptent plus de 500 têtes. Selon les résultats de l'enquête intensive effectuée au sol, 69% de tous les groupes de la zone d'inondation dépassaient 100 têtes et 23% des troupeaux comptaient entre 50 et 100 têtes. L'analyse des données obtenues lors de la reconnaissance aérienne a montré une situation semblable, avec quelque 75% des groupes ayant plus de 100 têtes d'ovins, même pendant les pluies, dans le Sahel et dans la zone d'attente. Il a été facile de confirmer que ceux-ci étaient des groupes de Macinas, à cause de l'homogénéité de la couleur qui tranchait sur l'hétérogénéité des troupeaux mixtes d'ovins et de caprins.

La nécessité d'assurer l'approvisionnement constant en lait et en viande des membres de la famille qui restent dans la zone d'inondation pendant la saison des hautes eaux a permis la mise au point d'un système sophistiqué de stratification des petits ruminants. Celui-ci s'inspire en partie du système qu'utilisent les Peuhls propriétaires de bovins, bien que les termes employés et les types de regroupements ne soient pas les mêmes en général. Les principales caractéristiques de cette stratification sont indiquées au tableau 89.

Dans 85% des cas, le sevrage se fait vers 4 mois. On transfère généralement les agneaux à un autre groupe d'exploitation. Lorsqu'il n'est pas possible de procéder de la sorte, on bloque les mamelons avec du crottin ou on les ligature avec une corde afin d'empêcher les jeunes de têter. La castration est pratiquée soit peu de temps après le sevrage (à 6 ou 7 mois dans 30% des cas), soit vers l'âge de 1 an (48%). On la pratique couramment par attrition de la corde qu'on bat avec deux bâtons, bien que la méthode "ouverte" soit également utilisée à l'occasion. Le contrôle des périodes d'accouplement n'est guère pratiqué, si tant est qu'il existe, mais la plupart des propriétaires interrogés (74%) pensent que la principale période de monte coïncide avec les pluies, ce qui se traduit par des mises bas dans la dernière partie de la saison froide ou au début de la saison chaude.

La tonte, si l'on peut l'appeler ainsi, est pratiquée avec un couteau à double lame. En général, cette activité peut être considérée comme la partie la moins fastidieuse du travail de l'éleveur du système traditionnel. Le même mouton peut être tondu jusqu'à quatre fois par an. Il est peut être intéressant de noter que la puissance coloniale française avait adopté une législation réglementant le nombre (deux) et la période des tontes; à l'indépendance, cette loi a été reprise dans le Code malien où elle figure depuis. En général, il n'y a pa de période définie et on ne tond pas en même temps tous les moutons d'un même troupeau. Il en résulte un approvisionnement constant en laine neuve à filer et à tisser pour les industries villageoises locales, ce qui montre peut-être que la période de la tonte est déterminée par des raisons économiques plus importantes que la production de laine de l'animal.

13.3. PARAMETRES DE PRODUCTION

Ceux-ci se rapportent à un ensemble de données recueillies à partir d'observations sur le troupeau de petits ruminants du CIPEA et d'enquêtes auprès de propriétaires et d'éleveurs.

13.3.1. Performances de reproduction

Age au premier agnelage

Dans le système traditionnel, les bergers interrogés n'ont pu évaluer l'âge au premier accouplement fertile qu'à "moins de 18 mois", ce qui impliquerait un premier agnelage à moins de 2 ans. Dans le troupeau étudié, un total de 17 brebis dont les dates de naissance étaient connues ont agnelé pour la première fois à l'âge moyen de 500, 2 jours (16,5 mois) avec un écart-type de 108,46 jours échelonnés entre 371 et 766 jours.

Intervalle entre agnelages

Sur cette question, les réponses obtenues lors de la reconnaissance intensive n'on guère apporté de lumière. Peut-être la question était-elle mal formulée, mais la plupart des réponses donnaient un seul agnelage par brebis et par an. Il convient toutefois de noter que selon une croyance solidement ancrée, il y aurait deux agnelages/an chez les brebis de type Macina (Almouzar Maiga, comm. pers.). L'intervalle observé dans le troupeau étudié pour un total de 84 agnelages répétés a été de 251,4 ± 73,36 jours avec un minimum de 170 et un maximum de 485 jours. Les naissances n'obéissaient pas à un schéma saisonnier de la conception; elles ont été enregistrées tout au long de l'année et dans les conditions qui prévalent dans la zone d'inondation; il est probable que les variations

Tableau 89. *Stratification de troupeaux de moutons Macina avec quelques caractéristiques démographiques et objectifs de gestion de chaque unité.*

Nom du groupe	Taille du groupe	Utilisation	Composition			Observations
			générale	% mâles	% femelles	
Beydi	En général petite	Troupeau "crèche"	Femelles récemment suitées, gravides avancées, animaux faibles et âges	26	74	Maintenus au village, gardés par les enfants, mouvement régulier d'animaux entrant ou sortant du groupe
Tarancaradji	Moyenne	Vente/abattage	Mâles dominants, en général jeunes avec quelques femelles	60	40	Maintenus au village, en général sans surveillance
Njaŕniri	Petite	Abattage	Presque uniquement mâle	95	5	Attachés au piquet et en stabulation permanente. Responsabilité des femmes
Bucal	Moyenne	Lait	Femelles dominantes	25	75	Propriété individuelle mais pâturage en commun sur des superficies réservées, sous la garde d'un salarié ou des familles (à tour de rôle). Fourniture du lait domestique. La plupart des caprins du village sont dans ce troupeau
Bendi						Semblable au précédent. Terme utilisé surtout par les propriétaires de moutons à poils
Horey	Grande	Laine/viande	Surtout femelles	24	76	Principaux troupeaux qui transhument. Réserve pour constituer d'autres groupes sur demande. Traité par les bergers selon les besoins

saisonnières n'aient qu'une incidence négligeable sur ce paramètre. Cependant, l'effet de la saison de mise bas sur la durée de l'intervalle de parturition suivant est significatif ($P < 0,05$). Par rapport aux autres cas, cet intervalle est plus court pour les brebis ayant préalablement mis bas en saison sèche et chaude, et plus long lorsque la mise bas est intervenue au cours des deux mois qui suivent la saison des pluies.

Naissances multiples

Les réponses au questionnaire utilisé au cours de l'enquête intensive ont indiqué que 30% des parturitions donnaient des jumeaux ou des triplés et un calcul effectué sur la base de ces chiffres donne une portée moyenne de 1,35 agneau. Il est fort probable qu'il y ait eu une surestimation considérable du nombre réel de naissances multiples; pendant l'enquête démographique et en d'autres circonstances où l'on a pu observer des troupeaux traditionnels, aucun indice ne permettait d'affirmer qu'il y avait autant de naissances multiples. Dans le troupeau étudié, sur un total de 127 mises bas, quatre seulement ont donné des jumeaux, soit 3,15% des naissances. Ainsi, 6,11% seulement des agneaux sont jumeaux, et la portée moyenne est de 1,03.

Taux annuel d'agnelage

Dans le troupeau étudié, le taux annuel d'agnelage a été calculé comme suit: portée moyenne x 365, divisé par l'intervalle moyen entre agnelages. On obtient comme résultat 150%. Ce mode de calcul présente l'inconvénient de ne prendre en compte que les brebis qui agnèlent plus d'une fois et de négliger un certain nombre des intervalles les plus longs résultant des dates du commencement et de la fin de l'étude. Le taux réel d'agnelage dans les troupeaux traditionnels est vraisemblablement inférieur de 10% environ au résultat précité, soit 1,3 agneau par brebis suitée par an.

13.3.2. Poids et croissance

Les poids à la naissance et à certains âges pour tous les agneaux survivants ont été calculés d'après les données recueillies sur le troupeau de petits ruminants du CIPEA pendant une période de près de quatre ans. Les poids réels à la naisance ($n = 48$) ont été en moyenne de $2,66 \pm 0,62$ kg. On n'a enregistré en ce qui concerne les poids à la naissance aucune différence significative ($P > 0,05$) entre les sexes, les types de naissance, le rang de la naissance, la saison ou l'année. On trouvera à la figure 68 les courbes de croissance relatives aux diverses classes de petit bétail ainsi que les équations qui s'y rapportent.

Le poids de la femelle adulte, calculé comme le poids réel de toutes les femelles ayant mis bas, évalué immédiatement après la parturition, est de 30 kg. Ce résultat est très comparable aux données que l'on trouve dans la documentation pertinente. Il y a des différences très significatives ($P < 0,001$) entre les poids post-partums des brebis primoparturiantes et les résultats obtenus pour toutes les brebis qui n'en sont plus à leur premier agnelage. On a également noté de légères différences (non significatives, $P > 0,05$), suivant les années et les saisons pour les poids post-partums. Le poids moyen du mâle adulte dépasse 49 kg, et les meilleurs mâles ont un poids vif maximum proche de 60 kg. Contrairement à ce qui se passe pour les femelles, ces poids sont nettement supérieurs à ceux qu'indiquent les publications pertinentes.

13.3.3. Production de lait

On a pu déterminer une courbe de lactation sur la base des données disponibles en appliquant la formule des rectangles pour évaluer des intégrales définies. En moyenne, des données sur la production de lait ont été rassemblées une fois par mois. Les agneaux étaient séparés de leurs mères pendant 24 heures et autorisés à têter après 12 et 24 heures. On les pesait juste avant et après la tétée et tout le reste du lait était trait manuellement. Bien que cette méthode ne permette pas de préciser la production totale de lait, il est probable qu'elle prenne en compte la majeure partie de celle-ci. Toutes les données enregistrées sur des périodes de 10 jours à partir de la parturition (1-10, 11-20, etc) ont été rassemblées et on a supposé que le chiffre moyen représentait la production à 5,15.....n jours, chaque rectangle de la courbe de lactation couvrant alors une période de 10 jours. On trouvera à la figure 69 la courbe moyenne de lactation et des données sur certaines brebis. La production totale de lait est de l'ordre de 50 kg sur une période de 85 à 165 jours. On a considéré que la lactation se terminait le jour où l'on constatait, à l'occasion d'une visite, qu'une brebis était tarie, bien qu'elle ait pu cesser d'allaiter, même un mois plus tôt; la durée réelle des périodes de lactation est probablement plus courte d'une quinzaine de jours que celle qu'indique la figure 69, et se situe en moyenne entre 130 et 140 jours.

Figure 68. *Courbes de croissance d'ovins Macina (exploitation traditionnelle simulée).*

