

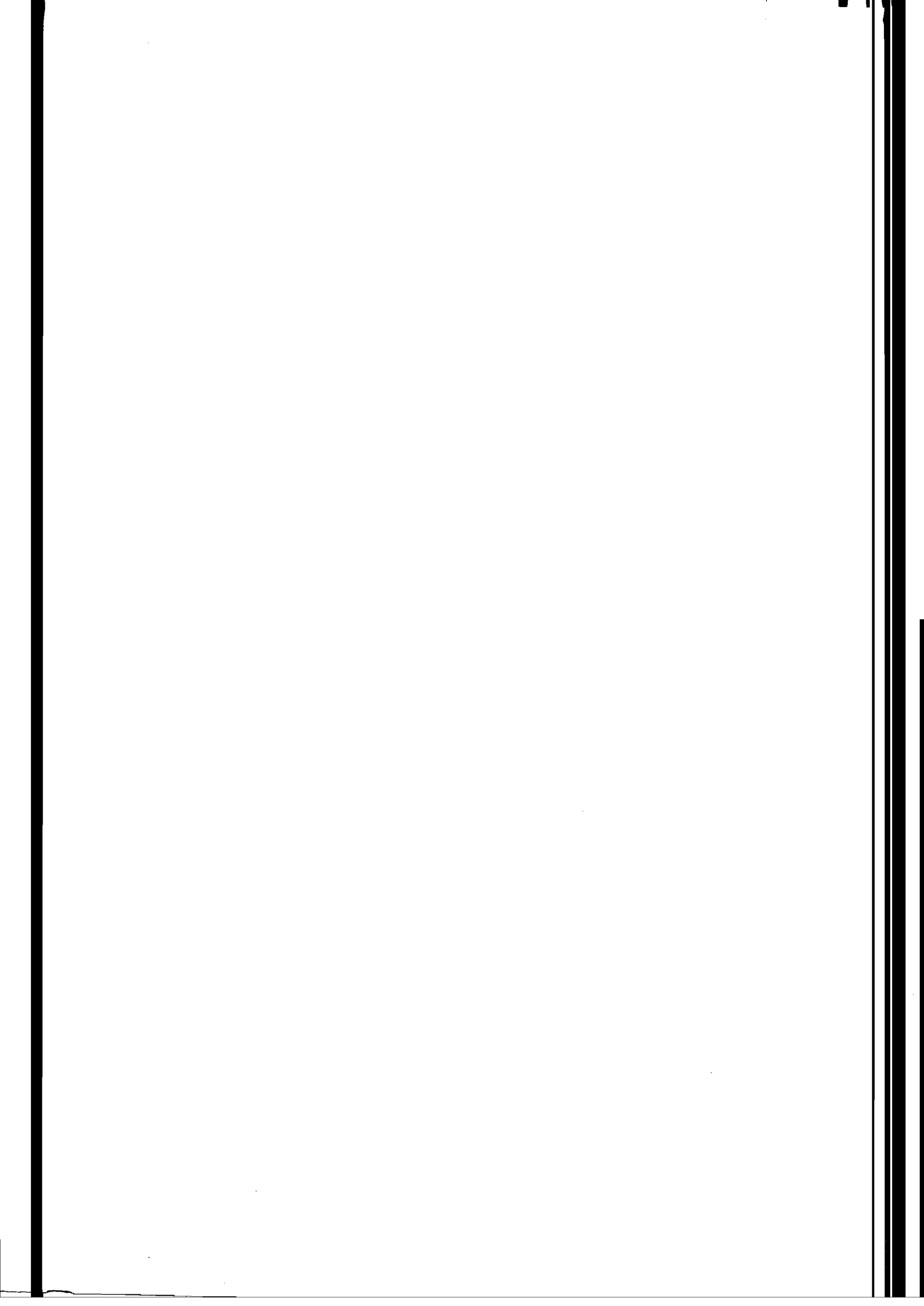
**UTILISATION DE LA BIOMASSE VEGETALE ET DE
LA FUMURE ANIMALE : IMPACTS SUR
L'EVOLUTION DE LA FERTILITE DES TERRES EN
ZONE DE SAVANES**

Etude de cas au Nord-Cameroun et essai de généralisation

Rapport final de l'ATP "Flux de biomasse et gestion de la fertilité à l'échelle du terroir"

Patrick Dugué

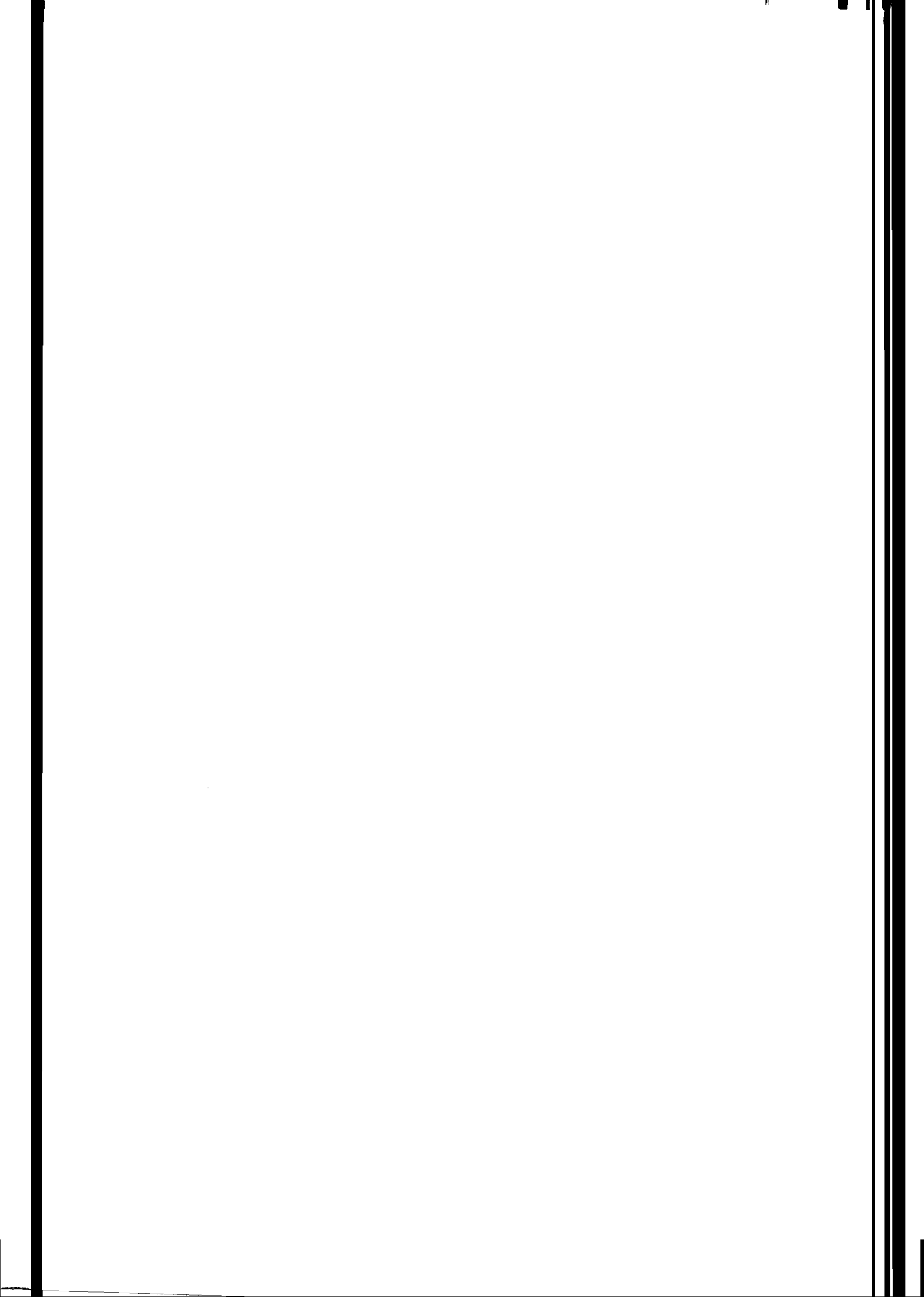
**Document CIRAD-TERA N°57/99
Juillet 1999**



Résumé

La biomasse herbacée produite au sein des terroirs agro-pastoraux des zones de savane assure en grande partie l'alimentation du bétail en saison des pluies (parcours naturels) comme en saison sèche (résidus de culture et parcours). Cette étude menée en zone cotonnière du Cameroun dans deux villages avait pour objectif de caractériser à l'échelle du terroir d'une part, les flux de biomasse végétale (plus particulièrement ceux de résidus de récolte) et d'autre part, les flux de fumure organique d'origine animale. Les observations ont été réalisées en grande partie durant les saisons sèches 94/95 et 95/96. On a pu ainsi évaluer les différentes postes de consommation de la biomasse végétale : vaine pâture, stockage pour l'élevage ou l'artisanat, pertes par brûlis. Le feu constitue la première cause de perte de matière organique dans ces terroirs. La fumure animale est largement sous valorisée malgré les progrès récemment observés quant à son utilisation. La simple valorisation de toute la production de fèces des animaux d'élevage permettrait de multiplier par 8 la surface fertilisée avec de la fumure organique. Ces quantifications ont permis d'établir deux types de bilan : (i) des bilans fourragers pour la saison sèche mettant en relation les besoins du bétail et l'offre alimentaire provenant essentiellement de la zone agricole et de la complémentation (tourteau de coton) et (ii) des bilans minéraux et organiques pour les sols cultivés. Par ailleurs la localisation des apports de fumure organique permet d'identifier les transferts de fertilité au sein des terroirs, entre exploitations et même entre les parcelles d'une même exploitation. Diverses simulations sont proposées afin d'évaluer pour ces deux terroirs les possibilités d'accroître la production de fumure organique en améliorant le recyclage de la biomasse herbacée et en augmentant les effectifs de bovins. Cet accroissement est envisageable si les agro-éleveurs peuvent augmenter la production fourragère des parcours ou de la zone cultivée. Pour ce dernier cas des propositions techniques ont été évaluées. A partir de cette étude de cas, une approche plus générale du fonctionnement des systèmes agro-pastoraux et des types de transferts de fertilité est proposée pour les zones de savane.

Mots clés : transfert de fertilité, matière organique, bilan minéral, relations agriculture élevage, gestion de terroir, système agraire, système de production, cultures fourragères, fumure organique, résidus de culture, Nord-Cameroun, zone cotonnière, savane, Afrique sub-saharienne.



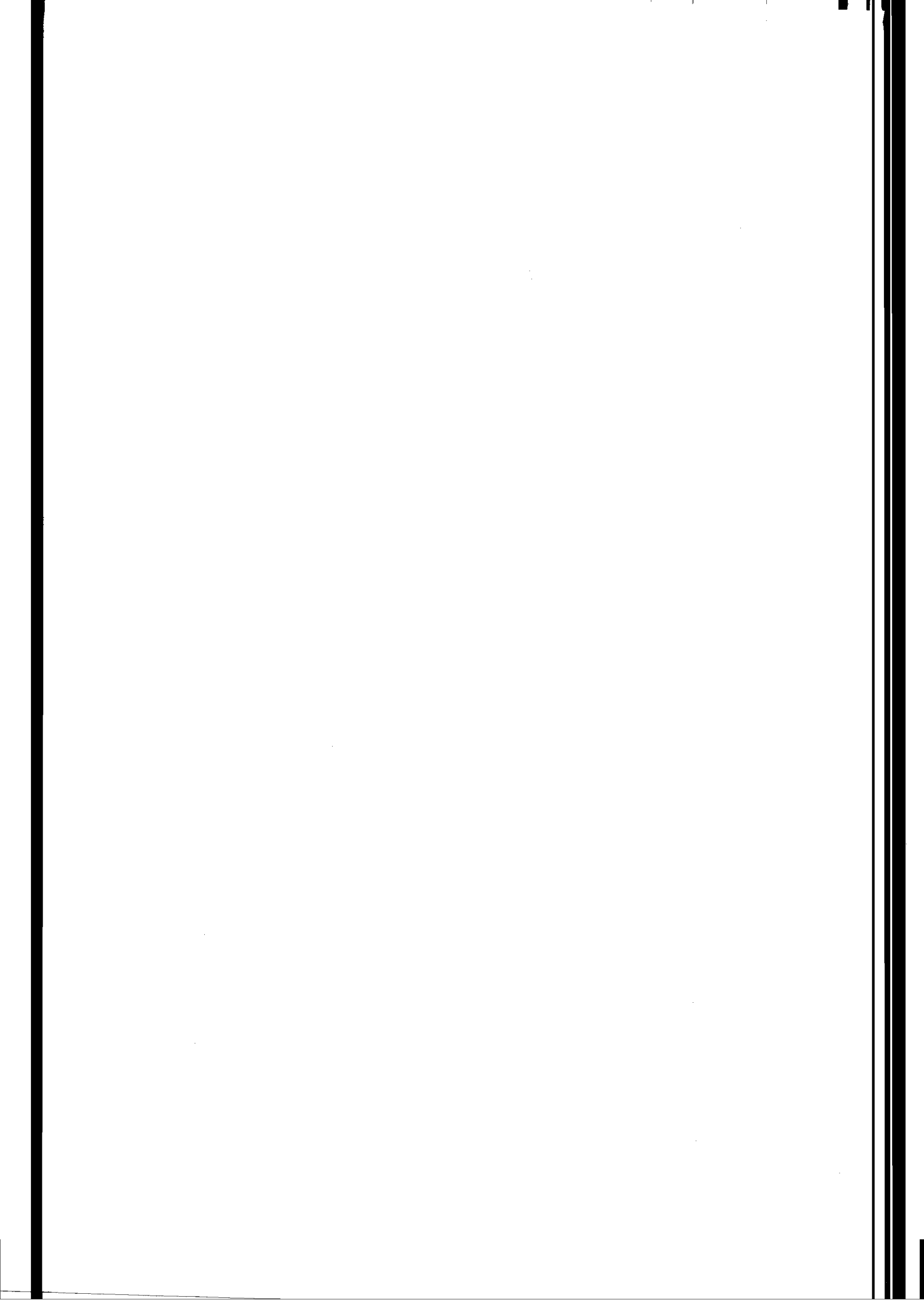
SOMMAIRE

INTRODUCTION

1° PARTIE : METHODES ET CADRE GÉNÉRAL DE L'ETUDE :	3
1. Les terroirs villageois de Héri et Ourolabo	3
2 Méthodes et cadre d'analyse	7
2.1 Découpage du temps et de l'espace	
2.2 Les types de biomasse observée	
2.3 La production et l'utilisation de la fumure organique	
2.4 Utilisation des résidus de récolte à la ferme et des aliments concentrés du bétail	
2.5 Le cadre général d'analyse	
2° PARTIE : EVOLUTION DE LA BIOMASSE HERBACEE EN SAISON SECHE SUR LES SITES DE PRODUCTION	11
1. Les dispositifs de mesure	11
1.1 Les types de biomasse observée	
1.2 Les protocoles d'observation et de mesure	
1.3 Le cadre général pour l'analyse des résultats	
2. Evolution de la biomasse sur les parcelles cultivées	15
2.1 Les parcelles de cotonnier	
2.2 Les parcelles d'arachide	
2.3 Les parcelles de sorgho	
2.4 Les parcelles de maïs	
2.5 Les cultures secondaires	
2.6 Importance des apports de biomasse provenant de la strate arborée	
2.7 Importance du couvert d'adventices en début de saison des pluies	
3. Evolution de la biomasse herbacée sur les parcours et les jachères	45
3.1 Utilisation des jachères et parcours naturels	
3.1 Evolution de la biomasse des parcours et jachères en saison sèche	
3.3 Importance des repousses de graminées pérennes	
4. Eléments de synthèse sur les bilans de biomasse et d'éléments minéraux	52
4.1 Bilan de biomasse à l'échelle du terroir pour la saison sèche	
4.2 Première approche du bilan minéral pour la zone cultivée	
Conclusion de la 2° partie	65

3° PARTIE : UTILISATION DES RESIDUS A LA FERME	67
1. Dispositif et méthodes	67
2. Types de résidus stockés et leurs utilisations	68
3. Importance des stocks de résidus	69
3.1 Quantité moyenne stockée par exploitation	
3.2 Variabilité des quantités de résidus récoltées par exploitation	
3.3 Le type de fourrage stocké	
3.4 Le taux de collecte des résidus de récolte fourragers	
3.5 Le taux de collecte des résidus non fourragers et des graminées pérennes	
4. Affouragement et complémentation des troupeaux	76
4.1 Les cheptels concernés	
4.2 Les aliments du bétail autre que les résidus fourragers	
4.3 Contribution relative des différents types d'aliment à la complémentation	
4.4 Stratégies de complémentation	
4.5 Complémentation et systèmes fourragers	
Conclusion de la 3° partie	86
4° PARTIE : PRODUCTION ET UTILISATION DE LA FUMURE ORGANIQUE ANIMALE	91
1. Méthodes et dispositifs de mesure	91
1.1 Le recensement du bétail	
1.2 Les apports de fumure animale au champ	
1.3 L'évaluation des pertes	
2. Les pratiques d'utilisation de la fumure organique	93
2.1 Les cheptels concernés	
2.2 La conduite des troupeaux et la production de fumure organique	
2.3 Les apports de fumure organique à partir des enclos et des concessions	
2.4 Les apports de fumure organique par la technique des parcs	
3. Quantification des apports de fumure animale et évaluation des pertes	105
3.1 Quantification à l'échelle du terroir	
3.2 Variation des apports de fumure selon les exploitations agricoles	
4. Effets de la fumure organique sur les systèmes de culture	116
4.1 Fumure organique et rendement des cultures	
4.2 Fumure organique et salissement des parcelles	
Conclusion de la 4° partie	119

5° PARTIE : EVOLUTION DES SYSTÈMES DE PRODUCTION ET VALORISATION DE LA BIOMASSE DISPONIBLE	121
1. Les transferts de fertilité et l'amélioration du recyclage de la biomasse végétale	122
1.1 Bilan global de fertilité pour les zones cultivées	
1.2 Flux de biomasse et transferts de fertilité au niveau des terroirs	
1.3 L'augmentation de la production de fumure organique sans modification des effectifs des cheptels	
1.4 L'augmentation de la production de fumure organique par l'accroissement des effectifs de bovins	
2. Les évolutions possibles des systèmes d'élevage et conséquences sur la gestion de la fertilité du sol.....	140
2.1 L'offre fourragère actuelle et les besoins des troupeaux villageois	
2.2 Accroître le disponible fourrager : améliorer les parcours naturels ou développer les cultures fourragères	
2.3 L'impact d'une augmentation du disponible fourrager sur les transferts de fertilité au sein des terroirs	
3. Les modalités de gestion des flux de biomasse et la diversité des acteurs	152
3.1 Diversité des exploitations agricoles et transferts de fertilité au sein du terroir	
3.2 Modalités de gestion des ressources naturelles au sein des terroirs	
3.3 Stratégies et choix techniques des producteurs	
4. Evolution des transferts de fertilité face à l'accroissement démographique	165
4.1 Les critères de différenciation des diverses situations agro-pastorales	
4.2 Caractérisation des types de transfert de fertilité selon l'importance de l'élevage	
4.3 Gestion de la fertilité du sol et accroissement démographique	
EN CONCLUSION	172



INTRODUCTION

L'Action Thématique Programmée "Flux de biomasse et gestion de la fertilité à l'échelle du terroir" s'est focalisée sur l'étude de l'utilisation de la biomasse herbacée et de la fumure organique à l'échelle des terroirs agro-pastoraux et de son impact sur la fertilité du sol. Cette étude a été menée d'une part au Cameroun en collaboration avec l'IRAD (Institut de Recherche Agricole pour le Développement) et le Projet Garoua (phase II) et d'autre part, au Tchad en zone soudanienne avec la Station de Recherche de Bebedjia.

Cette étude avait pour objectifs:

- de caractériser les pratiques d'utilisation des différents types de biomasse herbacée et de fumure organique (collecte, transport, transformation,) en essayant de quantifier les flux de matière et de localiser les transferts de fertilité au sein du terroir villageois ;
- d'établir un bilan [**production - consommation**] concernant la biomasse de résidus de récolte consommable par le bétail et un bilan [**production-besoins**] pour la fumure organique;

Ces bilans devaient nous permettre d'évaluer dans un deuxième temps les pertes et l'éventuelle sous-valorisation de la biomasse végétale et de la fumure animale en vue de proposer d'autres modalités de gestion de ces produits. Enfin une analyse des relations entre d'une part les pratiques paysannes de gestion de la biomasse végétale et des troupeaux et d'autre part, les modes de gestion de la fertilité du sol devait mettre en évidence les stratégies d'utilisation des ressources naturelles par les différents groupes d'acteurs présents dans ces terroirs.

Ce document présente les résultats obtenus au Cameroun dans deux terroirs de la zone cotonnière (Héri et Oroulabo 3) durant les saisons sèches 1994/95 et 1995/96 et comprend 5 parties :

- tout à d'abord une description des deux sites étudiés et une présentation des méthodes utilisées et du cadre général d'analyse ;
- la deuxième partie traite de l'évolution de la biomasse végétale (résidus de récolte, adventices, végétation herbacée des parcours naturels) en saison sèche sur les sites de production et son impact sur les bilans minéraux dans les zones cultivées ;
- la troisième partie caractérise les pratiques et les stratégies de complémentation du bétail durant la saison sèche, concernant principalement les bovins ;
- la production et la valorisation de la fumure animale sont analysées dans la quatrième partie;
- la dernière et cinquième partie¹ reprend les conclusions des parties précédentes et aborde la question des transferts de fertilité au sein du terroir. Elle propose divers scénarios d'évolution des terroirs agro-pastoraux en zone de savanes soumis à un accroissement démographique et à l'augmentation des surfaces cultivées. A partir de cette étude de cas portant sur les deux terroirs camerounais et d'une revue bibliographique, il a été possible de proposer une typologie des situations agro-pastorales des zones de savanes (comprises entre les isohyètes 400 et 1200 mm) et d'analyser les grandes dynamiques d'évolution de ces

¹ Cette partie a été présentée lors de l'atelier de restitution de l'ATP 5-6 mai 1998 à Montpellier et publiée sous la forme d'un document CIRAD-TERA N°29/98.

situations soumises à un accroissement démographique continue.

D'autres travaux relatifs à cette ATP ont été publiés et complètent ce document dont la thèse de Jérôme PICARD (1999) intitulée "Espaces et pratiques paysannes. Les relations élevage-agriculture dans deux terroirs cotonniers du Nord-Cameroun" ainsi que des publications et communications à des séminaires (Dugué, 1998 a et b ; Dugué et Ngamine, 1998 ; Dugué et Olina, 1999).

Une étude analogue a été menée dans la zone soudanienne du Tchad par Jean NGAMINE, chercheur de la Station de Bébédja. Ses résultats sont présentés dans un document : "Flux de biomasse et gestion de la fertilité à l'échelle du terroir, cas de la zone soudanienne du Tchad" (NGAMINE et al., 1998).

L'ensemble de ces travaux ont été présentés lors d'un atelier tenu à Montpellier les 5 et 6 mai 1998 et regroupant une trentaine de chercheurs concernés par ces sujets : agronomes, zootechniciens, géographes, socio-économistes,..... Les actes de cet atelier reprenant les présentations de chercheurs de ces diverses disciplines seront publiés d'ici la fin 1999. Par ailleurs la restitution de ces travaux a été réalisée d'une part au Tchad dans le cadre d'un atelier sur la gestion de la fertilité du sol (24-27 juin 1998 à Bébédjia) regroupant les diverses structures de développement intervenant dans la zone soudanienne de ce pays et d'autre part, au Cameroun dans le cadre d'un atelier de formation sur les diagnostics globaux et sectoriels organisé par le PRASAC (29 juin- 3 juillet 1998, Garoua).

1° PARTIE : METHODES ET CADRE GÉNÉRAL DE L'ETUDE

1. LES TERROIRS VILLAGEOIS DE HERI ET OUROLABO

Cette étude a été réalisée dans deux villages au Nord Cameroun situés dans la partie centrale du bassin cotonnier (carte 1) :

- Ourolabo III à 50 km au Sud de Garoua (département de la Bénoué), est un village récent, d'une dizaine d'années, peuplé de migrants venant de l'Extrême Nord et du Mayo Louti.
- Héri, situé à 80 km au Nord de Garoua (département du Mayo Louti), est un village ancien, créé par des éleveurs Foulbè puis colonisé à partir des années cinquante par des agriculteurs Guidar, Fali et Guiziga.

Cette région est caractérisée par une pluviométrie favorable aux cultures en particulier au cotonnier (de 900 à 1000 mm en 6 mois) mais pouvant connaître de fortes irrégularités en début de saison des pluies. Avec des pluviométries annuelles comprises entre 836 et 1016 mm pour 1994 et 1995, on considérera que le facteur "pluviométrie" n'a pas été pour cette étude une source significative de variation de la production de résidus de récolte et des parcours naturels.

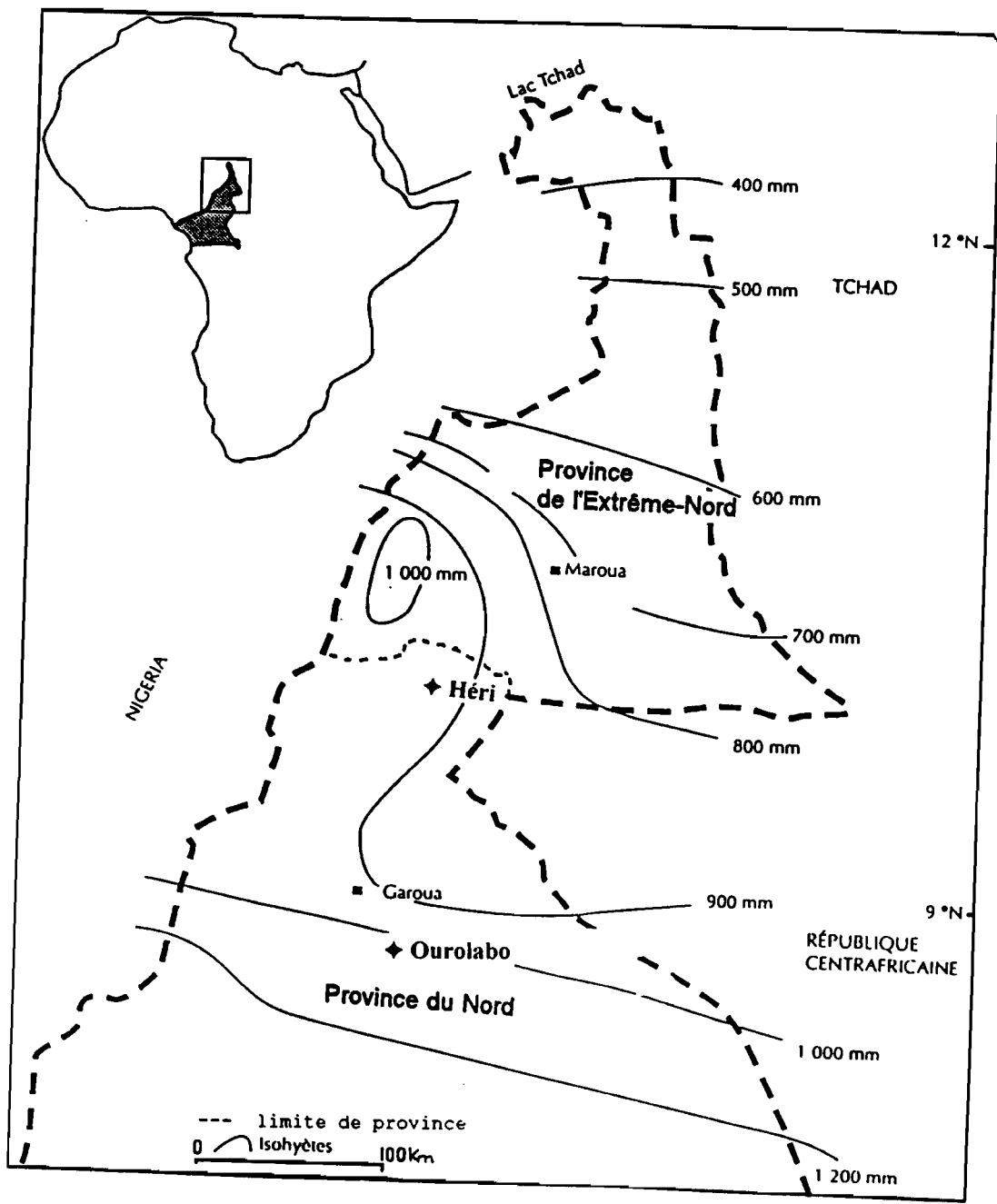
Le facteur limitant principal des productions végétales est la faible fertilité chimique des sols et leur fragilité physique. On observe pour ces deux terroirs des différences importantes concernant la texture et les teneurs en matière organique, en azote et en phosphore des sols des principales unités de paysage.