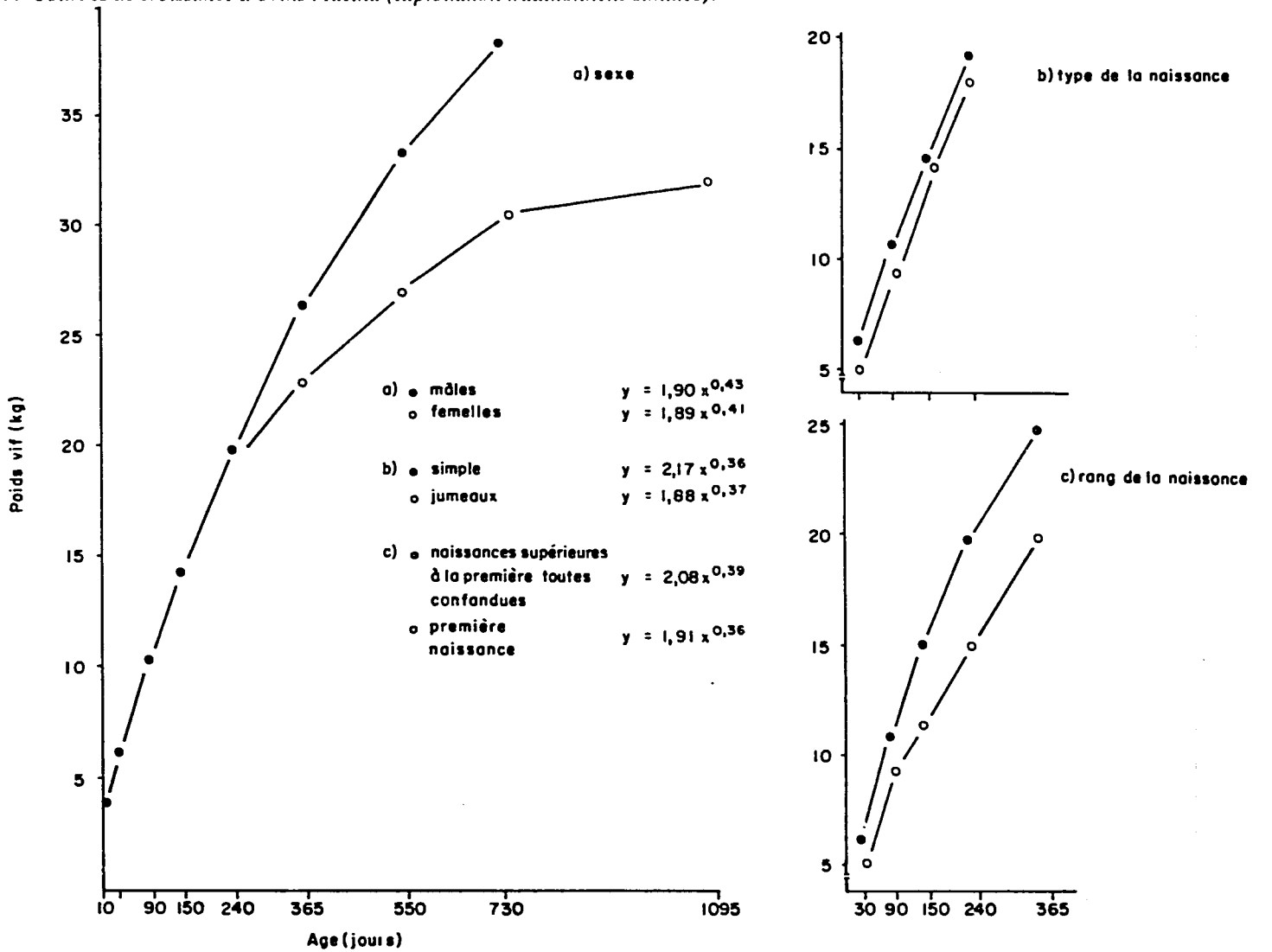
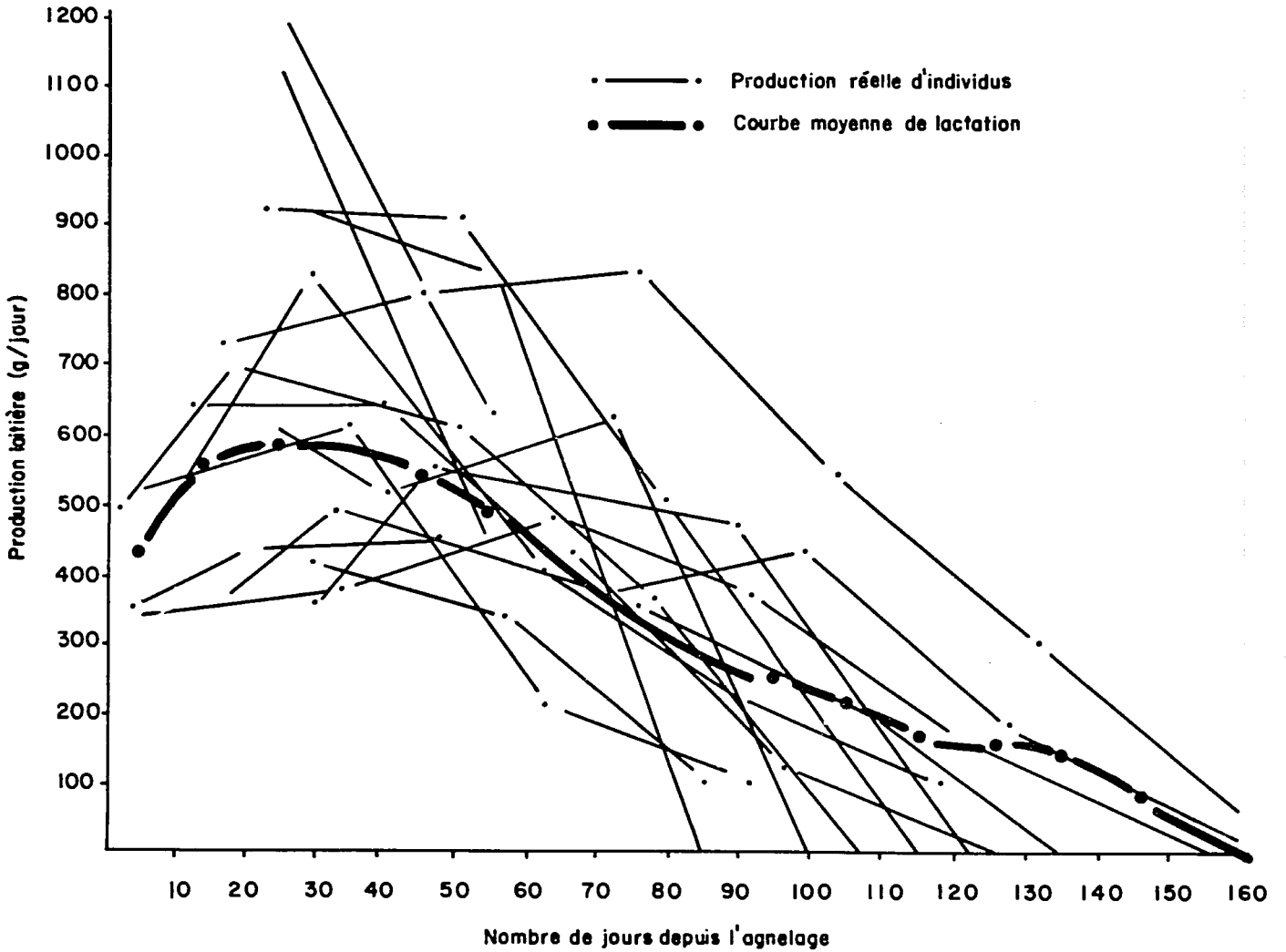


Figure 69. *Production laitière des ovins Macina (exploitation traditionnelle simulée).*



13.3.4. Production de laine

Deux tontes dont l'une correspondait à la saison sèche et l'autre à la saison humide ont été effectuées chaque année. Le tableau 90 présente des données relatives à la production de laine sur une période de trois ans. Celle-ci est de 685 g par an pour la laine suintée, soit 1,87 g/jour. Comme on pouvait s'y attendre, la production de laine en saison sèche (1,70 g) est nettement inférieure à celle de la saison des pluies (2,22g). La production des femelles, inférieure à celle des mâles et des castrés (comme on pouvait le prévoir), se rapproche toutefois de celle des mâles en saison des pluies, lorsque les réserves en énergie et en protéines dépassent largement les niveaux requis pour assurer l'entretien, la gestation et la lactation.

Tableau 90. *Production lainière des ovins Macina sur une période de trois ans.*

Sexe et variable	Moyenne des données de trois ans					
	Saison sèche		Saison humide		Année	
	M	E.T.	M	E.T.	M	E.T.
Mâles + castrés						
nombre	11,3	4,51	16,3	6,11	13,8	5,30
prod. totale (g)	468,3	72,86	377,4	33,68	835,7	52,54
croissance/j(g)	2,20	0,412	2,53	0,300	2,29	0,245
Femelles						
nombre	27,3	7,02	28	5,29	27,7	5,69
prod. totale (g)	263,2	73,54	281,1	27,72	534,1	64,98
croissance/j(g)	1,21	0,107	1,92	0,932	1,46	0,181
Tous sexes confondus						
prod. totale (g)	365,7	67,86	329,2	5,19	684,9	42,83
croissance/j(g)	1,70	0,200	2,22	0,393	1,87	0,119
Intervalle entre tontes (jours)	216	43	151	27	365[a]	

[a] Une année de 365 jours a été obtenue en soustrayant ou en additionnant un nombre égal de jours de saison sèche et humide pour chaque année.

14. RESSOURCES HUMAINES

14.1. INTRODUCTION

(J. Marie et S. Cissé)

Les deux principales composantes de tout système pastoral sont le sol et les animaux. Toutefois, l'utilisation adéquate de ces ressources dépend de l'ingéniosité de l'homme. On ne pourra réellement accroître la productivité des systèmes deltaïques étudiés par le CIPEA et des systèmes pastoraux dans l'ensemble du Sahel qu'en utilisant plus rationnellement la végétation naturelle. Il faudra pour cela passer du système actuel d'occupation communale des terres à un système où les droits d'usage seront plus clairement définis et attribués à des groupes spécifiques.

Au cours de la dernière décennie, la question de la création d'unités socio-territoriales dans les systèmes pastoraux a fait couler beaucoup d'encre. Les efforts déployés dans ce sens en Afrique de l'Est ont été, au mieux, modérément couronnés de succès. En Afrique occidentale, plusieurs projets de développement dont l'objectif principal est d'assurer l'édification de structures socio-territoriales ont également été lancés, mais les résultats qui ont été enregistrés jusqu'ici ne permettent pas de faire preuve d'optimisme. Malgré cela, on peut à bon droit continuer à considérer la mise en place d'un cadre socio-territorial efficace comme une condition préalable à une utilisation plus judicieuse des ressources pastorales. Tant que prévaudra le système d'occupation communale des terres, l'éleveur sera enclin à utiliser son énergie et son savoir pour maximiser son cheptel personnel, plutôt que pour améliorer des ressources pastorales qu'il lui faudra partager avec d'autres producteurs.

Toute nouvelle forme d'organisation sociale et territoriale devra non seulement être clairement définie et strictement appliquée, mais également assez souple pour permettre aux éleveurs et à leurs troupeaux de conserver leur mobilité actuelle qui constitue le meilleur et probablement le seul moyen d'exploiter la diversité écologique des différentes zones de pâturage. Dans le système pastoral du delta, les unités territoriales devraient donc comprendre à la fois des plaines d'inondation et des pâturages sahéliens pluviaux, reliés par des pistes de transhumance bien définies. Le droit des groupes exploitant certaines unités pastorales de traverser d'autres unités pour accéder aux pâturages sur lesquels ils exercent eux aussi des droits prioritaires reconnus devrait être protégé. Le fonctionnement des nouvelles unités socio-territoriales serait alors garanti par la coopération entre agriculteurs et groupes d'éleveurs plutôt que par la loi.

Etant donné que des formes traditionnelles d'organisation socio-territoriale existent dans le delta depuis la fin du XIXè siècle, on estime que celles-ci pourraient faire l'objet d'études et, le cas échéant, de modifications en vue de leur modernisation et de leur transformation en modèles.

Il ressort des résultats du recensement officiel que la population du delta s'élevait en 1976 à 440 000 habitants. La densité de la population dans le delta demeure relativement faible (moins de 20 hab/km^2) et n'est pas très différente de celle des zones sèches qui l'entourent. Traditionnellement, cinq principaux groupes ethniques habitent la région: (a) les Peuhls et les Rimaïbes; (b) les Markas; (c) les Bambaras; (d) les Bozos et les Somonos; (e) les Touaregs et les Bellas. Chaque groupe social s'adonne à l'activité économique la plus adaptée à l'environnement particulier dans lequel il vit. Les Bambaras pratiquent la culture du mil pluvial sur les hautes terres; les Markas et les Rimaïbes – autrefois esclaves des Peuhls – cultivent le riz dans la plaine d'inondation, tandis que les Bozos et les Somonos vivent de la pêche et que les Peuhls font de l'élevage transhumant. Les Peuhls du delta, qui exploitent par leurs mouve-

ments migratoires les différentes ressources du delta et des zones arides qui l'entourent, ont établi et développé des liens avec les éleveurs Peuhls et Touaregs basés hors du delta. Il faudrait par conséquent aborder la question du peuplement du delta intérieur du Niger en termes de stratification verticale des terres partant du Sahel aride jusqu'aux bassins inondés, plutôt que sous l'angle de regroupements régionaux de populations.

Aux relations exceptionnellement étroites qui unissent certains groupes socio-ethniques avec un environnement déterminé s'ajoute une dimension historique. La zone était traditionnellement dominée par un seul groupe ethnique, les Peuhls, dont la puissance a culminé au XIXè siècle, sous la *Dina*, l'empire théocratique peuhl du Macina, dont le fondateur, Ahmadou Cheickhou, a codifié l'organisation territoriale et socio-politique. Ainsi, depuis le XIXè siècle, le delta dispose d'un système stable et défini d'occupation des terres, contrairement aux autres régions du Sahel, où l'organisation territoriale, si tant est qu'elle existe, est très vague et s'appuie largement sur des droits usufructuaires. Le pays était autrefois divisé en 30 territoires (en peuhl: *leydi*) dont chacun représentait la base géographique d'une organisation agro-pastorale où le pastoralisme était l'activité dominante. Cette préséance de l'élevage sur l'agriculture et sur la pêche avait été instaurée pour créer et maintenir une hiérarchie sociale dominée par le Peuhl.