Quelques caractéristiques des sols à Héri et Ourolabo.

	Argile + Limon en %	Matière organique en %	Azote en %	P Olsen en ppm	bases éch. méq/100 gr	PH (Kcl)
OUROLABO						
* 1° auréole cultivée autour du village (#10 ans)	11,4	0,64	0,35	14,1	1,92	5,8
* 2° auréole : 500 m à 2 km. cultivée depuis 6 à 10 ans	21,4	1,04	0,48	18,7	4,22	5,4
HERI						
* 1° auréole : Champs de case généralement fumé.	35	1,20	0,64	17,8	13,02	5,9
* 2° auréole : 500 m à 2 km du village, cultivée depuis 10 à 20 ans	36	1,26	0,62	7,1	11,08	5,3

Les sols sont beaucoup plus sableux à Ourolabo (surtout dans l'auréole autour du village) ce

Carte 1 : Situation des villages de Héri et Ourolabo dans la Province du Nord, Cameroun



qui peut expliquer entre autres, leur faible teneur en azote et en matière organique comparés à ceux de Héri.

A Héri les résultats des analyses de sol sont plus difficilement exploitables du fait d'une forte charge en cailloux dans la plupart des unités morphopédologiques. Malgré une exploitation plus ancienne, les sols cultivés à Héri sont plus riches qu'à Ourolabo pour la matière organique, l'azote, les bases échangeables. Par contre le taux de Phosphore assimilable est inférieur à celui observé à Ourolabo.

Outre les caractéristiques pédologiques, les principaux critères différenciant ces deux terroirs et intéressant cette étude sont :

- la densité de population ;
- la densité de l'élevage bovin ;
- l'occupation des sols et le type d'habitat.

Peuplement et occupation de l'espace villageois

	OUROLABO	HERI
Surface du terroir	974 ha	1313 ha
Population	800	1450
Solde migratoire pour la période 1994/1995	+ 17	+ 10
densité surface totale par habitant	82 hab/km ² 1,2 ha	111 hab/km ² 0,8 ha
OCCUPATION DE L'ESPACE		
zone cultivée	66%	80%
jachère	10%	#0
parcours + pistes + habitations	24%	20%
surface défrichée en 1994 et 1995	84 ha *	9 ha

* dont 34 ha dans le terroir limitrophe

Les systèmes de production agricole dominés par trois spéculations - coton, arachide et céréales - reposent sur les mêmes techniques dans les deux villages mais la surface cultivée par actif est plus importante à Ourolabo (de l'ordre de 1,1 ha) qu'à Héri (environ 0,8 ha). Cette différence est liée principalement au manque de terre à Héri (très peu de possibilités de défrichement actuellement).

Le maïs de plein champs introduit depuis les années 80 par le projet NEB et la Sodecoton a pris une place appréciable à Ourolabo (20 % des surfaces) alors qu'il reste secondaire à Héri (5% des surfaces). Cette différence a des répercussions sur la fourniture de ressources fourragères au bétail, la paille de maïs étant beaucoup plus consommée par les ruminants que celle de sorgho.

Dans les deux terroirs les flux migratoires sont limitées ; le nombre d'installations de paysans migrants n'est guère plus important que celui des départs.

Quelques caractéristiques des systèmes de production

	OUROLABO	HERI
Assolement villageois en % de la surface cultivée en 1995		
- sorgho	19%	27%
- maïs	20%	5%
- arachide	33%	36%
- coton	27%	32%
- divers *	1%	1%
Traction animale en % du total des exploitations		
- traction asine	6%	19%
- traction bovine	25%	19%
- mixte (asine + bovine)	-	3%
- non équipé	69%	59%
Matériels de transport		
taux d'équipement des exploitations en %		
- charrette	3%	0
- pousse-pousse	10%	7%
Bovins pour 100 habitants	22	40
Total bovins	176	580
Petits ruminants pour 100 habitants	41	86
Total petits ruminants	328	1247

*niébé culture pure, manioc,...

Le terroir villageois de Héri est ancien, les limites de l'aire cultivée sont quasiment stables depuis une dizaine d'années. Du fait d'une accumulation monétaire ancienne liée à la culture cotonnière (pratiquée depuis les années 60) les paysans de Héri ont pu investir dans l'élevage. Les cheptels de bovins et de petits ruminants y sont beaucoup plus développés qu'à Ourolabo (environ deux fois plus de têtes par habitant à Héri).

Par contre les premiers migrants se sont installés à Ourolabo il y a seulement 12 ans, avec peu de moyens et souvent pas de bétail. Dans ce terroir les résultats de la culture cotonnière sont généralement moins bons qu'à Héri du fait principalement de la moindre fertilité des sols. Les capacités d'investissement des paysans d' Ourolabo sont donc plus faibles que celles des paysans de Héri. Par ailleurs la région d'Ourolabo n'est pas indemne de trypanosomiase. Ceci a amené certains paysans à confier des bovins à leur famille restée dans l'Extrême Nord et le Mayo Louti où les conditions sanitaires pour l'élevage sont plus favorables. Le nombre de bovins confiés à l'extérieur du village n'a pu être évalué avec précision, il pourrait se situer entre 30 et 50 têtes (près de 20% de l'effectif en propriété).

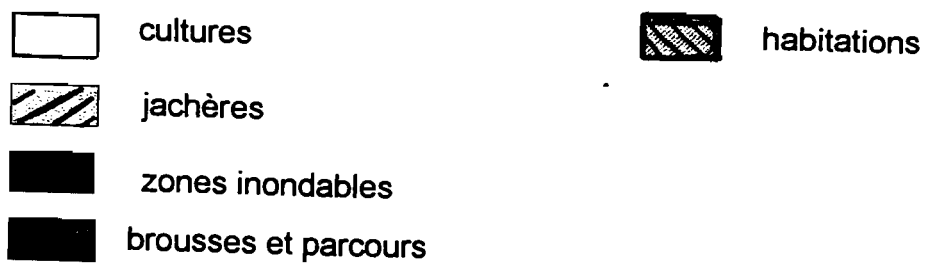
A Héri la délimitation des zones d'élevage est précise ainsi que celle des *bourtol* (chemin pour le bétail), l'habitat y est dispersé en plusieurs quartiers ce qui limite les distances entre les concessions et les parcelles favorisant de ce fait les apports de fumure animale. Par contre l'habitat groupé² de Ourolabo augmente les distances entre les parcelles et les concessions surtout pour les paysans arrivés en dernier (cartes 2a et 2b). Ceci explique un niveau d'équipement en matériel de transport un peu supérieur dans ce village. L'acquisition de charrette à traction animale est surtout le fait des grandes exploitations pour le transport des récoltes et surtout du coton.

² lié à la création du village par le projet NEB avec installation de forages et diverses infrastructures

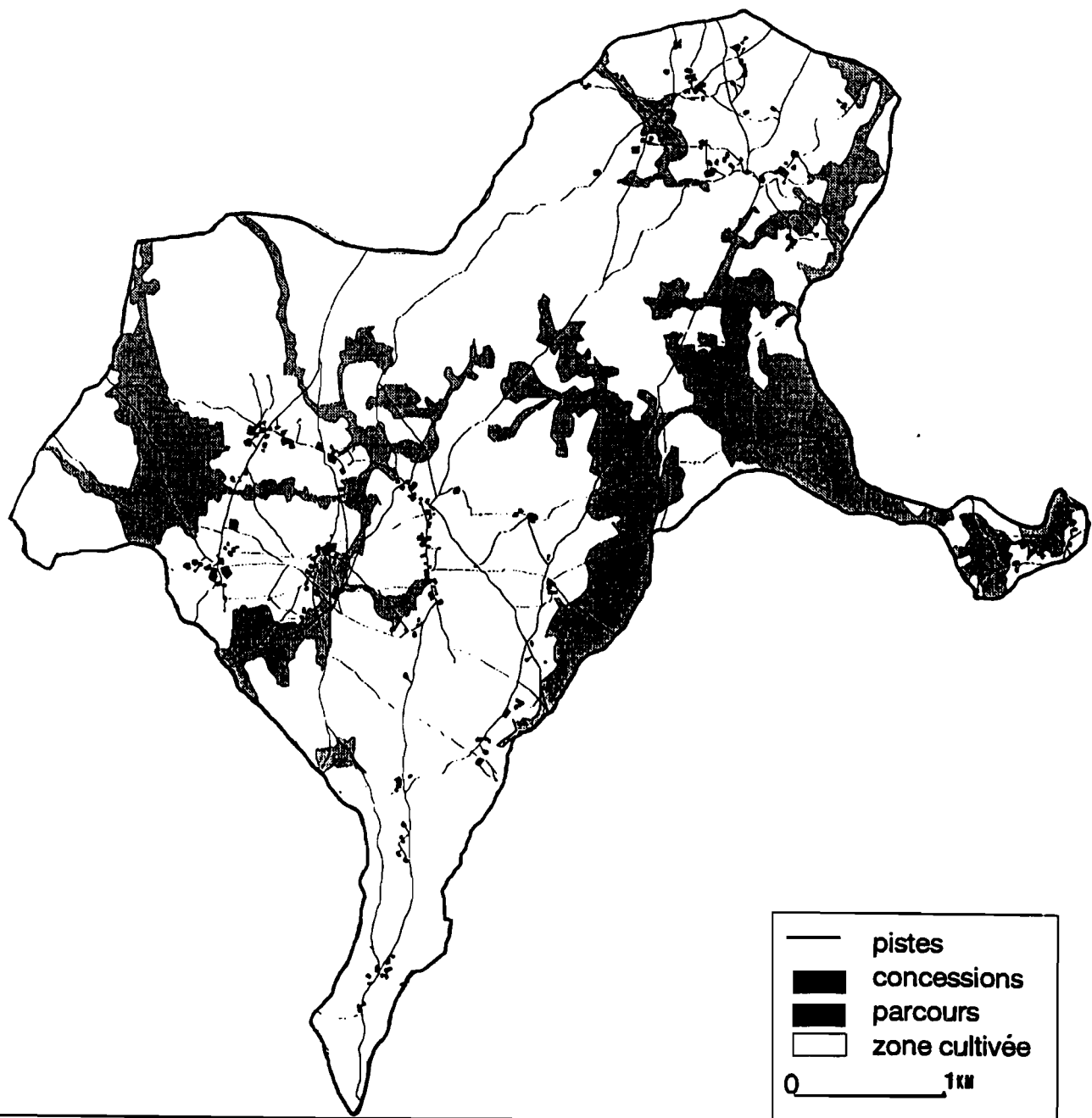
Carte 2 a : Occupation des terres, terroir de Ourolabo 1996

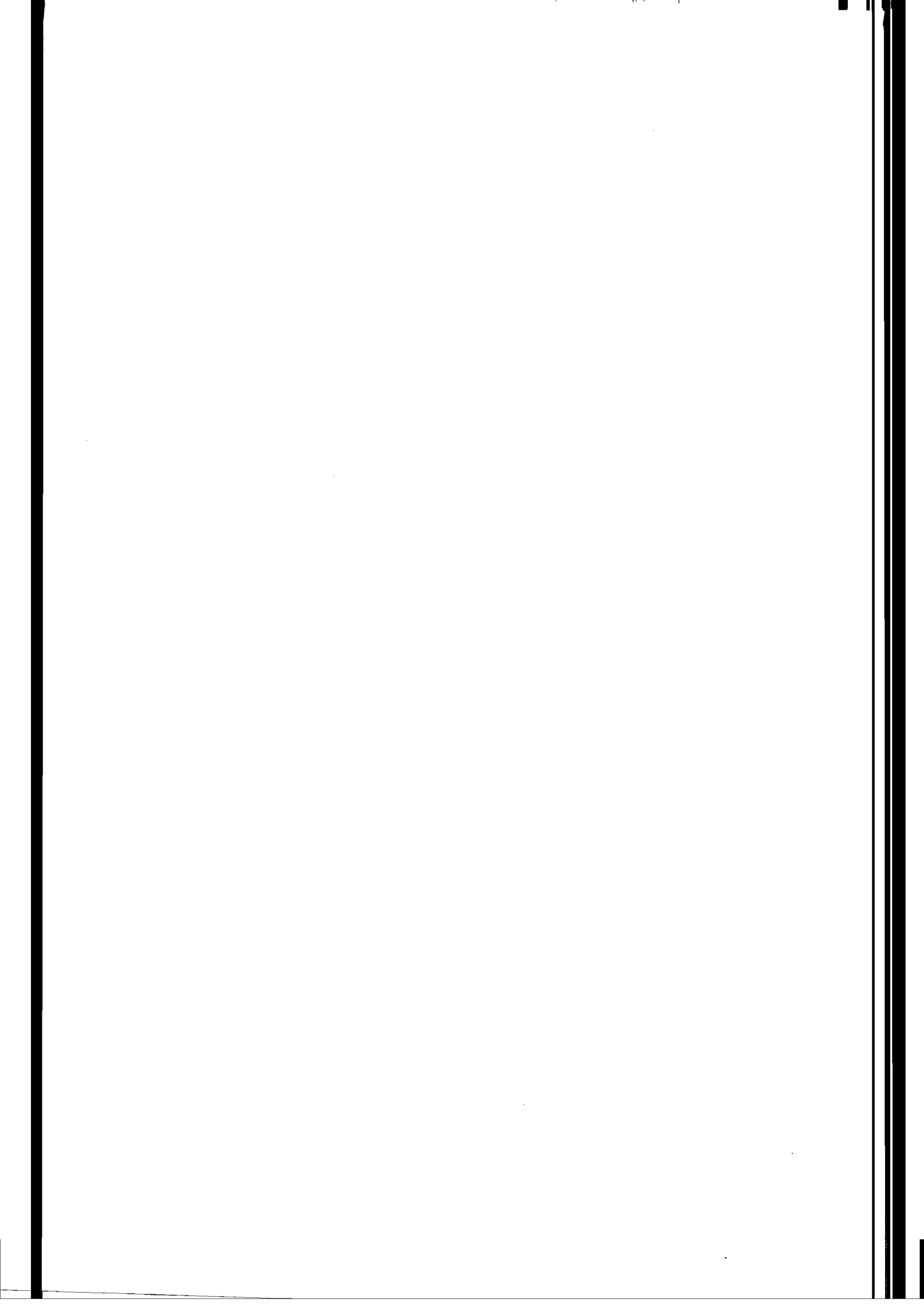


D'après J.PICARD 1997



Carte 2 b : Occupation des terres, terroir de Héri, 1996





2. METHODES ET CADRE D'ANALYSE

2.1 Découpage du temps et de l'espace

On considère tout d'abord deux grands compartiments spatiaux :

- la zone cultivée en saison des pluies ;
- la zone non cultivée pâturée en saison sèche et partiellement ou totalement accessible aux troupeaux en saison des pluies.

L'accessibilité de ces deux zones pour le bétail diffère évidemment selon les périodes de l'année. En saison sèche et après les récoltes, les parcelles sont ouvertes aux troupeaux du village et dans le cas de Ourolabo à ceux des transhumants. L'ensemble de ces parcelles correspond à la vaine pâture³. Les terroirs étudiés ne comportent pas de zones de culture de sorgho de saison sèche (*muskwaari*). En saison des pluies le bétail restent sur les parcours naturels et certaines jachères mais de nombreuses enclaves non cultivées ne sont pas (ou difficilement) accessibles aux troupeaux.

Ces deux grandes périodes de l'année sont encadrées par des périodes de courte durée (1 à 2 mois) de passage d'un système de conduite des troupeaux à l'autre :

- le mois de mai : l'espace de vaine pâture se réduit au fur et à mesure des semis, la conduite du bétail doit être de plus en plus précise. Avec les premières pluies les troupeaux recherchent la pousse d'herbe dans les dépressions;
- 15 octobre-15 décembre : au fur et à mesure des récoltes les troupeaux peuvent consommer les résidus de culture dans les parcelles en étant toujours bien gardés.

2.2 Les types de biomasse observée

Notre objectif de départ était d'obtenir d'une part une bonne évaluation du disponible de résidus cultureux et de végétation herbacée en début de saison sèche et d'autre part, une estimation de la quantité de biomasse au sol au moment du nettoyage des parcelles et de la remise en culture. Outre cette quantification l'étude a porté sur les modalités de gestion de ces différents types de biomasse par les agriculteurs et les éleveurs

Cette étude se focalise principalement sur l'évolution de la biomasse herbacée durant la saison sèche en zone cultivée principalement et secondairement sur les parcours naturels. L'évaluation des quantités de litière provenant des arbres et des repousses d'arbustes a fait l'objet de quelques mesures ponctuelles en fin de saison sèche, uniquement sur des parcelles cultivées. Ceci dans le but de confirmer le faible rôle que joue ces types de biomasse dans le "turn over" de la matière organique des sols cultivés dans les deux terroirs étudiés.

Les dispositifs de mesure de ces biomasses sont décrits dans la 2^e partie du document consacré à l'évolution de la biomasse végétale dans les zones de production durant la saison sèche.

³ droit de faire pâturer son bétail sur des terrains non clôt après les récoltes dont on est pas propriétaire

2.3 La production et l'utilisation de la fumure organique

Deux types de résultats sont attendus :

- l'évaluation du degré d'utilisation de la fumure animale produite à l'échelle du terroir et pour les différents types d'exploitations agricoles possédant du bétail ;
- la localisation des apports de fumure organique afin de mettre en relief la nature et l'importance des transferts de fertilité dûs à l'élevage.

Le recensement du bétail

Le bétail appartenant aux paysans et aux éleveurs des deux terroirs étudiés a fait l'objet d'un recensement mis à jour chaque année. On a distingué les cheptels stabulés dans les concessions et ceux séjournant la nuit dans les champs en saison sèche et sur des parcours en saison des pluies. En plus du bétail possédé par les villageois, les troupeaux bovins allochtones séjournant de façon temporaire sur les terroirs ont été recensés (effectifs et durées de séjour).

Les apports de fumure animale au champs

Dans les deux terroirs et durant deux saisons sèches (1995 et 1996) on a quantifié et localisé les apports de fumure organique en distinguant les apports réalisés par le paysan depuis les enclos des animaux et les apports dus au parcage des troupeaux bovins dans les parcelles et les parcours. Une évaluation des pertes de fumure animale a été réalisée pour chaque exploitation possédant des bovins après la période habituelle de transport de ce type de fumure (mars-avril).

La qualité de la fumure animale n'a pas fait l'objet d'évaluation, sa variabilité doit être limitée du fait qu'il s'agit toujours de "poudrette"⁴ de bovin, non mélangée à des débris végétaux ou à de la litière.

Outre cette quantification, les apports de fumure animale et les parcages ont été localisés dans l'espace. Ceci a permis de mieux caractériser les transferts de fertilité au sein du terroir ou avec les terroirs périphériques.

Dans l'ensemble du document les quantités de fumure animale sont exprimées en matière sèche.

2.4 Utilisation des résidus de récolte à la ferme et des aliments concentrés du bétail

Le stockage des résidus de récolte et l'affouragement du bétail ont fait l'objet de suivi précis dans une vingtaine d'exploitations agricoles par terroir dont la plupart possédait des bovins durant les saisons sèches 1994/95 et 1995/96.

On a pu évaluer d'une part les quantités de résidus de culture stockées et d'autre part, la consommation de ces résidus au niveau de la ferme pour l'élevage ou la construction. Outre l'utilisation des résidus on a estimé en pesant les rations, la consommation par le bétail des aliments concentrés achetés (tourteau) ou produits sur la ferme (son, drêche, épis et grains de céréales).

⁴ déjections desséchées des bovins du fait d'une exposition permanente au soleil et rendues pulvérulentes par le piétinement du bétail.

Ces suivis se sont déroulés durant toute la saison sèche⁵. Il a été possible de recouper les informations en comparant les quantités récoltées et achetées avec celles consommées par le bétail.

2.5 Le cadre général d'analyse

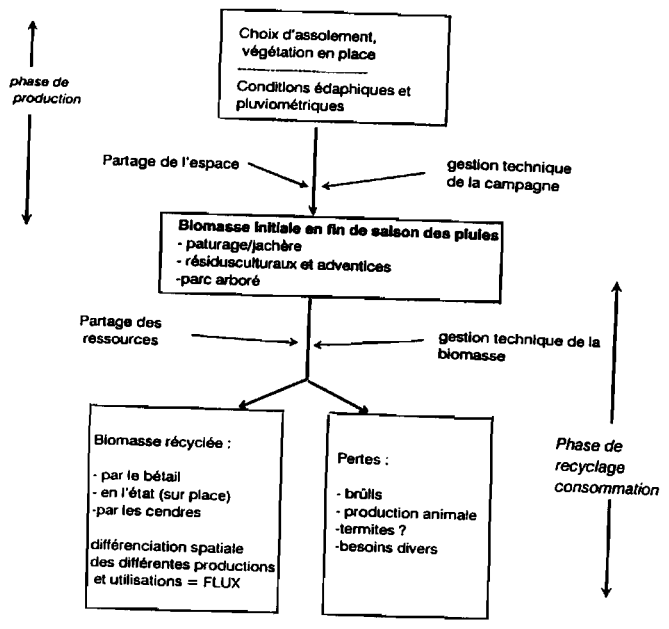
a) l'évolution de la biomasse et établissement de bilans

La production de biomasse végétale (les cultures, les adventices, la végétation des parcours) a lieu en saison des pluies et dépend de divers facteurs : pluviométrie, conditions édaphiques, choix techniques et d'assolement des paysans (graphe 1). A l'échelle du terroir cette production va aussi dépendre de l'importance des surfaces cultivées par rapport à celles de parcours et donc de la pression démographique et du partage de l'espace réalisé par les différents groupes de producteurs (agriculteurs, éleveurs). Nous nous sommes intéressés plus particulièrement à la phase de recyclage et de consommation de cette biomasse après en avoir évalué les disponibilités en début de saison sèche.

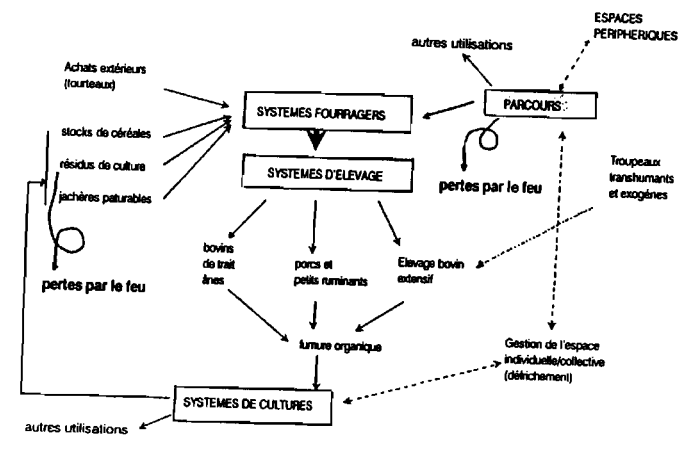
Le recyclage de la biomasse dépend principalement de l'élevage (consommation directe lors du pâturage ou affouragement dans les enclos), de l'agriculture (gestion des résidus de culture aux champs) et de façon moindre, des différents besoins des populations (combustible, fabrication des toitures,.....). Ces divers types d'utilisation ou de recyclage pourront à certaines périodes de l'année être en concurrence et des règles de gestion vont déterminer le partage de ces produits entre les différents types de producteurs. Selon les choix techniques des agriculteurs et des éleveurs le niveau des pertes de biomasse (et des éléments nutritifs qu'elles renferment) sera plus ou moins élevé. La destruction de la végétation herbacée par le feu constitue évidemment la principale cause de perte de matière organique et d'azote dans cette zone de savane.

Il est possible de quantifier au niveau de l'exploitation agricole et à l'échelle du terroir, les principaux postes de consommation des différents types de biomasse. De même à partir des recensements des cheptels et de l'étude des pratiques de complémentation et d'affouragement du bétail on a pu évaluer la part de la biomasse valorisée par l'élevage. Ceci nous permet d'établir des bilans fourragers pour la période de saison sèche en tenant compte des disponibilités en matière sèche, en énergie (UF) et en matière azotée digestible (MAD). En prenant en compte les consommations d'engrais minéraux et à partir de nos estimations d'exportations de récolte et de résidus, il a été possible d'établir des bilans minéraux pour la zone cultivée. Ces bilans globaux à l'échelle du terroir donnent une bonne indication d'une part de la capacité d'accueil et d'alimentation de cet espace pour le bétail et d'autre part, de l'évolution de la fertilité des sols cultivés. Ils mettent aussi en évidence les "gisements" de matière organique mal valorisés et par conséquent les marges de progrès possible si ces matières organiques étaient mieux recyclées par l'élevage et l'agriculture.