La structure territoriale du *leydi* se caractérise par la présence d'un village peuhl entouré de ses pâturages, et d'un village rimaïbe situé au milieu de ses champs. Les Peuhls possèdent de nombreux troupeaux, dont chacun a au moins une zone de pâturage bien délimitée. La mission du *leydi* consiste à instaurer l'équilibre entre les activités pastorales et agricoles. Sous la *Dina*, cet équilibre avait été atteint parce que toutes les exploitations agricoles et tous les pâturages étaient la propriété des groupes socio-politiques peuhls qui les géraient dans leur intérêt. Dès lors, le rôle du leydi consistait à maintenir l'équilibre entre les pâturages disponibles et la population animale par la limitation du nombre des troupeaux venant de l'extérieur dont les propriétaires étaient assujettis au paiement d'un impôt. Les recettes fiscales ainsi obtenues étaient partagées entre les hommes de la famille titulaire de droits de pâturage sur la zone pertinente et responsable de l'aménagement de celle-ci.

De nos jours, le double équilibre réalisé par le leydi de la *Dina* n'existe plus, et plusieurs raisons expliquent cette situation. On assiste aujourd'hui à la contestation des droits traditionnels du groupe socio-ethnique dominant sur les terres par d'autres groupes, à l'empiétement de l'agriculture sur l'élevage et à des changements dans le système de production animale. Entre 1952 et 1975, l'agriculture a grignoté une importante portion des terres qui étaient auparavant réservées au pâturage. Les superficies cultivées augmentent d'environ 2,2% par an et les cultures pluviales de 2,6% par an. Il ressort de l'analyse des données obtenues sur les 25 dernières années que l'agriculture s'est intensifiée et on peut raisonnablement avancer qu'à moyen terme, cette tendance à l'expansion de l'agriculture se confirmera.

En ce qui concerne la croissance actuelle et future de l'agriculture, on note d'une part que les rares recherches démographiques effectuées sur le Sahel indiquent que le taux de croissance de la population est plus élevé chez les agriculteurs sédentaires (2,5 à 3% par an) que chez les éleveurs nomades (environ 1,5% par an) et d'autre part, que les méthodes de production animale tout comme l'organisation de l'élevage se sont modifiées : les soins vétérinaires ont entraîné un accroissement du cheptel au moment même où l'expansion de l'agriculture réduisait la superficie des pâturages. En outre, les bénéfices produits par l'agriculture et les liquidités disponibles (travailleurs migrants, commerce, économies des fonctionnaires) sont investis dans la production bovine. De tels apports ont modifié la structure de la propriété des troupeaux de bovins: un nombre croissant de propriétaires n'élèvent pas directement leur bétail et les éleveurs traditionnels qui ne possèdent plus d'animaux sont devenus les employés de propriétaires-investisseurs. Cette situation a contribué, de manière notable, à la modification des relations traditionnelles entre l'homme et les troupeaux dans le delta et ses confins, en particulier en ce qui concerne l'organisation territoriale et les droits usufructuaires sur les pâturages.

Dans le système traditionnel, les pasteurs Peuhls pouvaient laisser à un homme de confiance le soin de procéder à la distribution des champs, mais l'assouplissement des liens de dépendance des collectivités paysannes pendant la période coloniale et leur disparition presque totale après l'indépendance ont laissé au chef de village, investi par le Conseil de village d'une autorité reconnue par le Gouvernement, une grande liberté de manoeuvre dans l'attribution des terres agricoles. Ce qui précède signifie qu'en pratique, la classe des éleveurs n'exerce guère plus qu'un contrôle théorique sur l'attribution des terres.

Sur le plan général, la législation actuelle donne à l'Etat la haute main sur les droits domaniaux. Cependant, ce corps de lois générales n'a pas été complété par des textes sur l'organisation territoriale, précisant le régime de la propriété des terres, les droits d'usufruit, etc. L'inexistence de telles dispositions aussi bien que la prédominance continue des cultures itinérantes ont entraîné entre agriculteurs, mais aussi entre éleveurs, et très fréquemment entre agriculteurs et pasteurs, toute une gamme de conflits relatifs à l'utilisation des terres. Ceux-ci sont souvent aggravés par le fait que le "Commandant de cercle", qui représente l'Etat, est la seule autorité compétente pour régler les conflits territoriaux. On assiste ainsi, très fréquemment, à des jugements arbitraires, motivés la plupart du temps par des attitudes partisanes ou par l'intérêt personnel. Dans ce contexte, il n'est pas surprenant que bon nombre de décisions relatives à des conflits territoriaux n'aillent pas dans le sens des intérêts des éleveurs, simplement parce que l'agriculteur peut toujours produire des preuves tangibles du droit d'usage qu'il exerce sur son champ (défrichement et culture des terres laissent des marques visibles sur le paysage), tandis que l'éleveur, qui utilise les pâturages naturels, ne peut faire que des réclamations verbale

Au cours de la dernière décennie, le faible niveau des crues a entraîné un accroissement rapide des différends relatifs à l'utilisation des terres, car l'insuffisance des terrains irrigables forçait les agriculteurs à empiéter sur les bassins profonds qui renferment les meilleures *bourgoutières* du delta. On a également enregistré des conflits nés à propos de sites de campements temporaires et de routes de transhumance transformés en champs ou barrés par des champs. Enfin, les protestations élevées par les pasteurs perdent souvent de leur force du fait des pratiques ambivalentes de certains d'entre eux qui, écartelés entre leurs intérêts agricoles et leurs intérêts pastoraux, n'hésitent pas à défricher leurs propres pâturages.

C'est dans ce contexte que depuis 1979, des efforts sont déployés en vue de concevoir une méthodologie appropriée de recherche qui permettra de déterminer le point d'équilibre entre les ressources pâturables et la population animale et d'étudier les conflits d'intérêts entre éleveurs et agriculteurs.

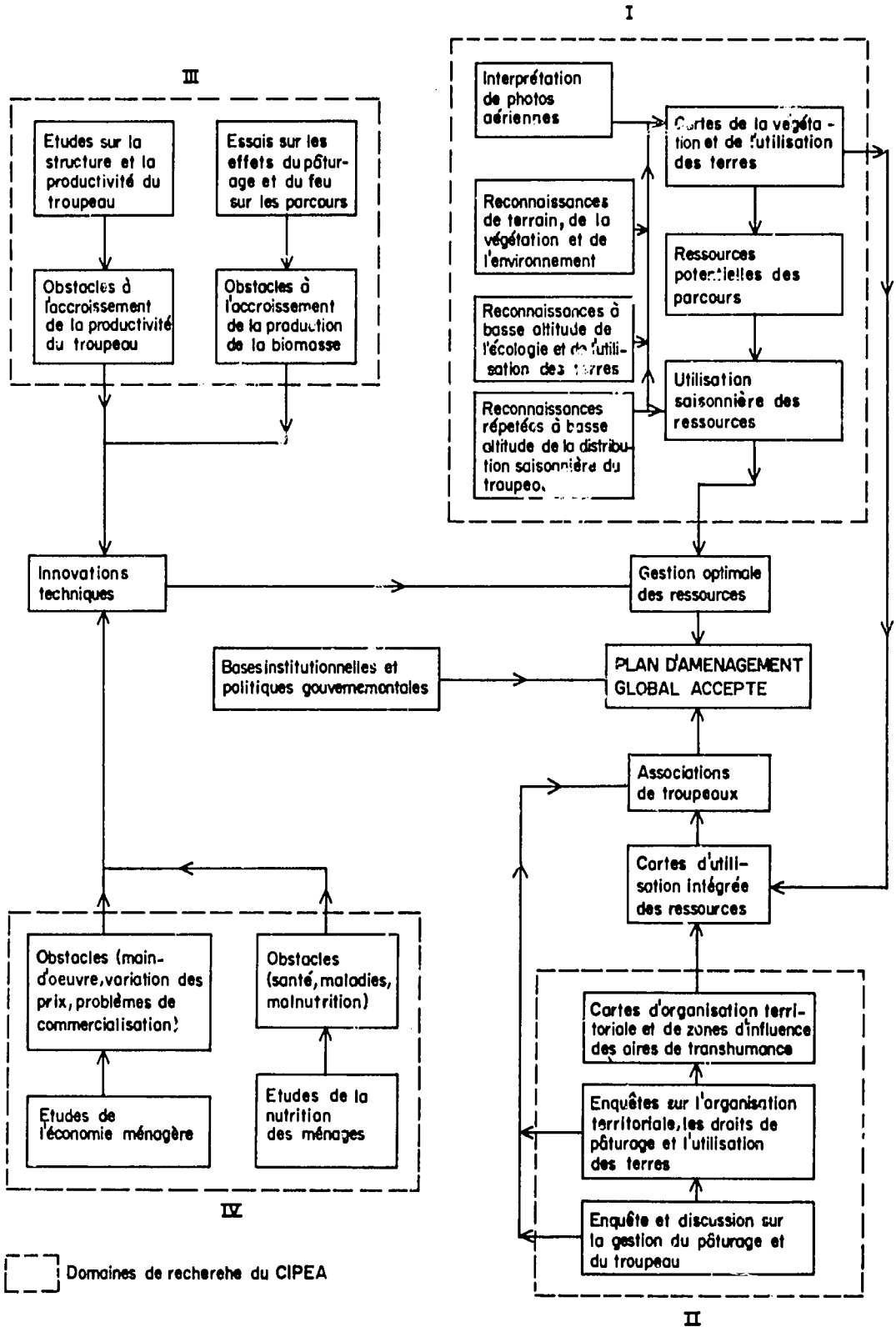
14.2. METHODOLOGIE DE RECHERCHE
(P.N. de Leeuw et C. de Haan)

Le diagramme de la figure 70 essaie de mettre en évidence les relations et la complémentarité des diverses composantes de la recherche dans un cadre multidisciplinaire. Il comporte quatre cases qui correspondent aux thèmes essentiels de l'étude. Les éléments de la case I ont trait aux ressources animales et végétales, tandis que les enquêtes effectuées en vue de mieux appréhender l'organisation territoriale actuelle des groupes agricoles et pastoraux figurent dans la case II. Celles-ci s'appuient sur des études de terrain relatives à l'économie villageoise (case IV). De même, une série d'études subsidiaires telles que celles décrites à la case III ont été menées à bien pour identifier de manière plus précise les obstacles à l'amélioration de la productivité du bétail et des parcours.

Ressources animales et végétales

Les ressources des parcours sont étudiées à trois niveaux: d'abord, la répartition et la localisation des principaux types de pâturages sont cartographiées à l'échelle 1/50 000ème pour le delta et 1/200 000ème pour les hautes terres qui l'entourent, grâce à l'interprétation de photographies (datant de 1971 et de 1975) et d'études à grande échelle effectuées sur le terrain. Outre l'identification des facteurs écologiques qui conditionnent l'étendue et la distribution des types de pâturages (figure 12), la cartographie fournit également des informations sur les établissements humains et les formes d'utilisation des terres y relatives ainsi que sur le degré d'érosion et de dégradation des sols. Ensuite, des survols à basse altitude des unités cartographiques sont effectués à des périodes cruciales (cf. section 7) pour mieux évaluer les variations saisonnières relatives aux ressources fourragères et à leur utilisation par les troupeaux et les éleveurs. L'évaluation de la distribution saisonnière du bétail permet également de mesurer certains paramètres écologiques (intensité de l'inondation, utilisation agricole des terres, couverture herbacée et ligneuse, degré d'érosion et ampleur des feux de brousse, pour compléter les informations moins précises fournies par la photo-interprétation). En troisième lieu, aux fins d'une interprétation correcte de la capacité de production, on détermine la période de la croissance saisonnière continue des principaux types de pâturages, dans des sites non aménagés, et on évalue en même temps l'effet du pâturage et du brûlage à différentes périodes et à des intervalles différents (cf. section 6.3.), pour simuler les

Figure 70. *Recherches du CIPEA sur l'organisation socio-territoriale et le développement pastoral dans les zones arides.*



effets d'une exploitation. Outre les données sur la réponse des différents types de pâturages à divers modes d'exploitation, les essais fourniront des renseignements utiles sur les lacunes du système actuel d'utilisation des terres et permettront d'adopter de nouvelles pratiques pour les combler.

Lorsque ces études auront été effectuées pendant plusieurs années, il sera possible de prédire les tendances à long terme en matière de succession de pâturages et de production fourragère, de faire des pronostics sur la stabilité des composantes de l'écosystème, compte tenu du niveau d'utilisation de la couverture végétale par le cheptel, et de prédire les effets à long terme de nouveaux empiétements de la riziculture sur les pâturages. Certes, les relations entre l'utilisation des ressources des parcours, les paramètres de la production saisonnière de fourrage et la productivité du cheptel ont été clairement expliquées à la section 12. Toutefois, il apparaît nécessaire de souligner qu'une intégration plus poussée des études relatives à ces divers facteurs, mettant notamment l'accent sur la manière dont les éleveurs perçoivent les conditions de pâturage, les fluctuations qualitatives et quantitatives des ressources fourragères et leurs effets sur la productivité de leurs troupeaux, permettra de disposer des connaissances de base nécessaires pour amener les pasteurs eux-mêmes et tous ceux qui s'intéressent à l'exploitation rationnelle des ressources naturelles, à prendre conscience des avantages inhérents à la modification des pratiques d'exploitation des pâturages et des troupeaux. En ce qui concerne l'étude sur la productivité du bétail, il faudrait faire en sorte qu'elle soit axée sur les unités les moins mobiles du troupeau *(bendi, dumti* et *tjipi)* qui souffrent beaucoup plus des effets des saisons sur l'approvisionnement fourrager que le *garti* auquel jusqu'ici l'essentiel des analyses a été consacré.