⁵ seuls les animaux de trait reçoivent des aliments concentrés (épis, grain parfois tourteau) durant les premières semaines de la saison pluvieuse.



graphe 2 : Flux de biomasse à l'échelle du terroir villageois



b) l'utilisation de la biomasse, flux et transferts de fertilité

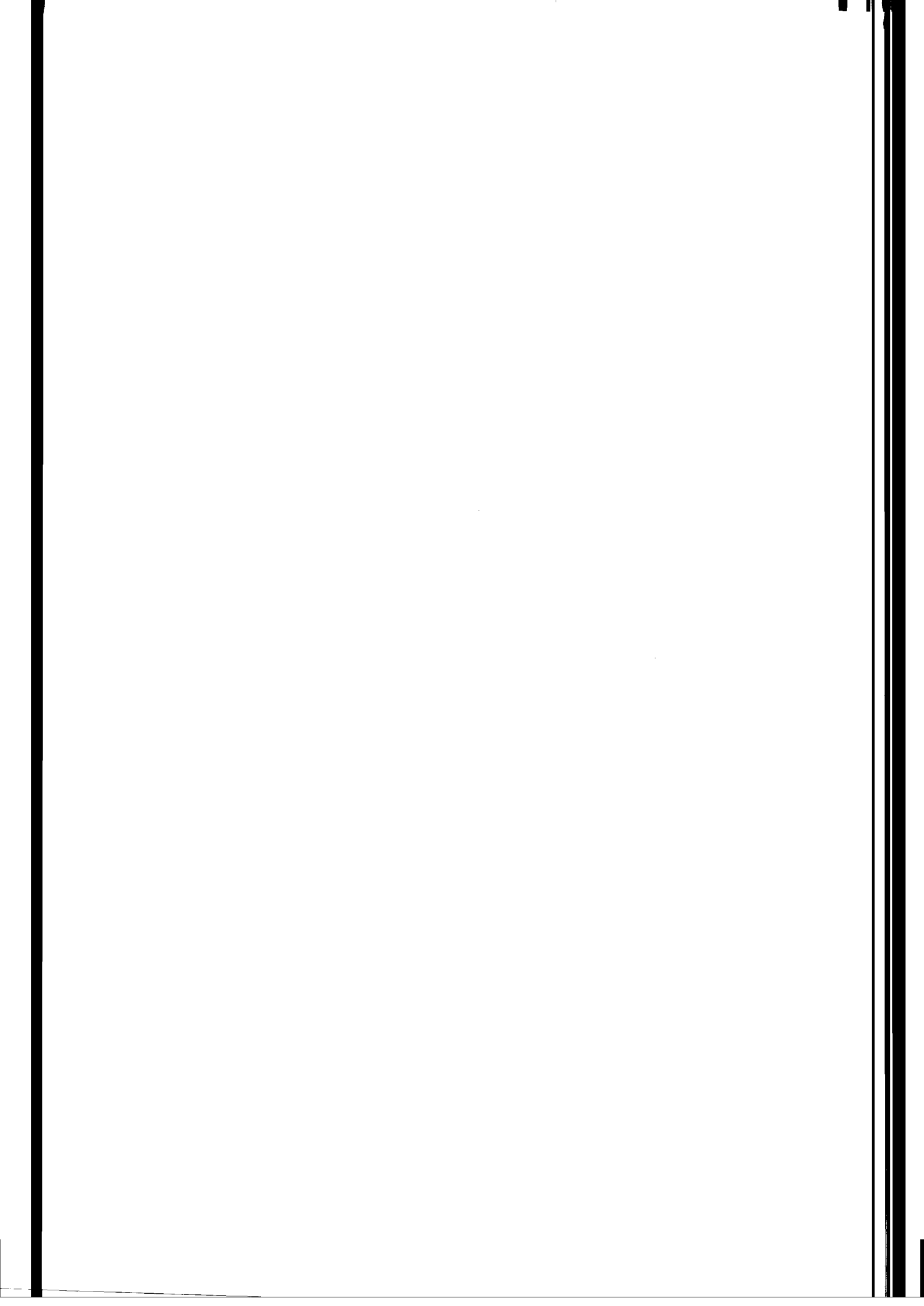
Ces bilans à l'échelle du terroir ou de l'exploitation masquent le fait que l'utilisation de cette biomasse végétale et en retour celle de la fumure animale mettent en jeu des flux de matières, des transports, des déplacements au sein de cet espace et parfois avec les terroirs villageois périphériques. L'élevage constitue le vecteur principal de ces flux mais les paysans assurent une partie de ces transports. Dans ces terroirs à vocation agricole les liaisons entre systèmes de cultures et systèmes d'élevage sont fortes et variées (graphe 2).

L'orientation de ces flux détermine les transferts de fertilité d'une zone à une autre du terroir, entre les parcelles d'une même exploitation voire entre les exploitations. Les troupeaux en pâturant sur les parcours et en produisant de la fumure organique vont être le principal facteur de transfert de fertilité de ces zones vers les espaces cultivées et fumées. Ce schéma habituel de transfert de fertilité reste à vérifier dans le cas des deux terroirs étudiés et d'une façon plus générale par rapport à la diversité des situations agro-pastorales des zones de savane d'Afrique sub-saharienne. Du fait de la réduction des surfaces de parcours, de l'accroissement de la complémentation animale à partir de résidus fourragers et d'aliments du bétail, les transferts de fertilité au sein du terroir ne sont-ils pas plus complexes ?

c) des pratiques dépendant des choix des producteurs et des modalités de gestion collective des ressources naturelles .

En zone de savane une partie des ressources naturelles relève d'une gestion collective : les parcours, la vaine pâture de résidus de culture, les réserves en terre cultivable,..... D'autres aspects de la production agricole dépendent uniquement de choix individuels : assolement, itinéraires techniques,..... L'étude des transferts de fertilité et plus globalement de la valorisation de la biomasse végétale nécessite de prendre en compte ces deux niveaux de décision.

L'analyse doit par ailleurs déboucher sur des propositions visant à mieux valoriser cette biomasse voire à en accroître sa production en vue d'améliorer la productivité des exploitations mais surtout d'assurer leur durabilité. L'élaboration de ces propositions doit prendre en compte les modalités actuelles de gestion des ressources naturelles et des espaces et leurs évolutions possibles ainsi que les contraintes et les stratégies spécifiques à chaque type de producteur.



2° PARTIE : EVOLUTION DE LA BIOMASSE HERBACEE EN SAISON SECHE SUR LES SITES DE PRODUCTION

1. LES DISPOSITIFS DE MESURE

1.1 Les types de biomasse observée et les dispositifs de mesure

Notre étude c'est focalisée sur l'évolution de la biomasse herbacée durant la saison sèche. Les mesures ont porté sur certaines composantes de la biomasse qui diffèrent selon que l'on se situe au niveau des parcelles cultivées ou des parcours naturels (tableau 1).

L'évaluation des quantités de litière provenant des arbres et des repousses d'arbustes a fait l'objet de mesures ponctuelles en fin de saison sèche uniquement sur des parcelles cultivées. Ceci dans le but de confirmer le faible rôle que jouent ces types de biomasse dans le "turn over" de la matière organique des sols cultivés dans ces deux terroirs.

Tableau 1 : Les types de biomasse observée

Parcelle cultivée	Unité de parcours naturel
<ul style="list-style-type: none"> - résidus de récolte (tiges + feuilles) et adventices associées - fèces des troupeaux - <i>litière des arbres et repousses d'arbustes</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - végétation herbacée : biomasse morte en saison sèche et repousses de graminées pérennes. - fèces des troupeaux

Des mesures détaillées de différentes parties des résidus de récolte ont été réalisées pour certains types de parcelle ou culture (cotonnier, arachide, sorgho) (tableau 2). Elles portent principalement sur les parties les plus appréciées par le bétail.

Tableau 2 : Evaluation des composantes des résidus

Coton	Tige + capsules, feuilles et repousses consommables par le bétail
Maïs	Paille
Sorgho "Djigari"	Pailles + repousses après la coupe précoce des tiges en septembre
Arachide	Fanes en tas + Débris de fanes incorporés au sol + Fanes de niébé cultivé en association

1.2 Les protocoles d'observation et de mesure

a) sur les parcelles cultivées

Dans chaque village le suivi des résidus de culture au sol a été réalisé durant les saisons sèches 1994/95 et 1995/96 sur des échantillons de parcelles :

- Cotonnier : 10 à 12 parcelles/terroir
- Maïs : 18 parcelles à Oroulabo et 12 à Héri
- Sorgho rouge ("djigari") : 12 parcelles à Oroulabo et 18 à Héri
- Arachide : 20 parcelles par terroir villageois en 1995 et 12 en 1996

Les parcelles de niébé en culture pure étant très rares, quelques mesures ont été réalisées sur 5 parcelles en 1995 à Oroulabo. Par contre les fanes de niébé ont été pesées systématiquement dans le cas des associations avec l'arachide et le sorgho. L'évaluation de la biomasse de fanes de niébé n'a pas été réalisée dans le cas de l'association niébé/coton car les tiges de niébé s'enroulent autour des tiges de cotonnier. La récolte des fanes est alors quasiment impossible et jamais réalisée par les paysans.

Le protocole d'observation diffère selon les cultures (tableau 3). Les mesures sont réalisées à trois périodes : en début, en milieu et en fin de saison sèche. Dans tous les cas la dernière mesure est réalisée avant que le paysan nettoie la parcelle et brûle les reliquats de résidus qui s'y trouvent encore. Les mesures sont réalisées sur des placettes de 4 à 20 m² dispersées dans une zones d'observation de 0,25 ha par parcelle.

Tableau 3 : Protocoles de mesure de biomasse de résidus de culture au champs

CULTURES	Paille, tiges	autres mesures
Cotonnier	mesure de la hauteur des tiges sur 4 lignes de 10 m, pesée d'un échantillon de tiges, extrapolation pour obtenir le poids de tiges/ha	pesée des feuilles et des capsules consommables par le bétail sur 4 lignes de 10m
Maïs	pesée des pailles sur 4 placettes de 20 m ² chacune	
Sorgho rouge	pesée des pailles sur 4 placettes de 20 m ² chacune	-pesée des repousses sur les mêmes placettes
Arachide	comptage des tas de fane par type (petit, moyen, gros) et pesée d'un échantillon de tas par classe	- pesée des fanes de niébé sur une bande de 5 x 50 m - pesée des débris dans le sol sur 4 placettes de 4 m ²

Les récoltes de résidus de culture effectuées par les propriétaires des parcelles ont été

enregistrées. En plus des résidus de culture, les adventices présentes sur les placettes d'observation après les récoltes ont été pesées sauf dans le cas des parcelles de cotonnier généralement très propres à cette période.

Pour toutes les cultures, la quantité de fèces au sol est mesurée sur 4 placettes de 20 m² lors du 2^o et 3^o passage. L'évaluation des repousses d'arbuste n'a été effectuée qu'en 1996 sur une bande de 5m x 50 m par quart d'hectare.

b) sur les unités de parcours

Les mesures réalisées dans les zones non cultivées aux mêmes périodes en saison sèche consistent simplement à couper et à peser toute la biomasse herbacée sur 4 placettes de 4 m² par site d'observation. On compte entre 16 et 20 sites d'observation par terroir chaque année.

Ces sites sont dispersés dans le terroir entre les jachères pâturées et non pâturées en saison des pluies et les parcours naturels généralement accessibles aux troupeaux toute l'année. Dans certaines situations, les parcours naturels sont composés de graminées pérennes (andropogonées principalement). Dans ce cas on a pesé en fin de saison sèche les repousses de graminées (après le passage du feu par exemple). Comme pour les parcelles cultivées, la quantité de fèces au sol a été mesurée en fin de saison sèche. Toutes les quantités mesurées sont exprimées en matière sèche.

c) Les difficultés rencontrées et les biais

Les feux de brousse accidentels ou provoqués entraînent une perte importante de biomasse à partir du mois de février. Ils touchent principalement les zones de parcours et les jachères et dans certains cas les parcelles enherbées de sorgho. Mais il ne faudrait pas considérer le feu comme une contrainte à cette étude mais bien comme un facteur d'évolution de la biomasse très présent dans cette région du Cameroun.

Le passage précoce des troupeaux dans les parcelles ne permet pas toujours d'avoir une bonne évaluation de la production de résidus de culture. Dans le cas des parcelles de coton et de maïs, les troupeaux peuvent pénétrer dans une partie de la parcelle alors que la récolte se poursuit dans l'autre partie.

Des prélèvements non contrôlés de résidus de culture et de graminées naturelles peuvent s'effectuer sans que le propriétaire de la culture ou du terrain ne soit informé. Ainsi les tiges de sorgho blanc (m'baïri) servant à la construction des toitures peuvent être récoltées par quiconque.

La consommation par les termites de résidus pailleux (maïs et arachide principalement) et de fèces secs n'a pas été évaluée. On s'est limité à attribuer une note de présence des termites pour chaque site d'observation.

Enfin le passage répété du bétail sur les parcelles contribue à pulvériser une partie des résidus de culture et à les enfouir dans le sol ce qui limite la quantité de paille facilement mesurable.

Figure 1 : Flux de biomasse à l'échelle de la parcelle cultivée

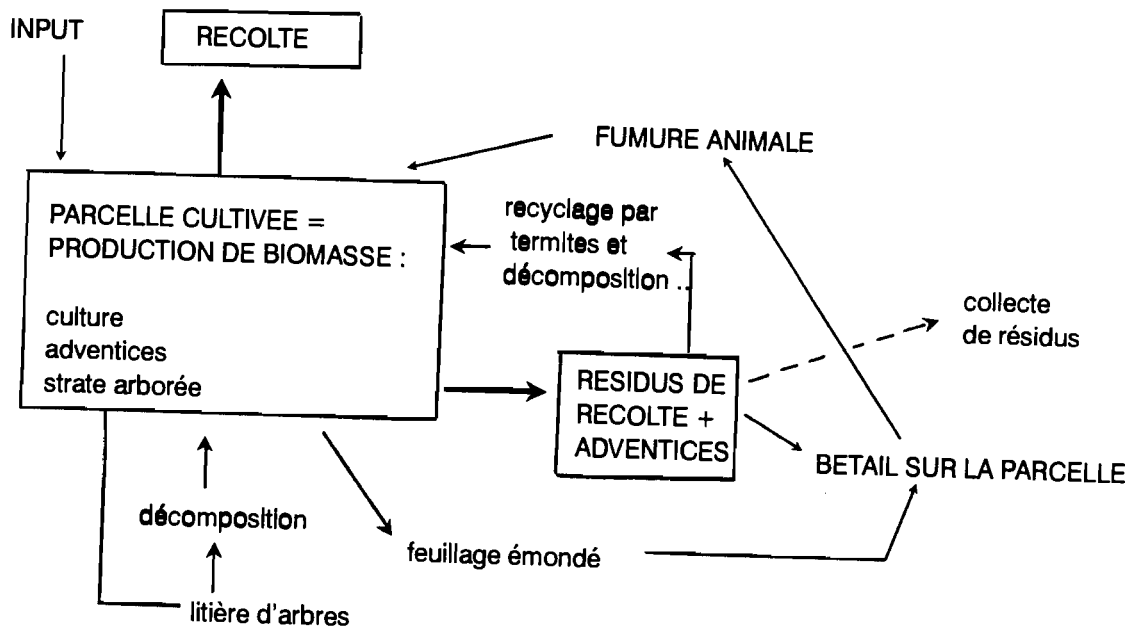
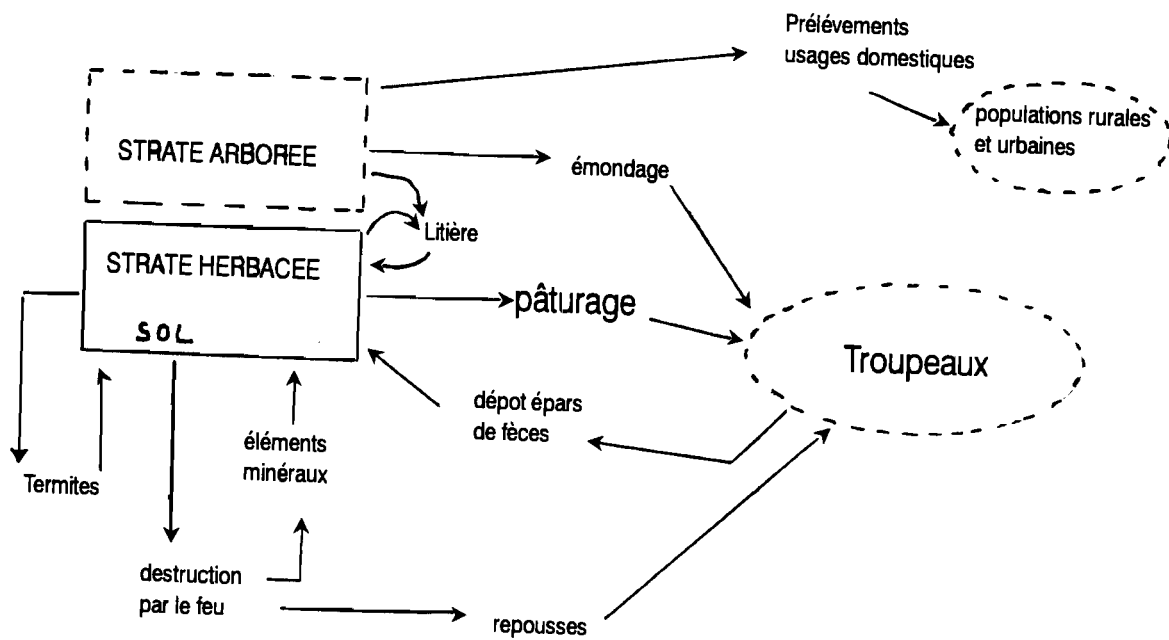


Figure 2 : Flux de biomasse au niveau des parcours et jachères



En fin de saison sèche 1995/96 on été amené à tamiser les premiers centimètres de sol sur des parcelles d'arachide afin d'avoir une meilleure évaluation de la quantité de fanes qui reste au sol au moment de la remise en culture de la parcelle.

1.3 Le cadre général pour l'analyse des résultats

a) La parcelle cultivée

Un schéma des flux de biomasse au niveau de la parcelle cultivée peut être proposé pour organiser la présentation des résultats (figure 1).

Par différence entre d'une part, le disponible de résidus en novembre et d'autre part, les stocks réalisés par les paysans et le reliquat de résidus au sol en fin de saison sèche, il est possible d'avoir une bonne estimation de la quantité de résidus consommée par le bétail dans les parcelles. Les adventices constituent aussi un fourrage d'appoint bien consommé par les troupeaux.

La consommation au champs des résidus par le bétail a pour conséquence un apport de fumure organique diffus mais qui couvre de grandes surfaces. Par simple mesure au champ ce flux est facile à quantifier. Des apports de fumure animale plus conséquents et concentrés dans quelques endroits sont le fait du parcage par des troupeaux sur les parcelles ou d'apport par les paysans (Voir 4° partie)

Globalement les récoltes des paysans, la consommation des résidus par les troupeaux et le feu entraînent des exportations d'éléments minéraux et organiques qui peuvent être compensées par des apports d'engrais et de fumure organique. Les litières des arbres et des arbustes constituent aussi un apport de biomasse sur le sol correspondant à une mobilisation d'éléments minéraux des couches profondes du sol non exploitées par les cultures annuelles à enracinement superficiel.

A cela s'ajoute le recyclage de la matière organique laissée sur le sol selon au moins deux modalités :

- la consommation des résidus par les termites durant la saison sèche si elles sont présentes et actives;
- l'enfouissement des restes de résidus et d'adventices par le labour ou le 1° sarclage, voire la simple décomposition durant la saison des pluies suivantes de ces débris laissés en surface.

b) Les parcours naturels et les jachères

L'évaluation de la production et de l'utilisation de la biomasse herbacée des parcours et des jachères est beaucoup plus complexe dans la mesure où il peut y avoir un prélèvement permanent de biomasse par le bétail en toute saison et une production continue de celle-ci durant la saison des pluies.

Dans la mesure où l'on a considéré en 1° approximation qu'il n'y avait de facteur limitant à

l'alimentation du bétail en saison des pluies, on s'est limité à évaluer le disponible de biomasse à trois périodes en début, au milieu et à la fin de la saison sèche.

On a distingué 3 situations en fonction du degré de fréquentation des espaces par les troupeaux en saison des pluies :

- les espaces non pâturés en saison des pluies (jachère et parcours inclus dans des zones cultivées);
- les espaces peu recherchés par les bergers, faiblement pâturés en saison des pluies;
- les espaces très fréquentés par les troupeaux en saison des pluies ;

Pour la saison sèche on peut proposer une représentation schématique des flux de biomasse concernant ces espaces non cultivés (figure 2) comprenant :

- les prélèvements par les troupeaux et dans certains cas les populations (paille de toiture);
- la destruction de la biomasse par le feu ;
- les repousses des graminées pérennes (lorsqu'elles sont présentes) après pâturage ou après le passage du feu, repousses qui vont être consommées par le bétail ;
- l'apport de fèces par les troupeaux fréquentant ces sites.

Ces quelques mesures ponctuelles dans la zone non cultivée ne permettent pas de proposer des bilans de biomasse et d'éléments minéraux dans la mesure où l'on n'a pas évalué l'ensemble des prélèvements durant toute l'année et plus particulièrement en saison des pluies. Dans ces situations les termites interviennent aussi dans le recyclage de la biomasse en s'attaquant en premier lieu aux déjections des bovins. Par ailleurs les interférences entre [strate herbacée x strate arborée x sol] sont complexes et très variables selon la densité d'arbres et d'arbustes présents et leur nature (arbustes consommés ou non par le bétail).

c) les modalités de gestion de la biomasse et le fonctionnement des exploitations

Outre la quantification de ces flux, l'étude a porté sur les pratiques et les choix techniques des agriculteurs et des éleveurs en matière de gestion de ces différents types de biomasse. On s'est aussi intéressés à déterminer les facteurs qui pouvaient influencer sur cette gestion : disponibilités en main d'oeuvre, calendrier d'implantation des cultures,..... Une analyse précise des pratiques de récolte (date, modalités de séchage, techniques de battage et d'égoussage,...) Permet de comprendre les pratiques de gestion des résidus de récolte. Les relations entre les modalités de gestion des ressources naturelles à l'échelle du terroir et les pratiques paysannes à l'échelle de l'exploitation agricole et du troupeau seront abordées dans la 5^o partie du document.

2. EVOLUTION DE LA BIOMASSE SUR LES PARCELLES CULTIVEES

Les résultats concernant l'évolution de la biomasse de résidus de récolte en saison sèche seront présentés par type de culture en faisant ressortir les facteurs de variabilité éventuels : type de sol, techniques culturales, pratiques paysannes, type de gestion des résidus,.... A partir de ces résultats on proposera des bilans de biomasse à l'échelle du terroir villageois : quantités consommées par le bétail, brûlées ou laissées en place dans les parcelles ou les parcours.

2.1 Les parcelles de cotonnier

a) La gestion des résidus de cotonnier par les paysans et les éleveurs

La récolte du coton-graine s'étale de novembre à janvier. Durant cette période la majorité des feuilles du cotonnier se dessèche et tombe à terre, ne subsistent alors que les plus jeunes feuilles en haut des plantes. Cette production de feuilles encore vertes est appréciées par le bétail. Elle dépend de la réserve en eau du sol donc de sa texture et de la position de la parcelle sur la toposéquence.

Après la récolte, les troupeaux peuvent pénétrer dans les parcelles afin de consommer les feuilles vertes, les extrémités des tiges. Les avis des bergers divergent quant à la qualité fourragère des différentes parties consommables de la plante par le bétail. Pour tous, les feuilles vertes sont bien appréciées. Selon certains bergers les boeufs consomment l'extrémité des tiges et mêmes les capsules (comprenant des restes de coton-graine). Après un premier passage des troupeaux, les plants de cotonnier vont émettre de nouvelles feuilles, surtout lorsque les réserves en eau du sol ne sont pas épuisées. Cette petite production fourragère va être ensuite pâturée. L'accès à cette ressource fourragère est totalement libre à Ourolabo et les éleveurs m'bororo vont même jusqu'à faire pâturer leurs troupeaux dans les parcelles de cotonnier alors que les paysans sont entrain de terminer la récolte.

Les tiges de cotonnier sont coupées, mises en tas et brûlées en fin de saison sèche. L'utilisation des tiges par les populations des deux terroirs étudiés est marginale :

- à Héri les tiges servent quelquefois de matériau de construction : porte d'enclos plus rarement palissade et toiture;
- à Ourolabo les femmes fabriquent un condiment à partir des cendres de tiges de cotonnier (le sel de "potasse") qui mobilisent une petite quantité de résidus.

Alors que les chaumes de sorgho sont ramassés par les femmes de Héri pour allumer le feu, les tiges de cotonnier ne sont jamais utilisées comme combustible⁶. Ces tiges sont considérées comme un mauvais combustible qui produit une fumée noire et désagréable. Ceci montre bien que ces terroirs disposent encore de ressources en bois suffisantes pour subvenir aux besoins des populations.

b) Production fourragère issue des parcelles de cotonnier

Les analyses bromatologiques réalisées par le laboratoire de nutrition animale du CIRAD-EMVT mettent en évidence une teneur en azote intéressante pour les feuilles. Les feuilles vertes en début de saison sèche ont une teneur en matière azotée digestible comparable à celle d'une fane d'arachide de très bonne qualité. Mais cet azote n'est pas totalement disponible. Comme dans la plupart des fourrages provenant de ligneux, il peut être piégé dans les fibres.

⁶ Ceci n'est pas toujours le cas au Nord Cameroun. Ainsi dans la province de l'Extrême Nord, les tiges de cotonniers sont de plus en plus recherchées et utilisées comme substitut du bois (feu, clôture,...) (DEGUINE et MARTIN, 1996).

Les capsules constituent un aliment moins riche que les feuilles mais tout de même plus intéressant que les pailles de céréales (quasiment pas de MAD dans les pailles de sorgho et maïs, teneur équivalente en UF).

Tableau 4 : Valeurs alimentaires des résidus de cotonnier consommés par le bétail

	MAD (gr/kg MS)	UFL	UFV
Résidus de cotonnier			
Feuilles encore verte	75	0,77	0,70
capsules	28	0,46	0,34
Aliments de référence			
paille de maïs	14	0,27	0,27
fanes d'arachide	57	0,61	0,52

La production fourragère issue des parcelles de cotonnier est plus importante⁷ à Héri du fait d'un meilleur développement des plants de cotonnier dans ce village (tableau 5). Les sols de Héri sont plus argileux et les plantes de cotonnier peuvent rester vertes plus longtemps qu'à Ourolabo.

La quantité de feuilles consommables en début de période de vaine pâture est inférieure à 100 kg/ha à Ourolabo et un peu supérieure à Héri (125 kg/ha en moyenne). La période de repousse de feuilles s'étale sur un à deux mois selon le type de sol. Cette production est régulièrement consommée par le bétail et il est difficile d'en faire une évaluation précise par une seule mesure ponctuelle. La 2^e mesure réalisée un mois après la 1^e, montre une quantité de biomasse fourragère très limitée, toujours inférieure à 30 kg/ha. On peut estimer que cette production qui s'étale au mieux sur 6 semaines, est comprise entre 30 kg/ha et 60 kg/ha.

Tableau 5 : Evaluation des quantités de feuilles et de capsules de cotonnier consommables par le bétail (moyenne des parcelles observées en Kg/ha matière sèche).

	OUROLABO		HERI	
	1995	1996	1995	1996
1^o mesure juste après récolte(janvier)				
* feuilles vertes	nd	59	nd	125
* + capsules =	nd	60	nd	422
[feuilles + capsules]	178	119	289	547
Un mois après la 1^o mesure (février)				
* feuilles vertes	26	12	nd	9
* + capsules =	28	14	nd	113
[feuilles + capsules]	54	26	345	122

nd : non différencié

⁷La différence peut aussi provenir d'une appréciation différente des deux observateurs concernant ce qui est consommable ou non par le bétail.

La masse de capsules est plus élevée que celle de feuilles (compris entre 60 à 422 kg/ha selon les sites et les périodes de mesure). Mais il est difficile d'apprécier la part réellement consommée par le bétail.

c) Production de tiges de cotonnier

Les tiges de cotonnier correspondent à une immobilisation importante d'éléments minéraux au champ. De ce point de vue l'estimation des rendements en tige n'est pas à négliger si l'on veut évaluer avec précisions les bilans minéraux à l'échelle de la parcelle ou de la sole cotonnière.