Organisation sociale et territoriale

Comme le montrent les schémas de la figure 70, les recherches sur les aspects socio-économiques de la gestion et de l'exploitation de l'écosystème deltaïque s'effectuent à différents niveaux. D'abord, on cartographie les unités territoriales existantes à l'échelle 1/50 000 ème en utilisant comme base les cartes de l'I.G.N.[1] On s'efforce ensuite de déterminer par des reconnaissances aériennes, les limites géographiques des unités pastorales et de localiser, dans chacun des villages, les routes de transhumance établies, les emplacements des campements temporaires, les terres cultivées et celles en friche et, chose plus importante, l'étendue de la zone de pâturage et les différents droits et coutumes régissant son utilisation. L'équipe qui effectue les vols de reconnaissance est en liaison constante avec les représentants des différents groupes d'intérêt au sein du *leydi*. Elle organise des réunions ou des discussions et utilise des questionnaires ouverts pour enquêter sur l'histoire du *leydi* depuis la *Dina* jusqu'à nos jours; elle cherche l'assistance de ses membres pour la vérification de l'emplacement précis des sites géographiques à cartographier.

En second lieu, on procède pour chaque village à la collecte de données sur la population et sur la composition ethnique, qu'on utilise ensuite pour contrôler les renseignements fournis par les recensements locaux. L'enquête porte aussi sur les paramètres de la population animale, la dimension des troupeaux du *leydi* et leur division en unités de gestion, l'utilisation de chacun d'eux dans le temps et dans l'espace au sein du leydi proprement dit ainsi que leurs droits de pâturage sur les unités territoriales situées dans leur aire de transhumance. Cette reconnaissance est complétée par une étude des droits de pâturage et des clauses de réciprocité entre les pasteurs du leydi et leurs homologues basés ailleurs, soit dans le delta, soit en dehors de celui-ci. Les superficies cultivées, les différents agriculteurs, les divers types de cultures et les lieux où elles sont pratiquées, les relations entre l'utilisation pastorale et agricole des terres et les domaines apparents de conflits sont également déterminés. Pour compléter ces enquêtes spécifiques, d'autres informations sont rassemblées sur les aspects plus généraux de l'élevage, à savoir la fréquence des maladies et l'existence de services de santé animale, de même que sur l'opinion des populations locales à l'égard des interventions gouvernementales (projets d'irrigation, etc.).

Au cours de la seconde phase de cette reconnaissance, on évaluera, compte tenu des croyances et des coutumes traditionnelles locales, l'acceptabilité des propositions générales et particulières découlant de l'inventaire des ressources territoriales et des études sur l'aménagement des parcours et l'exploitation des troupeaux. Dès qu'on parviendra, au niveau local, à un accord général sur les objectifs de l'amélioration de l'élevage, on pourra proposer des modalités de mise en pratique qui mettront l'accent sur la restructuration ou sur le renforcement d'institutions

1 Institut géographique national.

locales telles que les associations d'éleveurs et d'agriculteurs ou d'autres regroupements du même genre.

L'objectif primordial de cette équipe intégrée de recherche est d'aider l'ODEM à installer un nombre limité d'unités pastorales pilotes; toutefois, par l'établissement de cartes relatives aux ressources naturelles et à leur utilisation conjuguée avec la confection de cartes sur l'organisation territoriale existante, l'équipe fournira non seulement à l'ODEM, mais aussi aux divers programmes et organisations para-publiques participant au développement de cette région, un instrument efficace pour préparer un plan d'ensemble de l'aménagement et de l'utilisation des terres du delta et des régions qui l'entourent.

CINQUIEME PARTIE. ACTIVITES DE RECHERCHE FUTURES

(P.N. de Leeuw et C. de Haan)

15. LE SYSTEME AGRO-PASTORAL

Au Mali, les recherches actuellement effectuées sur les systèmes agro-pastoraux sont essentiellement consacrées à des cultivateurs de mil qui élèvent en même temps du bétail pour se procurer les revenus supplémentaires dont ils ont besoin pour améliorer leur niveau de vie et développer leurs moyens de transport, acquérir des bêtes de trait et investir. Le but recherché consiste à accroître la production fourragère, directement et indirectement, d'une part, par l'amélioration des méthodes culturales et par l'accroissement de la productivité des petits ruminants, et d'autre part, par l'introduction de légumineuses adaptées à la sécheresse et par l'amélioration de l'alimentation des boeufs de trait. L'analyse des problèmes se poursuivra jusqu'à la fin du premier semestre 1982 dans les villages sélectionnés par le CIPEA; elle sera suivie par trois activités principales de recherche, à savoir:

Cultures intercalaires de mil et de légumineuses et amélioration de l'utilisation des jachères par les moyens ci-après:

a) poursuite de la sélection de légumineuses adaptées à la sécheresse, en fonction de leur rendement en graines et en fourrage, de leur aptitude à assurer la conservation des terres et de leurs vertus fertilisantes pour le sol;
b) poursuite des expériences et des essais dans toute l'exploitation agricole sur des pratiques culturales destinées à conserver l'humidité du sol et à donner des récoltes abondantes de graines et de fourrage d'excellente qualité;
c) évaluation des risques inhérents à l'application de ces techniques.

Stratégies alimentaires destinées à accroître l'efficacité des bêtes de trait, y compris:

a) des études sur l'influence de différentes stratégies de supplémentation sur l'évolution pondérale de l'animal et sur ses performances;
b) des études sur les effets réciproques de l'alimentation, de la conduite de l'animal et des pratiques culturales (notamment la traction animale) sur la productivité de l'exploitation.

Amélioration de la santé, de l'exploitation et des rations alimentaires chez les petits ruminants par les moyens ci-après:

a) recherche sur les maladies les plus fréquentes chez les petits ruminants;
b) mise au point et essai de régimes prophylactiques et alimentaires, notamment en vue de diminuer la mortalité chez les agneaux et les chevreaux;
c) études sur le contrôle de la reproduction et autres pratiques d'exploitation du troupeau en vue d'augmenter la production.

Selon les prévisions, un système intégré de production agro-pastorale caractérisé par une amélioration de la traction, de la fertilité des sols et par l'augmentation de la part des petits ruminants dans l'approvisionnement en viande des populations rurales aura déjà été mis en place et testé. Le travail de terrain sera complété par des modèles mathématiques destinés surtout à déterminer les meilleures combinaisons de techniques possibles.

15.1. INTRODUCTION DE VEGETAUX

Les essais à grande échelle d'un nombre substantiel d'espèces au Ranch de Niono (section 10.2.2.) ont mis en évidence l'excellente adaptation du

niébé fourrager aux systèmes de culture pluviale du mil. Il convient donc de poursuivre la sélection des variétés fourragères prometteuses qui, le plus souvent, produisent en même temps un peu de graines. Il est vraisemblable qu'avec l'aide de l'ICRISAT et de l'IITA, les institutions nationales de recherche en Afrique de l'Ouest arriveront, en travaillant de concert, à produire un matériel nouveau qui vaudra la peine d'être essayé dans la zone marginale de culture du mil. Si l'on tient compte des pratiques locales qui consistent à récolter le niébé et à le faire transporter par charrettes à âne, on devrait privilégier les variétés rampantes susceptibles de mûrir en 50 à 90 jours. La réduction du taux de destruction des feuilles après la récolte et pendant le stockage constituerait un avantage supplémentaire notable. Bien qu'une production élevée de semences puisse ne pas constituer un objectif primordial lors de la sélection des variétés, il est crucial, pour la continuité de la production, que les agriculteurs qui vivent loin des villes et des routes importantes soient capables de produire leurs propres semences pour l'année suivante. Une telle autosuffisance pourrait être assurée par la fourniture de variétés à double objectif; toutefois, cette possibilité ne devrait pas inciter le CIPEA à supprimer son Centre de multiplication de semences et à renoncer à la culture d'une vaste gamme de variétés.

Etant donné que le succès de la production de fanes de niébé est directement lié au rendement du mil, il apparaît logique de poursuivre la recherche sur des variétés de mil adaptées à la bande de pluviosité marginale. La sélection initiale de plusieurs centaines de variétés locales de mil au Mali, commencée en 1979 par l'ICRISAT à Bamako et dans d'autres centres, constitue un jalon important dans la réalisation de cet objectif. Le CIPEA intensifiera la sélection de végétaux prometteurs choisis parmi les plantes de cette gamme, dans la zone de 300 à 500 mm, au Ranch de Niono. En dépit d'efforts intenses déployés au Sénégal dans le cadre d'activités de recherches (Dancette et Hall, 1979), il semble bien que les caractéristiques de croissance des variétés *sanyo* et *souna* du Mali soient mal connues des agriculteurs locaux. Pour les aider à les identifier, il faudra étendre et adapter au mil le modèle sol-eau-élément nutritif-plante élaboré dans la PPS (Penning de Vries et Djiteye, 1982) pour prédire la production annuelle de la biomasse herbacée au Sahel.

Bien que le niébé soit dans la zone (compte non tenu de l'arachide et du voandzou) la seule légumineuse à graine dotée de quelque importance, il faudrait essayer à la fois dans des conditions expérimentales et au niveau de l'exploitation, d'autres légumineuses à cycle court cultivées dans le cadre d'une stratégie à double objectif. Dans ce contexte, il convient de souligner que la réponse des agriculteurs locaux avec lesquels le CIPEA a travaillé à l'introduction de plantes et de variétés nouvelles a dépassé toutes les espérances.

15.2. PRATIQUES CULTURALES

Le mil demeurera la seule culture de subsistance, et la stratégie adoptée par les agriculteurs pour assurer leur propre survie consiste à faire en sorte que leurs greniers soient toutefois remplis. C'est pourquoi, toute intervention susceptible de réduire la possibilité de faire de bonnes récoltes de mil sera rejetée par les agriculteurs. La baisse de production qu'entraîne la culture intercalaire du mil et du niébé étant inversement proportionnelle à la quantité et à la distribution des pluies efficaces, le niébé constituera une culture secondaire adéquate pendant les bonnes années mais fera moins bonne figure dans les mauvaises années.

Il convient d'approfondir les études entreprises afin de déterminer la mesure dans laquelle les méthodes culturales, y compris l'utilisation optimale de boeufs de labour pour la culture en interlignes, contribuent à réduire les effets du manque d'humidité sur le mil, en particulier pendant les années de faible pluviosité. L'analyse du calendrier des opérations culturales pendant deux années consécutives (1980 et 1981), des relations entre ce calendrier, la main-d'oeuvre, les bêtes de trait auxquelles la famille a accès, la distribution des pluies et la production familiale, devrait fournir des indices sur l'effet du temps et de l'espace sur la production de l'exploitation agricole.

Bien qu'il faille entreprendre des recherches plus approfondies sur la réponse aux engrais phospho-azotés du mil et du mélange mil/niébé, on peut s'interroger sur l'opportunité de la transposition des résultats qui seront obtenus chez des agriculteurs isolés et démunis d'argent. Par contre, compte tenu de l'importance de la fumure animale dans une stratégie visant à assurer la production soutenue de quantités substantielles de mil dans les champs de village, on devrait procéder à des études sur les interactions entre le fumier et les différentes sources de phosphore couvrant notamment toute la gamme de solubilité de cette substance. Le groupe ICRISAT au Mali, avec l'assistance de l'Institut mondial des phosphates et des organismes de recherche maliens,

travaille dans ce sens, et le CIPEA devrait participer aux activités qu'il entreprend dans plusieurs stations de recherche.

Evaluation des risques liés aux interventions

L'analyse à variables multiples des facteurs qui influent sur la production permettra de déterminer les pratiques usuelles qui contribuent le plus à stabiliser et à optimiser la production de graines. On espère qu'elle permettra de faire le meilleur choix en matière d'intervention, et que celui-ci pourra être testé dans les conditions de l'exploitation agricole des villages de la zone d'étude.

15.3. TRACTION ANIMALE

Contrairement à ce qui se passe dans la zone sub-humide où l'absence de boeufs susceptibles d'être dressés pour le labour représente souvent un obstacle, la plupart des familles du système cultural du mil disposent d'une paire de boeufs et de matériel de labour; en outre, il n'est pas rare de voir des attelages utilisant trois boeufs dans le cadre d'un système de roulement. Les troupeaux locaux comptent assez de jeunes mâles et on peut obtenir des Peuhls transhumants qui traversent la région en novembre/décembre, des unités supplémentaires.