La production de tiges est estimée à partir de leur hauteur moyenne et de la densité de plants de cotonnier. Le rendement en tige est fonction du développement de la culture et donc corrélé au rendement en coton graine (sauf accident phytosanitaire).

Tableau 6 : Evaluation des rendements en tige de cotonnier (en kg/ha matière sèche). moyenne des parcelles observées.

	OUROLABO		HERI	
	1995	1996	1995	1996
Après récolte(janvier)				
* densité pieds/ha	37 800	37 300	54 000	51 800
* Tiges Kg/ha	1783	1658	2 184	2031
En février, un mois après la 1^o mesure				
* Tiges kg/ha	1583	1576	2016	1755
<i>Rendement moyen* en coton graine Kg/ha</i>	<i>1012</i>	<i>1346</i>	<i>1837</i>	<i>1961</i>

* rendement du marché SODECOTON par village = production commercialisée/surface déclarée.

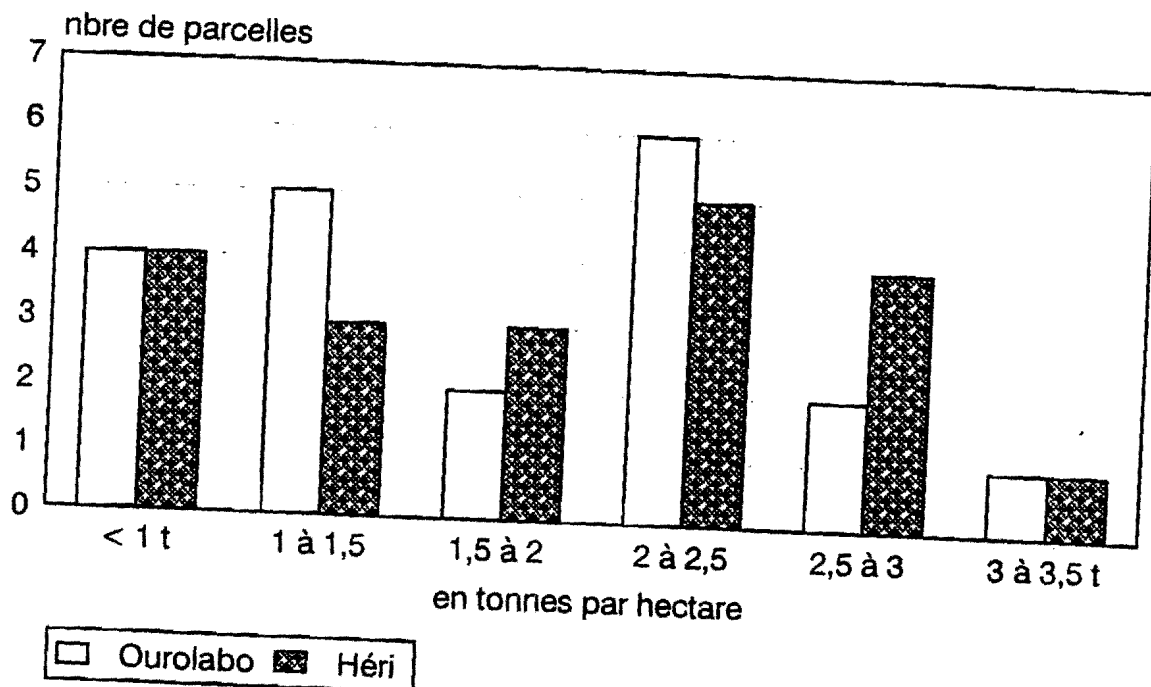
Le rendement en tiges est plus élevé à Héri qu'à Ourolabo (environ 2 t/ha contre 1,5 à 1,7 t/ha)⁸. Les variations interannuelles de rendement pour l'ensemble des deux échantillons de parcelles sont faibles ce qui n'est pas le cas entre les parcelles observées (variation du simple au triple) (figure 3).

La biomasse de tiges évolue peu au cours de la saison sèche car les prélèvements par les populations sont très faibles et le piétinement de ces parcelles par le bétail est limité du fait de leur faibles offres en biomasse fourragère (un peu de feuille en début de saison sèche). De ce

⁸ des mesures effectuées en station à Garoua par K.Guyotte (non publié) donnent des résultats similaires : une parcelle de cotonnier produisant 1,5 t/ha de coton graine produit 1,5 t/ha de tiges et 1,2 t/ha de feuilles (mesure réalisée avant la chute des premières feuilles en septembre)

fait la production des tiges restent en place jusqu'au moment de sa destruction par le feu lors du nettoyage du champs.

Figure 3 : Variabilité des rendements en tiges de cotonnier
mesures effectuées en 1994 et 1995 sur 20 parcelles par terroir



Le recyclage des éléments minéraux contenus dans les tiges et non détruits par le feu est donc total mais les cendres ne sont pas réparties de façon uniforme sur les parcelles et une partie d'entre elles peut être transportée par le vent ou les eaux de ruissellement. Par ailleurs une partie des tiges échappe au feu et reste au sol jusqu'au moment de la remise en culture des parcelles. En moyenne sur les dix parcelles suivies à Ourolabo en 1995, cette biomasse s'élevait à 404 kg/ha (maxi-min : 563-243 kg/ha) soit grosso modo 20% de la production (Djalalai et al, 1995)

Le nombre limité de passages des troupeaux dans les champs de coton explique que les quantités de fèces déposées directement par le bétail soient réduites (en moyenne 70 kg/ha) et inférieures à celles observées sur les autres parcelles en fin de saison sèche.

Les parcelles de coton sont généralement bien entretenues jusqu'en fin de saison des pluies afin de faciliter le développement de la culture mais aussi la récolte. La biomasse d'adventices dans ces parcelles est négligeable et donc, n'a pas été mesurée.

2.2 Les parcelles d'arachide

a) La gestion des fanes d'arachide par les paysans

Itinéraires techniques des parcelles d'arachide

Dans la majorité des cas, l'arachide est cultivée en association avec du sorgho et/ou du niébé. L'arachide est semée en tout début de saison agricole après la 2^e ou 3^e grosse pluie. Le semis est réalisé grossièrement en ligne en suivant le relief résiduel si la culture précédente a été buttée (coton, maïs et sorgho). Dans le cas contraire le semis est réalisé en foule. Les densités de semis sont faibles et généralement inférieures à 60 000 pieds/ha.

Le sorgho⁹ associé à l'arachide est semé en lignes parallèles et équidistantes de 3,5m à 6 m selon les cas. Le niébé est semé plus tard après le 1^{er} sarclage de l'arachide afin de compenser les mauvaises levées éventuelles. Dans quelques cas à Héri, le sésame semé à la volée dans les parcelles d'arachide joue le même rôle. En fait les parcelles d'arachide au Nord-Cameroun correspondent à un système complexe d'association de cultures qui permet aux usagers de ces parcelles - généralement les femmes¹⁰ - de tirer un maximum de profit de la terre.

Choix des techniques de récolte et raisons économiques

La récolte des parcelles à base d'arachide se fait en plusieurs étapes :

- arrachage manuel des pieds d'arachide lorsque le sol est encore bien humide (début septembre au 15 octobre), les pieds sont laissés sur le sol quelques jours;
- égoussage au champ;
- récolte du niébé et du sorgho en novembre et décembre.

Les paysans et paysannes recherchent en premier lieu une production maximale d'arachide. Les variétés habituelles¹¹ de cycle de 120 jours sont dormantes, leur récolte peut s'étaler sur plusieurs semaines. De ce fait les paysans ont intérêt à semer précocement leur arachide sur les premières pluies (avril, mai) afin d'en optimiser le rendement. Les autres avantages d'un semis précoce de l'arachide sont :

- l'économie d'un labour : le semis direct est possible en tout début de saison des pluies ;
- un arrachage manuel effectué en saison des pluies (en sol humide) donc facile à réaliser;
- une récolte précoce de l'arachide libère le terrain avant la fin des pluies, les réserves en eau du sol profitent aux cultures secondaires qui arriveront à maturité en novembre-décembre.
- la possibilité vendre rapidement et à bon prix la production dès la fin du mois d'août à une période où les chefs de famille ont besoin d'argent pour scolariser leurs enfants.

⁹ sorgho rouge (*djigari*) ou plus souvent sorgho blanc à long cycle (*mbaïri*)

¹⁰ les femmes ne sont pas propriétaires des terres et doivent en demander à leur mari. Elles disposent au moins d'une parcelle chacune pour produire l'arachide (source de revenu) associée à un peu de sorgho (transformé en bière ou consommé tel quel) et à des cultures secondaires autoconsommées : niébé, gombo, *folléré*.

¹¹ le plus souvent la variété "Guétalé" issue de la 28-206 vulgarisée dans les années cinquante.

Ces diverses raisons expliquent que les fanes d'arachide ne sont pas récoltées en début de saison sèche et qu'en grande partie elles pourrissent sur le champ. Après arrachage et égoussage au champ, les tas de fanes sont laissés çà et là sur la parcelle en tas plus ou moins volumineux. Seules les parcelles récoltées juste après la dernière pluie¹² fournissent des fanes d'arachide de qualité qui sont généralement stockées.

Fréquence de collecte des résidus sur les parcelles d'arachide

Dans ces parcelles la récolte des fanes d'arachide est peu fréquente pour les raisons évoquées ci-dessus. Lorsqu'il y a récolte, les quantités stockées représentent toujours moins de 500 kg/ha alors que les rendements en fanes d'arachide dans ces situations sont compris entre 1 et 2 t/ha.

Tableau 7 : Fréquence de récolte des résidus sur les parcelles d'arachide suivies et poids moyens récoltés par ha *.

		1994/95		1995/96	
HERI	arachide	5/16	433 kg/ha	1/12	222 kg/ha
	niébé	6/16	88 kg/ha	1/12	70 kg/ha
	sorgho	6/16	non évalué	3/12	non évalué
OUROLABO	arachide	0/16		7/12	256 kg/ha
	niébé	0/16		5/12	53 kg/ha
	sorgho	2/18	non évalué	5/12	non évalué

* moyenne des quantités récoltées

Alors que toutes les parcelles suivies comportaient du niébé, la récolte des fanes de cette légumineuse est aussi peu fréquente. Les prélèvements de tiges de sorgho *mbairi* (pour la construction de toiture de hangar ou de maison) sont difficiles à évaluer car ce type de résidus n'est approprié par le propriétaire de la parcelle comme c'est le cas pour les fanes d'arachide et de niébé.

Pour Héri, la longue saison de culture de l'arachide en 1995 (du 8 mai au 19 octobre) soit 160 jours, n'a pas été favorable à la récolte des fanes. Inversement les semis tardifs de 1994 (à partir de la fin mai/début juin) ont accru la fréquence du stockage de fanes. A Ourolabo pour des durées de saison des pluies équivalentes, on note une fréquence de récolte de fanes plus importante en 1995. En 1995, le suivi s'était surtout porté sur les parcelles d'agro-éleveurs plus enclins à stocker des résidus de culture ce qui expliquerait ces différences. Mais dans toutes les situations on observe une récolte très partielle des fanes d'arachide.

Qualité fourragère des résidus de culture

Les pluies entraînent une légère baisse de la valeur énergétique des fanes d'arachide mais aussi certainement une moindre appétibilité du fait du développement de moisissures.

Tableau 8 : Valeurs alimentaires des fanes d'arachide et de niébé

	MAD en gr/kg MS	UFL	UFV
- fanes d'arachide ayant reçu la pluie (Nord-Cameroun)	60	0,47	0,37
- fanes d'arachide de qualité (Sénégal)*	57	0,61	0,52
- fanes de niébé *	93	0,60	0,51

* in "Ruminant nutrition INRA", 1989

Concernant la qualité des fanes d'arachide les avis des agro-éleveurs divergent : certains considèrent que les fanes touchées par les pluies sont "toxiques" pour le bétail, mais d'autres peuvent tout de même les récolter. Les fanes d'arachide de qualité ne constituent pas un produit facilement commercialisable car la demande fourragère même en ville est limitée¹³ (encadré 1, 2^o partie).

b) Evolution des résidus de culture au sol en saison sèche

* les fanes d'arachide

Les fanes d'arachide sont laissées au sol en tas après la récolte des gousses. En période de vaine pâture les bovins et petits ruminants consomment une partie des fanes et piétinent ces tas jusqu'à leur quasi disparition en fin de saison sèche. Dans la plupart des cas, les paysans n'ont pas besoin de nettoyer les parcelles avant la remise en culture. La quantité de fanes d'arachide en petits tas en fin de saison sèche est inférieure à 100 kg/ha (figure 4).

Toutefois une bonne partie des résidus de culture et des adventices est transformée en petits débris (< 10 cm) par le piétinement du bétail. Ces débris sont plus ou moins incorporés aux premiers cm de sol. Cette biomasse non prise en compte la première année d'observation (1994/95) et dans la plupart des travaux réalisés dans d'autres situations en Afrique sahélo-soudanienne, modifie notablement les termes du bilan minéral et organique. Ces débris représente entre 30 et 40% de la production initiale de fanes d'arachide.

La quantité d'adventices présente sur les parcelles après la récolte équivaut dans certains cas

¹³ Le transport de ce type de résidus volumineux par automobile est couteux. De plus le parc de charrettes au Nord Cameroun se limitait en 1996 à 3500 unités pour 44 000 paires de boeufs et 160 charrettes asines pour 20 000 ânes de trait. Le transport à traction animale inter-villageois, vers les gros marchés ruraux et les villes est presque inexistant alors qu'il est actif au Tchad et dans la plupart des pays sahéliens (Sénégal, Burkina Faso, Mali,...).