Dans le système du mil, on emploie des boeufs de trait pour labourer les nouveaux champs de brousse de fin juillet à début août, après les travaux dans les champs de village (figure 52). Le sarclage avec un charrue monosoc pour détruire les mauvaises herbes, briser la croûte superficielle et former les billons, commence après le premier semis dans les champs de brousse, au début de juin; il se poursuit pendant toute la période de végétation jusqu'en mi-septembre. Ainsi, les bêtes de trait sont utilisées pendant trois mois au moins; elles permettent de labourer quelque 340 ha dans le village A par exemple, et de sarcler à plusieurs reprises environ 760 ha, quoique l'agriculteur ait tendance à abandonner une portion substantielle des champs de brousse lorsqu'il acquiert la certitude que la récolte sera mauvaise.

Après la récolte de 1981, on disposera de données sur les travaux (heures de travail/ha, ha/jour, etc.) et les fréquences, pour déterminer les séries chronologiques de travail ainsi que les rapports du temps de repos au temps de pâturage/travail. Ces renseignements permettront de trouver les interactions entre les bilans énergétiques et les besoins nutritionnels qui en découlent, puis de déterminer la mesure dans laquelle le système de gestion actuel contribue à les satisfaire.

Il est possible de se faire une idée générale du niveau de la nutrition des boeufs de labour à partir des fluctuations saisonnières (figure 44). Celles-ci montrent que les poids des mâles adultes chutent de 340 kg en octobre à 290 kg au début de la saison de culture, en juin. On a calculé qu'en donnant 2 à 3 kg de fanes de niébé d'avril à juin, on réduit les pertes de 10 à 15 kg, ce qui implique 1 à 2 ha de culture intercalée mil/niébé pour chaque paire de boeufs. La question cruciale est de savoir si la faiblesse du poids et la mauvaise condition physique affectent la force de traction et justifient la complémentation alimentaire. Il convient de se rappeler que la plupart des sols à mil sont sableux et n'exigent qu'une force de traction réduite, et que le temps de travail journalier peut compter davantage que la force. C'est ainsi qu'il est possible de cultiver une superficie très grande dans un laps de temps très court.

Il convient d'étudier la possibilité de réduire au minimum les pertes de poids grâce à l'amélioration des méthodes d'exploitation. Pendant la période, les boeufs de labour rejoignent les bêtes des troupeaux du village et après janvier, on les laisse pâturer librement, sans surveillance. Ils peuvent revenir s'abreuver tous les jours ou partir pendant 2-3 jours. A l'ouest de Niono le fourrage est généralement abondant quoique, dans une large mesure, les niveaux du tapis herbacé disponible soient fonction chaque année de l'ampleur des feux de brousse. Toutefois, le taux d'éléments nutritifs ingérés dépend surtout de la part des ligneux fourragers dans la ration. Comme les bergers Peuhls qui gardent les troupeaux du village ne travaillent pas pendant cette période, on pourrait constituer des groupes spéciaux de boeufs de trait qui seraient conduits au pâturage sous leur surveillance et nourris grâce à des suppléments minéraux et des sous-produits du mil qui remplaceraient les fanes de mil.

Tant que l'on n'aura pas procédé à l'analyse de l'effet de la consommation de niébé sur les bêtes de trait, la pratique actuelle qui consiste à nourrir les chevaux, les ânes attelés à des charrettes et les moutons de case, avec du foin, pourrait être maintenue.

15.4. PETITS RUMINANTS

Les techniques à utiliser pour l'amélioration de la productivité des petits ruminants ont été présentées (figure 45). Comme la fréquence des zoonoses constitue un obstacle majeur, et que leur éradication demeure une priorité absolue, il faudrait d'urgence entreprendre l'analyse des taux de mortalité en fonction de leurs composantes

(maladies, pertes causées par les prédateurs, pratiques d'élevage et de gestion) et déterminer la portée de ces pertes en termes d'approvisionnement familial en viande et de revenus monétaires, compte tenu toutefois du fait que bon nombre des animaux qui meurent ne sont pas vraiment "perdus".

Il faudra procéder à une analyse plus détaillée pour identifier les facteurs qui sont à la base des fortes variations de la productivité des troupeaux considérés séparément (tableau 31). Il conviendra de déterminer les rôles que jouent la lutte contre les épizooties, le contrôle de la reproduction et la complémentation alimentaire, facteurs qui varient en fonction du propriétaire. Par ailleurs, il faudra évaluer l'incidence des éléments énumérés ci-dessus au cas où le troupeau n'est pas conduit par le propriétaire mais par un berger. Le fait que la productivité des troupeaux de petits ruminants appartenant à des riziculteurs soit plus élevée peut être dû à bien des facteurs et il semble peu probable que l'accès aux champs de riz et leurs jachères constitue un élément déterminant comme nous l'avons démontré pour les bovins. Néanmoins, une enquête sur les pratiques en matière d'exploitation des pâturages dans les deux systèmes pourrait révéler des différences et confirmer en même temps que les activités du troupeau et les formes saisonnières de consommation d'énergie décrites dans l'étude sur la nutrition sont représentatives des deux troupeaux agro-pastoraux.

Puisqu'on n'a pas entrepris des enquêtes socio-économiques, parallèlement à l'étude sur la productivité du troupeau, on ne dispose que de données approximatives sur les motivations et les attitudes qui sous-tendent les stratégies de production des propriétaires de petits ruminants. Une intensification des études sur les troupeaux de petits ruminants dans les villages de la zone du CIPEA contribuerait donc de manière notable à déterminer ces facteurs cruciaux.

16. LE SYSTEME PASTORAL

Les résultats de l'analyse des contraintes permettront à l'Office de développement de l'élevage dans la région de Mopti (ODEM) qui finance cette partie du Programme du CIPEA de créer des unités locales de développement. La phase de développement commencera probablement en 1982 et la même approche sera utilisée pour la partie la plus aride du Sahel en 1983-1984. Par ailleurs, le CIPEA s'efforcera d'étendre ses activités à d'autres pays du Sahel qui se préparent à entreprendre des activités de développement, l'objectif ultime étant la création d'un cadre susceptible de permettre l'aménagement des parcours et des interventions techniques.

15.1. EXPLOITATION RATIONNELLE DES RESSOURCES PASTORALES

Aux fins de l'examen de stratégies d'intervention susceptibles de favoriser une exploitation plus rationnelle des ressources des parcours, il convient d'abord d'identifier des zones-cibles et des groupes-cibles. Etant donné le contraste entre l'environnement du delta intérieur et celui des hautes terres du Sahel, il est évident qu'en dépit d'objectifs d'exploitation similaires, les techniques d'intervention seront différentes. Ces disparités seront d'autant plus prononcées que les périodes d'utilisation et les caractéristiques de la couverture herbacée différeront. Le premier groupe-cible auquel il convient de s'adresser est celui que constituent les fonctionnaires et les technocrates qu'il faut convaincre de la valeur scientifique et de l'applicabilité des propositions d'aménagement. Le second est celui des producteurs eux-mêmes qui devraient adapter leurs croyances et leurs attitudes aux réalités nouvelles et aux conséquences qui en découlent.

Le delta

Au plan technique, les propositions relatives à l'exploitation sont simples, dans la mesure où elles se fondent sur les caractéristiques de croissance des graminées pérennes et sur leur manipulation en vue d'optimiser leur production à long terme, en tenant compte des différences variétales. Par l'analyse des schémas de croissance et des réponses à des utilisations expérimentales variant en durée et en fréquence, on a pu élaborer des principes de gestion qui déterminent les pressions optimales de pâturage, leur période et leur fréquence. A l'aide de cartes de la végétation, des systèmes de rotation et des modèles sectoriels d'utilisation seront mis au point de façon à permettre une exploitation équilibrée des différents types de terrains de parcours dans le temps et dans l'espace. Les unités pastorales pilotes constituent les premières zones-cibles où seront mis en pratique des plans de gestion. Une fois acceptées comme techniquement valables et réalisables, les procédures d'enquêtes indiquées à la section 14.2. (figure 70) seront mises en train pour sonder les producteurs intéressés. L'idée qu'ils se font d'une "bonne exploitation" sera analysée à la lumière des nouvelles propositions en vue de l'introduction d'innovations acceptables pour tous. Une fois que les lignes directrices auront été acceptées, on les traduira en une série de règles et de directives, c'est-à-dire, en un code d'aménagement pastoral.

Les hautes terres du Sahel

Les principes d'exploitation envisagés pour répartir aussi largement et aussi équitablement que possible la charge des pâturages dans les hautes terres du Sahel ont déjà été évoqués à la section 6.2. Ainsi, la faiblesse de la capacité des points d'eau de surface favorisant la dispersion maximale du troupeau, engendre une succession de courtes périodes à forte intensité de pâturage et de longues périodes de repos. Pendant presque toute la saison des pluies, le delta mort, grâce à sa géomorphologie, dispose d'un réseau d'eaux de

surface bien réparti et compte tenu de la faiblesse des taux de charge (voir section 7.2.), on estime que les cas de surpâturage sont rares dans les années de pluviosité normale (Diarra et Breman, 1975). Ce n'est que dans les projets d'irrigation de l'Office du Niger et dans la zone d'attente à l'ouest que le surpâturage et la dénudation du sol constituent un problème. Des troupeaux de bovins et de petits ruminants sédentaires en sont la cause principale. Dans la zone d'attente, la dégradation des sols est particulièrement due aux troupeaux laitiers qui y pâturent de janvier à août et à l'afflux des bovins en décembre, avant la traversée du fleuve (cf. figure 29). Des propositions spéciales seront donc formulées pour cette région.

Il serait souhaitable que les différentes aires de transhumance vers le nord et le nord-ouest soient maintenues dans leurs formes actuelles car elles favorisent une dispersion optimale, en saison des pluies. Au demeurant, les distances parcourues sont probablement largement compensées par l'excellente qualité des pâturages du nord (Breman et coll. 1980), qui permet au troupeau de récupérer très rapidement. Bien qu'il faille éviter les charges excessives, l'exploitation de petites superficies surpâturées adéquatement distribuées s'avère avantageuse dans la mesure où elle permet d'améliorer la qualité de l'herbe par l'effet combiné du transfert de fertilité qui s'effectue par le biais du fumier et de la faiblesse des taux de croissance des espèces (surtout des herbes) adaptées aux endroits surpâturés. Comme le disent Breman et coll. (1980):"...les zones surpâturées produisent peu de fourrage, mais presque tout le fourrage qu'elles fournissent est, du point de vue qualitatif, utilisable (exception faite des petites superficies dotées d'espèces insipides). Aux endroits où l'effet du ruissellement est accentué par celui du piétinement, etc., le rapport quantité/qualité se modifie en faveur de la qualité...".

16.2. EQUILIBRE ENTRE AGRICULTURE ET ELEVAGE

Dans le delta

Il est souvent difficile d'aborder de manière rationnelle la question de l'utilisation optimale du territoire à cause de considérations qui tiennent notamment à la structure du pouvoir qui a mis au point les droits d'usage traditionnels et créé de solides mécanismes de défense contre le changement. C'est ainsi que des situations conflictuelles naissent entre des groupes dont les intérêts divergent. Par exemple, l'empiétement des cultures sur les pâturages considéré par les "éleveurs purs" comme menaçant leur existence, est perçu par les agriculteurs comme un moyen d'améliorer leur sort. Pour le Gouvernement malien, il s'agit d'une évolution nécessaire qui permettra d'accroître la production de riz en vue de la satisfaction des besoins des populations urbaines et de la réduction des importations de cette denrée. Certes, les décisions relatives à l'utilisation des terres dans le delta sont, de par leur nature, essentiellement politiques; toutefois, il existe des éléments techniques qui peuvent aider les pouvoirs publics à élaborer leurs décisions. C'est là que le CIPEA, qui effectue dans cette région des recherches multidisciplinaires relativement importantes, peut apporter une contribution remarquable.

L'établissement de cartes détaillées sur l'ensemble du delta pourra servir de base à l'élaboration d'une carte relative aux possibilités d'utilisation des terres, qui fera l'inventaire des vertus pastorales ou agricoles des divers types de végétation. Etant donné les énormes variations du niveau de l'inondation, on pourra facilement identifier dès zones prioritaires pour le pâturage de saison sèche et pour la culture du riz. C'est le lieu de signaler que les conditions optimales pour la culture du riz flottant ont déjà été étudiées à Mopti par l'Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO).

Par ailleurs, l'intensité de la controverse actuelle sur l'"équilibre" entre ressources pâturables et population animale dans le delta pourra être atténuée quand la capacité de production fourragère des types de végétation les plus importants sera mieux connue et lorsque des directives auront défini un cadre approprié pour leur utilisation. Il conviendra également de replacer le concept de "surpâturage" dans un contexte écologique naturel plutôt que de lui laisser le sens qu'il a chez les éleveurs et leurs "défenseurs", à savoir une réduction des ressources fourragères (basée généralement sur une appréciation subjective des pratiques passées et des modes d'exploitation utilisés lors des années fastes) menaçant la vie du troupeau. Aussi faudrait-il redéfinir le surpâturage comme un taux d'exploitation qui compromet la productivité soutenue et à long terme de l'écosystème. Pour les herbages pérennes du delta, il y a peu de risques qu'une telle forme de surpâturage se produise à grande échelle, en raison de la restauration de la fertilité du sol et de sa non-utilisation pendant les six mois que dure l'inondation, ce qui permet des taux d'exploitation élevés sur de courtes périodes.

Il est certain que l'expansion de l'agriculture dans le delta réduit les quantités de ressources fourragères disponibles; toutefois, il est difficile d'évaluer dans quelle mesure cette diminution affecte l'élevage. On estime qu'une intégration plus poussée de l'agriculture et de l'élevage contribuerait à minimiser les effets d'une telle expansion que l'on sait fortement tributaire du régime de l'inondation annuelle. Dans les années où les crues sont faibles, les terres les plus hautes réservées au riz ne sont pas inondées et les agriculteurs s'abstiennent de cultiver cette denrée pour ne pas l'exposer à une mort certaine. Il en résulte un sol nu ou couvert d'une végétation pionnière annuelle de faible niveau. Les effets du feu sur les chaumes des rizières après la récolte sont encore plus graves. Certes, les chaumes de riz et le recrû des jachères de riz sont bien moins productifs que les pâturages à *bourgou* (voir figures 20 et 21), mais ces terrains peuvent porter jusqu'à 100 têtes/km^2 pendant deux à trois mois, comme le montrent les dénombrements aériens du bétail effectués dans l'Office du Niger pour les zones irriguées. Dans le delta, les agriculteurs brûlent la plus grande partie de la paille de riz pour pouvoir commencer le labour de leurs champs, lorsque le sol est encore relativement humide. Ils soutiennent que la destruction du chaume est essentielle parce que leurs charrues ne peuvent venir à bout des tiges endurcies[1].

Les conflits relatifs à l'utilisation des terres sont moins fréquents dans les zones de culture pluviale, exception faite de la frange fortement peuplée des projets d'irrigation de l'Office du Niger et des secteurs de la zone d'attente du delta (figures 13 et 26). Les rares différends enregistrés relèvent de cas où le bétail traverse un champ cultivé. L'agriculture ne contribue guère à la production animale dans la mesure où les animaux n'ont pas accès aux terres actuellement cultivées. Les jachères sont souvent plus productives que la végétation d'origine qu'elles remplacent et quand le tapis herbacé commence à se développer, il est généralement constitué de *Zornia*, légumineuse hautement nutritive. C'est surtout sur la couverture ligneuse qu'on observe l'effet de la transformation du pâturage en superficie cultivée, notamment par la réduction des ligneux fourragers disponibles.

16.3. DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES EN EAU DANS LES TERRAINS DE PARCOURS DU SAHEL

Comme dans plusieurs autres pays sahéliens, l'amélioration de l'approvisionnement en eau constitue une composante importante de nombreux projets de développement de l'élevage au Mali, absorbant souvent une bonne partie des investissements sur le terrain. On remarquera par exemple, que la région semi-aride du Mali a été divisée en une série de zones de projets parrainés chacun par un organisme donateur bilatéral ou international qui, dans la plupart des cas, accorde à la mise en valeur des ressources en eau un rang élevé de priorité (Banque mondiale, 1980). Les effets désastreux des projets d'approvisionnement en eau dont plusieurs ont contribué à perturber l'équilibre pastoral, notamment en modifiant brutalement la mobilité des troupeaux et l'agencement de leurs déplacements, ont déjà fait couler beaucoup d'encre. Ces déséquilibres ont entraîné des charges excessives sur les pâturages et l'installation de populations agricoles dans des environnements trop secs et trop fragiles pour supporter des modifications d'une telle ampleur.

Le CIPEA s'intéresse vivement à la mise en valeur des ressources en eau et suit de près l'expérience que tente l'ODEM en construisant des séries de puits et de forages et en approfondissant plusieurs mares de surface, le long de la bordure occidentale de la zone d'attente et des routes de transhumance traditionnelles du "delta mort". La mise en valeur des ressources en eau dans cette zone procède de la volonté d'étendre la saison de pâturage au Sahel, de retarder l'entrée des troupeaux dans la zone d'attente et de réduire, par ce biais, la charge des pâturages. Ainsi, au lieu d'une ruée des troupeaux du Méma et de la Mauritanie vers le delta, on assisterait en octobre-novembre à une descente lente et progressive du bétail par la zone mise en valeur. Sous réserve d'une lutte efficace contre les feux précoces, on estime que sur le plan quantitatif, les ressources pâturables sont satisfaisantes dans la majeure partie de la zone. Cette opinion a été confirmée par une reconnaissance à basse altitude faite en octobre 1980. Cependant, l'ODEM préconise à juste raison l'adoption d'une réglementation de l'utilisation de ces points d'eau et des pâturages qui les entourent avant

1 On a connu le même problème à l'Office du Niger et il avait été estimé que les charrues utilisées par les agriculteurs avaient été faites pour des sols sableux et non pour des sols lourds à forte couverture végétale. Aussi un nouveau prototype de charrue capable de retourner l'andain a-t-il été mis au point. Il serait intéressant d'essayer cette charrue dans le delta. Si elle réussissait à venir à bout des chaumes de riz, le recours au feu ne s'imposerait plus et on pourrait mieux utiliser les chaumes. Les éleveurs pourraient être amenés a coopérer avec les agriculteurs en surchargeant les rizières immédiatement avant la préparation du sol. Cela permettrait d'éliminer la biomasse restante et faciliterait du même coup les travaux des agriculteurs.

d'en ouvrir l'accès. C'est la raison pour laquelle il tient à ce que l'organisation pastorale basée sur les unités territoriales, qui a été proposée pour le delta, soit étendue à la zone du Sahel, ce qui implique l'application d'un corps de règles et de contrôles qui incluerait notamment:

1) l'interdiction d'abreuver ou de faire pâturer le bétail dans les points d'eau, ou d'entreprendre des activités culturales autour des points d'eau à partir de la mi-août. Cette disposition permettra d'éviter la pollution de l'eau et de préserver les ressources fourragères qui seront utilisées ultérieurement;

2) la mise en oeuvre d'un plan séquentiel qui réglerait la chronologie des mouvements des troupeaux des différentes unités pastorales. Cela signifie que chaque unité jouirait de droits d'abreuvement dans les points d'eau et de droits de pâturage sur les parcours situés autour des points d'eau pendant une période donnée, définie à l'avance et pour un certain nombre d'UBT.

Le plan devrait être à la fois souple et strict, d'une part parce que la période d'accès serait fixée chaque année en fonction de la fin des pluies et des caractéristiques de l'inondation du delta, ces deux éléments déterminant le moment du commencement et de la fin de la migration et d'autre part, parce que les mouvements seraient strictement fonction des ressources en eau et du fourrage disponibles le long de la piste.

Pour créer les conditions favorables à une utilisation contrôlée des parcours et des eaux basée sur l'extension de l'organisation pastorale envisagée pour le delta, le CIPEA a l'intention d'entreprendre les activités suivantes:

1) établir une carte des ressources des parcours sur laquelle seraient répertoriés les pâturages et leurs capacités de charge à des périodes données, les ressources en eau, la taille de la population animale sédentaire, celle des établissements humains et des superficies emblavées, pour remplacer la carte actuelle de la végétation de la zone d'intervention;

2) analyser certains éléments relatifs aux troupeaux participant à la descente (nombre, unités territoriales deltaïques d'origine, droits de priorité sur les ressources en eau, etc.).

16.4. LES LIGNEUX FOURRAGERS

Si la croissance de la population et partant, celle de la demande en terres et en bois de chauffage se poursuit au rythme actuel, la couverture ligneuse est condamnée à diminuer à une allure vertigineuse. Le développement des cultures et la sédentarisation du bétail qui en résulte vont favoriser l'abandon des bovins pour les petits ruminants et par conséquent, un accroissement de la demande de ligneux fourragers. Ainsi, toutes les tendances convergent vers un déséquilibre croissant entre l'offre et la demande. L'intensification de la mécanisation des travaux de labour contribuera à aggraver la situation, en réduisant la couverture arborée des terres cultivées et des jachères. Jusqu'ici, les recherches du CIPEA ont été axées sur:

1) les techniques de reboisement des hautes terres du Sahel avec des essences de ligneux fourragers locaux et exotiques installés par plants et par semis (Gosseye, 1980);

2) l'évaluation des effets des pratiques d'élagage, d'émondage et de coupe, de leur époque et de leur fréquence sur la productivité des ligneux fourragers (Cissé, 1980); et

3) la prévision des tendances en matière d'utilisation du bois de chauffage et des ligneux fourragers par des centres semi-urbains comme Niono (Wilson, 1980).

Certes, on a déjà démontré que dans certaines situations la culture d'espèces à double fonction (fourrage et combustible) était économiquement valable (CIPEA, 1981); toutefois, on peut se demander si les autorités sont disposées à faire les investissements à long terme requis et si le climat politique s'y prête. Par ailleurs, le mandat du CIPEA ne permet pas au Centre d'entreprendre les activités de recherche nécessaires pour appuyer une telle initiative. Par contre, le CIPEA devrait soutenir les efforts destinés à promouvoir une exploitation plus rationnelle des ressources fourragères, en mettant l'accent sur le rôle des ligneux fourragers dans l'alimentation du bétail pendant les périodes difficiles. Par exemple, il pourrait entreprendre l'étude des ligneux fourragers, qui poussent autour des villages à mil de la zone d'étude, déterminer leur mode d'exploitation et évaluer les possibilités d'amélioration de celui-ci sans détériorer l'environnement.

16.5. STRATIFICATION DE LA PRODUCTION ANIMALE

La stratification de la production animale en une quantité de composantes spécialisées est depuis longtemps l'un des thèmes favoris des organismes de développement. L'élevage de jeunes animaux dans les zones aride et semi-aride (où les maladies sont moins fréquentes mais où les ressources pâturables sont limitées) destinés à être vendus pour engraissement et finissage ou pour dressage à la traction dans les zones du sud dotées de ressources en eau plus abondantes et de meilleurs pâturages représente, au moins en théorie, une

approche rationnelle à l'accroissement de la production. Toutefois, la balkanisation politique de l'Afrique occidentale qui freine la libre circulation du cheptel le long du gradient climatique, de même que les systèmes actuels de commercialisation, constituent de sérieux obstacles. Cela ne signifie pas qu'à une échelle plus réduite et au niveau régional, la stratification n'existe pas. On peut considérer que l'existence de systèmes de production animale qui partent du riziculteur et du cultivateur de mil n'utilisant qu'une paire de boeufs d'attelage, au pasteur transhumant qui s'intéresse un tant soit peu à la culture du riz, en passant par les agriculteurs propriétaires de troupeaux plus ou moins grands, constitue une forme de stratification. La structure des troupeaux dans ces systèmes est une preuve tangible de l'existence de la spécialisation et de son intensification future.

D'aucuns soutiennent que les prix actuels des jeunes animaux mâles découragent les ventes précoces, étant donné que le kg vif d'un animal de 2 ans ne coûte que la moitié de celui d'un animal de 5 ans (Banque mondiale, 1980). Il existe cependant de bonnes raisons de penser que la structure des prix changera avec l'accroissement de la demande d'animaux de trait et celui du nombre des petits propriétaires de la zone sub-humide désireux de se lancer dans l'embouche bovine. Une telle évolution incitera les éleveurs à modifier leurs objectifs de production et à restructurer leurs troupeaux en conséquence.

C'est dans ce contexte qu'il convient de situer la réduction de la mortalité chez les veaux des troupeaux en transhumance. La réalisation d'un tel objectif permettra non seulement de limiter un gaspillage manifeste de ressources, mais contribuera également à protéger les intérêts du producteur. L'expansion continue des cultures pluviales et inondées devrait entraîner l'augmentation de la demande en produits laitiers, ce qui donnerait à l'éleveur une raison d'accroître sa production laitière. Comme à court terme la production laitière par vache restera vraisemblablement inchangée, l'éleveur sera enclin à conserver davantage d'animaux femelles. Cette tendance sera d'autant plus prononcée que les ressources pâturables diminueront. Par ailleurs, la mise en place d'une organisation territoriale prévoyant la réglementation de l'utilisation des terres incitera l'éleveur à limiter le nombre de ses animaux. S'il estime qu'il est dans son intérêt de garder autant de génisses que possible pour accroître à l'avenir sa production laitière, et si conformément aux prévisions, le prix des mâles augmente, il prendra davantage soin de ses veaux. On peut donc s'attendre à ce que les éleveurs deviennent plus exigeants en matière de santé animale, afin d'accroître le taux de survie des veaux.

Transposition à d'autres types d'environnements sahéliens

On a déjà souligné qu'il serait vain d'espérer un accroissement notable de la productivité du troupeau pastoral tant qu'une organisation pastorale n'aura pas été mise en place. On estime qu'il s'agit là d'une condition *sine qua non* du développement pastoral, et d'un domaine prioritaire de la recherche sur l'élevage. L'approche intégrée adoptée par le CIPEA a déjà suscité un vif intérêt. Si elle aboutit à la mise en place effective d'unités pastorales, il faudra l'appliquer à la zone purement sahélienne, où les formes traditionnelles de l'organisation territoriale sont beaucoup moins rigides. Il faudra en même temps mettre l'accent sur la formation de scientifiques et d'agents de développement africains dans les techniques de délimitation et de mise au point de telles unités au niveau régional.

16.6. INTERVENTIONS AU NIVEAU DU TROUPEAU

Il semble que les principaux domaines possibles d'intervention au niveau du troupeau soient la réduction de la mortalité des veaux, l'amélioration de l'alimentation des vaches laitières et celle des services vétérinaires, dans le sens d'une efficacité accrue. Cependant, ces interventions ne doivent pas s'effectuer de manière isolée, car, comme l'a montré l'analyse de la productivité du troupeau, les niveaux actuels de productivité sont le résultat des stratégies actuelles d'exploitation.

Il a été avancé que la compétition pour le lait entre les hommes et les animaux était une cause importante de mortalité chez les veaux, quoique la régression entre le prélèvement de lait et la croissance des veaux dans le présent rapport ne confirme pas ce point de vue. Un changement de régime au terme duquel les hommes devraient s'abstenir de boire du lait a été préconisé, mais on estime que, contrairement aux autres sociétés pastorales, les Peuhls transhumants consomment peu de lait. Des études plus approfondies sur ce sujet, l'accord récemment conclu avec un institut spécialisé dans ce domaine et les résultats des enquêtes sur l'économie ménagère actuellement menées dans le cadre du Programme du CIPEA, permettront de clarifier cette question. Il convient également de noter que ce sont les autres fractions du troupeau et non le *garti*, le thème principal des études sur les troupeaux bovins

transhumants dans le présent rapport, qui constituent la source essentielle du lait consommé par l'homme. Il sera plus facile de faire des interventions sur celles-ci que sur le *garti* qui est à peu près inaccessible à cause de son extrême mobilité. Toutefois, la forte mortalité des veaux est encore probablement le résultat des carences alimentaires (lait et fourrage), des maladies et de l'interaction de ces deux facteurs. L'importance relative de ceux-ci n'a pas été déterminée, mais l'introduction d'un programme simple de contrôle sanitaire destiné aux veaux et à leurs mères améliorera le niveau de nos connaissances sur cette question. Si les résultats de la présente étude et la recherche sur l'alimentation humaine envisagée confirment l'interaction de la maladie avec la nutrition, des études plus approfondies sur des produits de remplacement du lait pour les veaux et sur leur adaptabilité aux conditions pastorales pourraient alors contribuer à accroître la productivité des troupeaux.

L'affouragement stratégique des vaches laitières et des veaux constitue donc une autre possibilité d'intervention, sous réserve d'une réglementation de l'utilisation des terres. Dans les études relatives aux systèmes de transhumance effectuées dans le présent rapport, les fluctuations saisonnières sont moins notables que dans le système sahélien pur, même si elles demeurent assez sensibles. Dans le système de transhumance du delta, on pourrait bien envisager la supplémentation de l'alimentation des vaches laitières avec du foin de *bourgou*. La plantation de cultures fourragères, spécialement sur les jachères du riz, paraît possible. Des résultats encourageants obtenus en irrigation avec des graminées pérennes *(Brachiaria mutica* et *Echinochloa stagnina)* dans la plaine d'inondation du Niger, au sud de Niamey, confirment cette possibilité. En ce qui concerne le système pastoral basé entièrement sur la végétation pluviale, l'adoption d'une stratégie alimentaire, fondée sur l'utilisation des sites écologiques les plus favorables, revêt une importance encore plus grande et devrait ultérieurement faire l'objet d'études approfondies. Il sera nécessaire ici de combiner la recherche biologique (sélection des espèces, pratiques culturales, utilisation des animaux) et la recherche socio-économique (opinions des éleveurs sur les mécanismes de distribution).

Comme nous l'avons indiqué dans l'introduction, l'équilibre entre les systèmes sahéliens et l'environnement est très précaire, et les possibilités d'amélioration de la situation sont limitées. Nous avons essayé dans la présente étude de quantifier les principaux obstacles et de formuler des propositions sur la recherche-développement future. Leur adoption n'entraînera probablement qu'un léger accroissement de la productivité des systèmes de production animale sahéliens. Toutefois, leur mise en oeuvre pourrait contribuer à assurer la pérennité et la stabilité à long terme d'un système de production qui utilise au mieux les ressources disponibles et permet à une bonne partie de la population des pays du Sahel de survivre.

REFERENCES

APRU (Animal Production Unit) (1978). *Annual Report 1978.* Botswana, Ministry of Agriculture.

Banque mondiale (1980). *Sectorial report on the livestock industry in Mali.* Abidjan. 200 pp.

Bartha, R. (1971). Studies in Fragen der Zebu – Rinderzucht in den Tropen. Afrika-studien No.59. Weltforum Verlag, Munich.

Blancou, J., Calvet, H., Friot, D. et Valenza, J. ('978). Composition du pâturage naturel consommé par les bovins en milieu tropical. Note sur une technique d'étude nouvelle. Dans *Colloque rech. sur l'élevage bovin en zone tropicale humide.* 18-22 avr. 1977. Bouaké.

Boudet, G. (1972). Projet de développement de l'élevage dans la région de Mopti, Etude agrostologique, Maisons-Alfort, IEMVT.

Boudet, G. et Rivière, R. (1967). Emploi pratique d'analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux. Maisons-Alfort, IEMVT.

Boudet, G. et Leclerq, P. (1970). Etude agrostologique pour la création d'une station d'embouche dans la région de Niono (Rép. du Mali). Etude agrostologique 29. Maisons-Alfort, IEMVT.

Boyer, J. (1970). Essai de synthèse des connaissances requises sur les facteurs de fertilité des sols en Afrique intertropicale francophone. Comité des sols tropicaux, Londres, 14-16 juin, 1970.

Breman, H. et Cissé, A.M. (1977). Dynamics of Sahelian pastures in relation to drought and grazing. *Oecologia* (Berlin) 28:301-315.

Breman, H., Diallo, A., Traoré, G. et Djiteye, M.A.(1978). The ecology of the annual migrations of cattle in the Sahel. *Proc. First. Intern. Rangeland Congress,* Denver, pp. 592-595.

Breman, H., Cissé, A.M., Djiteye, M.A. et Elberse, W.Th.(1980). Pasture dynamics and forage availability in the Sahel. *Israel Journal of Botany,* 28:227-251.

CIPEA (Centre international pour l'élevage en Afrique) (1977). Evaluation de la productivité des races bovines Maure et Peuhl à la Station du Sahel. Niono, Mali, CIPEA et Institut d'économie rurale (IER), Addis-Abeba, Bamako, 109 pp.

CIPEA (Centre international pour l'élevage en Afrique) (1978). *Central Mali: Study of Traditional Livestock Systems of the Niger Delta and the Sahel. Annex 5: Livestock in the Study Area.* CIPEA/Mali. Bamako.

CIPEA (Centre international pour l'élevage en Afrique) (1980a). Evolution de l'utilisation des terres et de la végétation dans la zone soudano-sahélienne du projet CIPEA au Mali. CIPEA. Document de travail no. 3. Addis-Abeba, CIPEA, 37 pp.

CIPEA (Centre international pour l'élevage en Afrique) (1980b). Les premières années du CIPEA. Addis-Abeba, CIPEA. 127 pp.

CIPEA (Centre international pour l'élevage en Afrique) (1981a). Tendances et perspectives de l'agriculture et de l'élevage en Afrique tropicale. CIPEA. Document de travail no.5, Addis-Abeba, CIPEA. 124pp.

CIPEA (Centre international pour l'élevage en Afrique) (1981b). Distribution of rural population and livestock in the Sahel. (Programme Document N° AZ 58) CIPEA: Mali.

CIPEA (Centre international pour l'élevage en Afrique). (1981c). Cattle Herd Dynamics: an integer and stochastic model for evaluating production alternatives. Version finale. Addis-Abeba, CIPEA.

CIPEA (Centre international pour l'élevage en Afrique) (1981d). Aspects économiques du développement de fourrages ligneux. *Bulletin du CIPEA,* 12, juin 1981.

Cissé, M.I. (1976). Influence de l'exploitation sur la qualité d'un pâturage soudano-sahélien. Thèse de 3ème cycle, C.P.S., E.N. Sup., Bamako.

Cissé, M.I. (1980). 1. Production fourragère de quelques arbres sahéliens. Relations entre la biomasse foliaire maximale et divers paramètres physiques. 2. Effets de divers régimes d'effeuillage sur la production foliaire de quelques buissons fourragers de la zone soudano-sahélienne. Dans H.N. Le Houérou (éd.). *Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances.* Colloque CIPEA, avril 1980, Addis-Abeba, pp. 203-208, 209-212.

Coulomb, J.(1972). Projet de développement de l'élevage dans la région de Mopti (République du Mali): Etude du troupeau. Maisons-Alfort, IEMVT.

Dancette, C. et Hall, A.E. (1979). Agroclimatology applied to water management in the Sudanian and Sahelian zones of Africa. Dans A.E. Hall et coll., éds. *Agriculture in semi-arid environments.* Ecological Studies no. 34, Berlin, pp. 90-117.

Davy E.G., Mattei, F. et Solomon, S.I. (1976). An evaluation of climate and water resources for development in agriculture in the Sudano-Sahelian zone of West Africa. Special Environmental Report no.9. Organisation météorologique mondiale. 289 pp.

de Leeuw, P.N. et Hiernaux, P. (1980). The secondary productivity of Sahelian rangelands. (Programme Document N°AZ 53) CIPEA: Mali.

Delgado, C. (1978). *Livestock versus Foodgrain Production in Southeastern Upper Volta; A Resource Allocation Analysis.* University of Michigan, Ann Arbor: Centre for Research on Economic Development.

Diallo, A. (1978). Transhumance: comportement, nutrition et productivité d'un troupeau de zébus de Diafarabé, Thèse de 3ème cycle, C.P.S., E.N. Sup., Bamako.

Diarra, L. et Breman, H. (1975). Influence of rainfall in the productivity of grassland. Dans *Inventaire et cartographie des pâturages tropicaux africains.* Addis-Abeba, CIPEA, pp. 171-174.

Dicko, M.S. (1980). Mesures de la production secondaire des pâturages: un exemple d'application dans l'étude d'un élevage du système extensif au Mali. Dans H.N. Le Houérou(éd.). *Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances.* Colloque CIPEA, avril 1980, Addis-Abeba, pp. 245-251.

Dicko, M.S. (1981). Commercialisation du lait par la femme peuhle du système agro-pastoral du mil et du riz. (Programme Document N°AZ 56) CIPEA: Mali.

Dewry, K.J., Brown, C.J. et Honea, R.S. (1959). Relationships among factors associated with the mothering ability in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 18:1209.

Eddy, E. (1979). *Land and Labor Use of Mixed Farms in the Pastoral Zone of Niger.* University of Michigan, Ann Arbor: Centre for Research on Economic Development.

Elliott, R.C. et Fokkema, K. (1961). Herbage consumption studies on beef cattle. Part I. *Rhod. Agric. J.* 58(1): 49-57.

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) (1979). *Annuaire de la production.* FAO.

Gallais, J. (1967). *Le delta intérieur du Niger. Etude de géographie régionale.* 2 vols. Dakar: IFAN.

Gosseye, P. (1980). Recherches sur l'introduction de ligneux fourragers en zone soudano-sahélienne. Dans H.N. Le Houérou, (éd.). *Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances.* Colloque CIPEA, avril 1980, Addis-Abeba, pp. 383-386.

Hiernaux, P. (1980). L'inventaire du potentiel des arbres et arbustes d'une région du Sahel malien. Méthodes et premiers résultats. Dans H.N. Le Houérou, (éd.). *Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances.* Colloque CIPEA, avril 1980, Addis-Abeba, pp. 195-201.

Hiernaux, P., Cissé, M.I. et Diarra L. (1979). Section Ecologie/Pâturages naturels: Rapport annuel, juin 1979 (Programme Document N° AZ 23). CIPEA: Mali.

IEMVT (Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux) (1979). *Rapport annuel. Laboratoire de recherches vétérinaires et zootechniques de Farcha, Tchad.* Maisons-Alfort, IEMVT.

IEMVT (Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux) (1980). *Le ranch d'Ekrafane, Niger.* Maisons-Alfort, IEMVT.

IER (Institut d'économie rurale) (1975). Enquête agro-socio-économique dans la zone d'extension de l'opération de riz Segou. 2 vols. Bamako, IER.

INRA (Institut national de recherches agronomiques) (1978). Composition et valeur nutritive des fourrages tropicaux. Dans *Alimentation des ruminants.* Paris. Institut National de Recherches Agronomiques, pp. 579-584.

Jones, M.S. et Wild, A. (1975). Soils of the West African Savanna. Technical Communication, no.55, Harpenden, Commonwealth Bureau of Soils. 246 pp.

Kowal, J.M. et Kassam, A.H. (1978). *Agricultural ecology of savanna. A study of West Africa.* Oxford. Clarendon Press.

Lambourne, J. et Reardon, T.F. (1963). The use of the chromic oxide and fecal nitrogen concentration to estimate the pasture intake of Merino wethers. *Aust. J. Agri. Res.* 14:251.

MAF (1975). Energy allowances and feeding systems for ruminants. Tech. Bull. 33. Londres, Minist. Agric. Fish. Fd.

Milligan, K. et Keita, M. (1981). Recensement du cheptel et description du système écologique de la région du delta du Mali par enquête aérienne. (Programme Document N°AZ 55a) CIPEA: Mali.

Ministère de la coopération (1960). Les ressources de la République du Mali, leur exploitation, perspectives d'avenir. Paris.

Montsma, G. (1962). Observations of milk yield and calf growth and conversion rate on three types of cattle in Ghana. II. Effects of plane of nutrition. *Trop. Agric.* (Trinidad) 30 (2), pp. 123-129.

NAS (1975). *Nutrient requirements of sheep.* 5th revised edition. Washington, NAS.

NAS (1976). *Nutrient requirements of beef cattle.* 5th revised edition. Washington, NAS.

Oyenuga, V.A. et Olubayo, F.O. (1975). Pasture productivity in Nigeria. II. Voluntary intake and herbage digestibility. *J. Agric. Sci.* 85 (2): 337-343.

Penning de Vries, F.W.T. et Djiteye M.A. (éds.) (1982). La productivité des pâturages sahéliens. Agric. Res. Rep. 918 PUDOC, Wageningen, CABO.

Pieri, C. (1971). Le point sur les essais de fertilisation des céréales de cultures sèches réalisés au Mali de 1954 à 1970. Rapport IRAT, Bamako, IRAT.

Poulain, J.F. (1976). Amélioration de la fertilité des sols agricoles au Mali. Bilan de 13 années de travaux (1962-1974). *Agronomie Tropicale,* 31(4), pp. 402-416.

SAFGRAD (Semi-arid Food Grain Research and Development) (1979). Rapport de la campagne 1979. Projet conjoint 31 OUA/CRST; mai 1980. Bamako, CNRA.

SRCVO (1980). Rapport de recherches sur les cultures vivrières et oléagineuses. Bamako, IER/DRA.

Steele, W.H. (1972). *Cowpeas in Nigeria.* Thèse de doctorat. University of Reading. Voir: Jones and Wild (1975).

Stroosnijder, L. et Hoogmoed, W.B. (1980). Influence of rainfall and physical soil conditions on infiltration and runoff on crust sensitive sandy soils in the millet area of the Malian Sahel zone, West Africa. Soil and Tillage Research, Wageningen.

Swift, J.J. (1979a). *West African Pastoral Production System.* University of Michigan, Ann Arbor; Center for Research on Economic Development.

Swift, J.J. (1979b). *The Economics of Traditional Nomadic Pastoralism: The Twareg of the Adrar in Iforas (Mali).* Thèse D. Phil., University of Sussex.

Tilley, J.M.A. et Terry, R.A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18:104.

Trail, J.C.M. et Gregory, K.E. (1981). Le bétail Sahiwal: une évaluation de sa contribution potentielle à la production de lait et de viande bovine en Afrique. CIPEA Monographie no.3. Addis-Abeba, Centre international pour l'élevage en Afrique. 128 pp.

Traoré, G. (1978). Evolution de la disponibilité et de la qualité de fourrage au cours de la transhumance de Diafarabé. Thèse de 3ème cycle, C.P.S., E.N. Sup., Bamako.

Van Soest, P.J. (1976). Dans Swan and Lewis, (éds). *Feed Energy Sources for Livestock.* Londres, Butterworths, p. 83.

Wetselaar, R. (1967). estimation of nitrogen fixation by four legumes in a dry monsoonal area of North West Australia. *Austr. Exp. Agri. Animal Husb.*, 7.

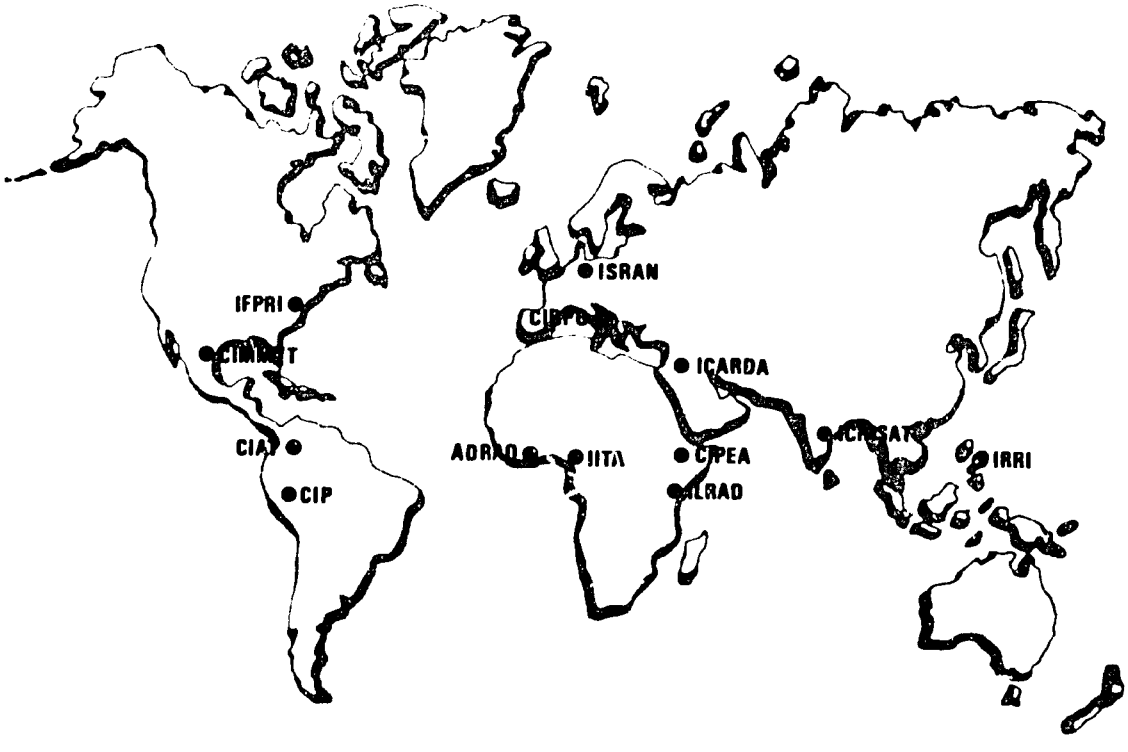
Wilson, R.T. (1980). Consommation de bois de combustion dans une ville du Mali et ses effets sur la disponibilité des fourrages ligneux. Dans H.N. Le Houérou (éd.). *Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances.* Colloque CIPEA, avril 1980, Addis-Abeba, pp. 463-466.

Wilson, R.T. (1982). The social and economic importance of goats under traditional management in the semi-arid zone of northern tropical Africa. Dans *Proceedings III World Conference on Goat Production and Diseases,* Tucson, Arizona, 10-15 janvier 1982, pp. 186-195.

Wilson, R.T. et Clarke, S.E. (1976). Studies on the Livestock of Southern Darfur, Sudan. II: Production Traits in Cattle. *Tropical Animal Health and Production.* 8: 47-57.

LE GROUPE CONSULTATIF POUR LA RECHERCHE AGRICOLE INTERNATIONALE

Le Centre international pour l'élevage en Afrique (CIPEA) est l'un des 13 centres internationaux de recherche agricole financés par le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI). Presque tous localisés dans la zone intertropicale, ces treize centres créés au cours de la dernière décennie ont reçu pour mandat d'appuyer les programmes de développement agricole à long terme des pays du tiers monde. On trouvera ci-dessous, le nom, l'emplacement et le domaine d'activités de chacune de ces institutions:



Centre international d'agriculture tropicale (CIAT), Colombie: Manioc, haricot de plein champ, riz et pâturages tropicaux.

Centre international d'amélioration du maïs et du blé (CIMMYT), Mexico: Maïs et blé.

Centre international de la pomme de terre (CIP), Pérou: Pomme de terre.

Centre international de recherche agricole dans les zones arides (ICARDA), Liban: Systèmes agricoles, céréales, légumineuses vivrières (fèves, lentilles et pois chiches) et cultures fourragères.

Conseil international des ressources phytogénétiques (CIRPG), Italie.

Institut international de recherches sur les cultures des régions tropicales semi-arides (ICRISAT), Inde: Pois chiches, cajan, millet à chandelle, sorgho, arachide et systèmes agricoles.

Centre international pour l'élevage en Afrique (CIPEA), Ethiopie: Production animale en Afrique.

Institut international de recherche sur le riz (IRRI), Philippines: Riz.

Institut international d'agriculture tropicale (IITA), Nigéria: Systèmes agricoles, maïs, riz, racines et tubercules (patates, manioc et igname), légumineuses vivrières (niébé, haricot de Lima).

Laboratoire international de recherche vétérinaire (ILRAD), Kenya: Trypanosomiase et théileriose chez les bovins.

Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO), Libéria: Riz.

Service international de la recherche agricole nationale (SIRAN), Pays-Bas.

Institut international de recherches sur les politiques alimentaires (IFPRI), Etats-Unis: Problèmes alimentaires dans le monde.

Etudes de systèmes

1. *Modélisation mathématique des systèmes de production animale – application au Botswana du modèle de production bovine de la Texas A & M University* (en cours d'impression), par F.M. Anderson et J.C.M. Trail. 1978.
2. *Production animale dans la zone sub-humide de l'Afrique de l'Ouest – étude régionale* (en cours d'impression), par S.B. Westley (éd.). 1979.
3. *L'élevage des petits ruminants dans les régions tropicales humides* (en cours d'impression), par C. de Haan, S.B. Westley et S. Chater (éds). 1979.

Monographies

1. *Evaluation des productivités des races bovines Maure et Peul à la Station du Sahel, Niono, Mali.* Document conjointement élaboré par le Centre international pour l'élevage en Afrique et l'Institut d'économie rurale du Mali. 1978.
2. *Le bétail trypanotolérant d'Afrique occidentale et centrale. Tome 1. Situation générale, Tome 2. Situations nationales*, par J.C.M. Trail, C.H. Hoste et Y.I. Wissocq, et Ph. Lhoste en collaboration avec I.L. Mason. 1979.
3. *Le bétail Sahiwal: Une évaluation de sa contribution potentielle à la production de lait et de viande bovine en Afrique*, par J.C.M. Trail et K.E. Gregory. 1981.
4. *Low-level aerial survey techniques: Report of an international workshop: 6 - 11 novembre 1979, Nairobi*, par J.J.R. Grimsdell et S.B. Westley (eds). 1981.
5. *The camel (C. dromedarius): A bibliographical review*, par E. Mukasa-Mugerwa. 1981.

En 1982, les *Etudes de systèmes* et les *Monographies* ont été remplacées par la nouvelle série de *Rapports de recherche.*

Rapports de recherche

1. *Tendances et perspectives de l'agriculture et de l'élevage en Afrique tropicale*, par C. de Montgolfier-Kouévi et A. Vlavonou. 1983.
2. *Cattle herd dynamics: An integer and stochastic model for evaluating production alternatives*, par Panos A. Konandreas et Frank M. Anderson. 1982.
3. *Evaluation des productivités des ovins Djallonke et des taurins N'Dama au Centre de recherches zootechniques de Kolda, Sénégal.* par A. Fall, M. Diop, J. Sandford, Y.J. Wissocq, J. Durkin et J.C.M. Trail. 1982.
4. *Recherche sur la productivité des exploitations et du bétail dans les hauts plateaux centraux de l'Ethiopie: résultats préliminaires*, par G. Gryseels et F.M. Anderson. 1983.