Figure 4 : Evolution des quantités de biomasse sur les parcelles d'arachide durant la saison sèche

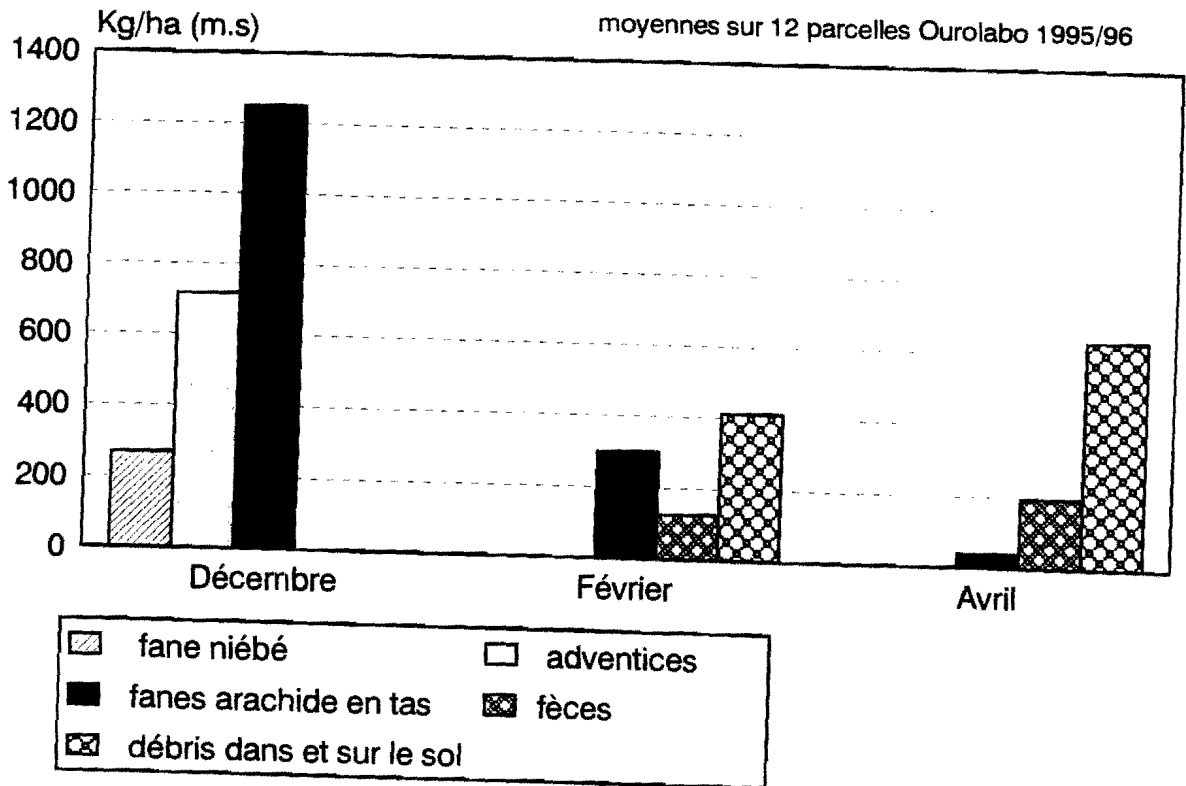
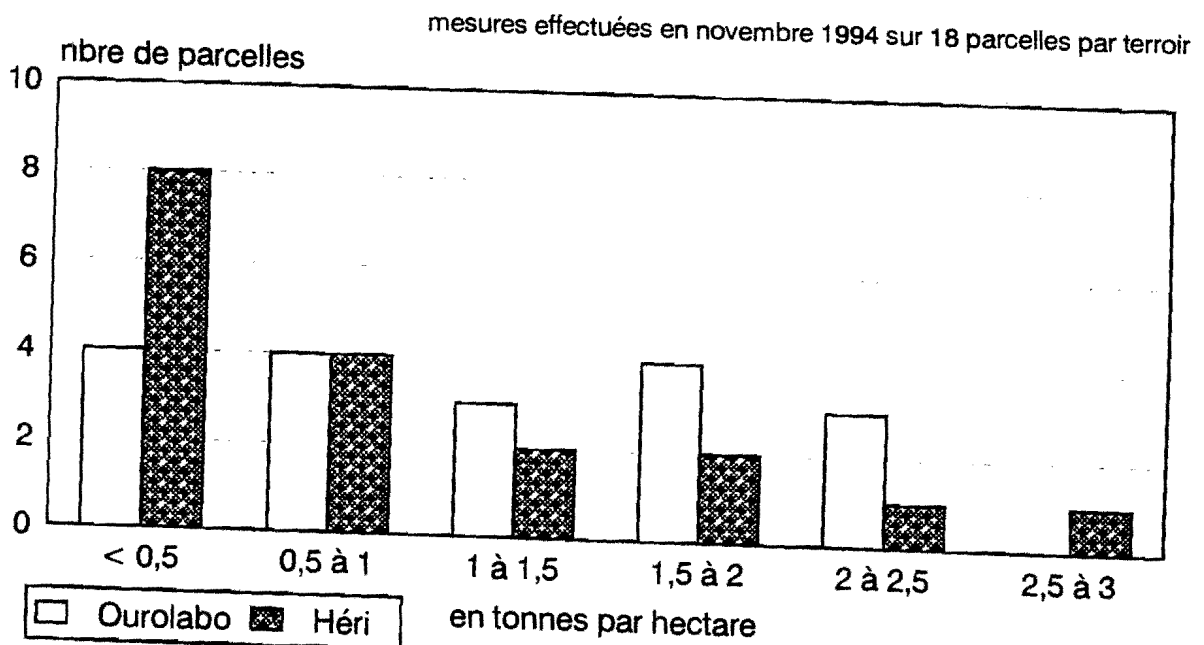


Figure 5 : Variabilité de la biomasse d'adventices en début de saison sèche dans les parcelles d'arachide



à la production de fanes d'arachide. Ainsi on observe à Ourolabo en 1994 dans 7 parcelles sur les 18 suivies une biomasse d'adventices dépassant 1500 kg/ha et supérieure à la quantité de fanes d'arachide au sol (figure 5). Après le soulevage de l'arachide (courant septembre) les adventices se développent à nouveau avec les dernières pluies.

Sur ces parcelles, le bétail consomme dès le mois de décembre en partie les adventices et les fanes de légumineuses laissées au champs. En retour il apporte une quantité de fèces comprise entre 100 et 200 kg/ha par saison sèche.

Le système "parcelle d'arachide" est donc complexe du fait de l'association de diverses cultures à l'arachide, de l'importance de l'enherbement en fin de saison des pluies et du piétinement répété de ces parcelles par le bétail qui incorpore au sol une quantité non négligeable de débris organiques. Ces observations remettent donc en question le constat¹⁴ fréquemment répandu qu'après la récolte de l'arachide, le sol est laissé à nu durant toute la saison sèche et que les exportations de résidus de récolte sont très importantes pour cette culture.

Tableau 9 : Evolution des fanes d'arachide au sol et des diverses biomasses associées (en kg/ha)

		1994/95	1995/96
HERI	fanés d'arachide en tas		
	décembre	1054	non mesuré
	février	484	153
	mars	62	34
	biomasse d'adventices décembre	853	475
	fèces au sol en fin mars	120	105
	débris au sol en fin mars	non mesuré	530
OUROLABO	fanés d'arachide en tas		
	décembre	1350	non mesuré
	février	571	299
	mars	73	40
	biomasse d'adventices décembre	1221	636
	fèces au sol en fin mars	185	121
	débris au sol mars	non mesuré	795

¹⁴ ce constat reste valable pour des régions comme le bassin arachidier au Sénégal où toutes les fanes sont récoltées dès la récolte.

* les coques d'arachide

Les arachides en coque sont ramenées et décortiquées au village au fur et à mesure des ventes et de la consommation de graine. Toute la production est décortiquée au village avant commercialisation. Les coques vides représentent environ 33% du poids de la récolte en gousses. Elles sont laissées à terre et ne sont jamais stockées. Une faible partie de cette biomasse est consommée par le bétail à même les tas. Ce produit est difficilement valorisable :

- sous forme de litière sous les animaux, les coques se décomposent difficilement ;
- leur consommation par le bétail nécessite un traitement (adjonction de mélasse, tourteau, sel,...).

En considérant que le rendement moyen en "arachide coque" est compris entre 800 et 1200 kg/ha, les quantités de coques disponibles dans les deux villages seraient de l'ordre de 56 t à 83 t à Oroulabo et de 100 à 149 t à Héri.

* les cultures en association avec l'arachide

Tableau 10 : Importance de la production de fanes de niébé dans les parcelles d'arachide (moyennes pour les parcelles comportant du niébé)

		1994/95	1995/96
HERI	fréquence du niébé associé	15/16	11/12
	densité de niébé pieds/ha	1504	1675
	production de fanes en kg/ha	124	100
OUROLABO	fréquence du niébé associé	10/18	12/12
	densité de niébé pieds/ha	1195	2090
	production de fanes en kg/ha	219	280

Après la récolte des gousses de niébé, les fanes de niébé sont rarement collectées. Elles sont simplement pâturées au champ par le bétail. La production de fourrage issue de cette culture associée à l'arachide est d'excellente qualité mais quantitativement réduite (de 100 à 280 kg/ha en moyenne). Le niébé arrive à maturité en début de saison sèche, les fanes ne sont pas détériorées par les dernières pluies. Une récolte tardive des gousses compromet la récolte de fanes dans la mesure où les feuilles de niébé sont alors tombées à terre. La précocité de sénescence des feuilles varie avec les variétés. Mais les paysans ne considèrent pas le caractère fourrager comme un critère de choix d'une variété de niébé.

2.3 Les parcelles de sorgho

a) Itinéraires techniques et gestion des résidus de récolte de sorgho

La culture de sorgho est bien représentée dans les deux terroirs étudiés (19% de l'assolement à Oroulabo et 27% à Héri). Il s'agit principalement du sorgho rouge *djigari* dont les épis et le grain résistent très bien aux pluies et aux moisissures. La principale culture associée au djiagri est le sorgho blanc *mbairi*. Les cas d'association niébé/sorgho sont peu nombreux et réservés aux parcelles dont la densité du sorgho¹⁵ est faible après le 1^o sarclage.

Le sorgho *djigari* est semé dès les premières pluies (fin avril et courant mai) généralement sans préparation du sol. Sa maturité s'échelonne entre la fin août et la fin septembre en fonction de la longueur de son cycle (de 100 à 120 jours) et de la date de semis. La récolte du *djigari* se fait en deux temps :

- courant septembre, pour limiter les pertes dues à la verse, les paysans coupent le sorgho à 60 cm du sol environ. Ils disposent ces tiges portant les épis en fagots sur la parcelle sur des supports en tiges de sorgho;
- après la dernière pluie (vers le 15 octobre) ils coupent et transportent des épis sur un hangar ("*danky*").

En cas d'association de différentes variétés de sorgho, la coupe précoce du *djigari* permet au *mbairi* de cycle plus long, de poursuivre son développement et de mieux valoriser les ressources en eau et en lumière disponibles en fin de saison.

La coupe précoce des tiges (fin août/début septembre) va entraîner l'émission de repousses au niveau du dernier noeud du chaume. Si les réserves en eau du sol sont importantes, ces repousses produisent parfois des épis. Dans tous les cas cette seconde récolte est réservée au bétail (pâturage direct sur la parcelle ou stockage des repousses à la ferme). La récolte des repousses de *djigari* est réalisée en novembre avant l'ouverture de la parcelle à la vaine pâture.

En début de saison sèche les pailles de sorgho sont laissées au champs et sont partiellement consommées par les troupeaux : les tiges sont très dures, les feuilles sont partiellement décomposées par les pluies du mois de septembre et octobre. Par contre les repousses constituent un fourrage de très bonne qualité.

b) Qualité fourragère des résidus de culture de sorgho

Les analyses bromatologiques confirment les observations des bergers : les feuilles sont plus riches en énergie que les tiges mais toutes deux ne contiennent quasiment pas d'azote digestible. Le taux de refus des pailles de sorgho mesuré en station varie entre 45% et 65% selon les variétés.

Nous ne disposons pas d'analyse des repousses de sorgho *djigari* mais on peut prendre comme

¹⁵ dans les régions étudiées et pour la plupart des parcelles, le développement du sorgho (parfois 3 à 4 m de hauteur) et sa densité excluent l'association avec le niébé dont la croissance serait limitée par le manque de lumière.

référence le sorgho de cycle court "koïdawa" récolté avant dessèchement de la plante. Récoltées encore vertes les repousses contiennent un peu de MAD (de l'ordre de 10 gr/kg de MS).

Tableau 11 : Valeur fourragère des différentes pailles de sorgho

	MAD en gr/kg	UFL	UFV	composition des résidus de sorgho au sol en fin de saison sèche (en % du poids total)
Paille de sorgho "djigari"				
- tiges non consommables*	0	0,35	0,23	76%
- tiges consommables*	0	0,32	0,21	15%
- feuilles	0	0,61	0,52	11%
Paille de sorgho Koïdawa	7	0,60	0,50	
Paille de sorgho ** (taux de refus 47%)	0	0,48	0,37	

* classement selon le diamètre des tiges. ** d'après INRA 1989

Dans la mesure où les feuilles ne représentent plus que 11 % de la masse totale de résidus au sol en fin de saison sèche, la paille de sorgho constitue un fourrage de bien mauvaise qualité à cette période.

c) Evolution des résidus de sorgho au champs durant la saison sèche.

Les prélèvements de paille de sorgho *djigari* par les populations sont minimes. Ils se limitent à Héri à quelques fagots de tiges pour allumer le feu. Par contre dans le même village, les repousses de sorgho *djigari* sont récoltées dans la moitié des parcelles. A Ourolabo où la charge animale est plus faible les repousses de *djigari* sont le plus souvent laissées au champs.

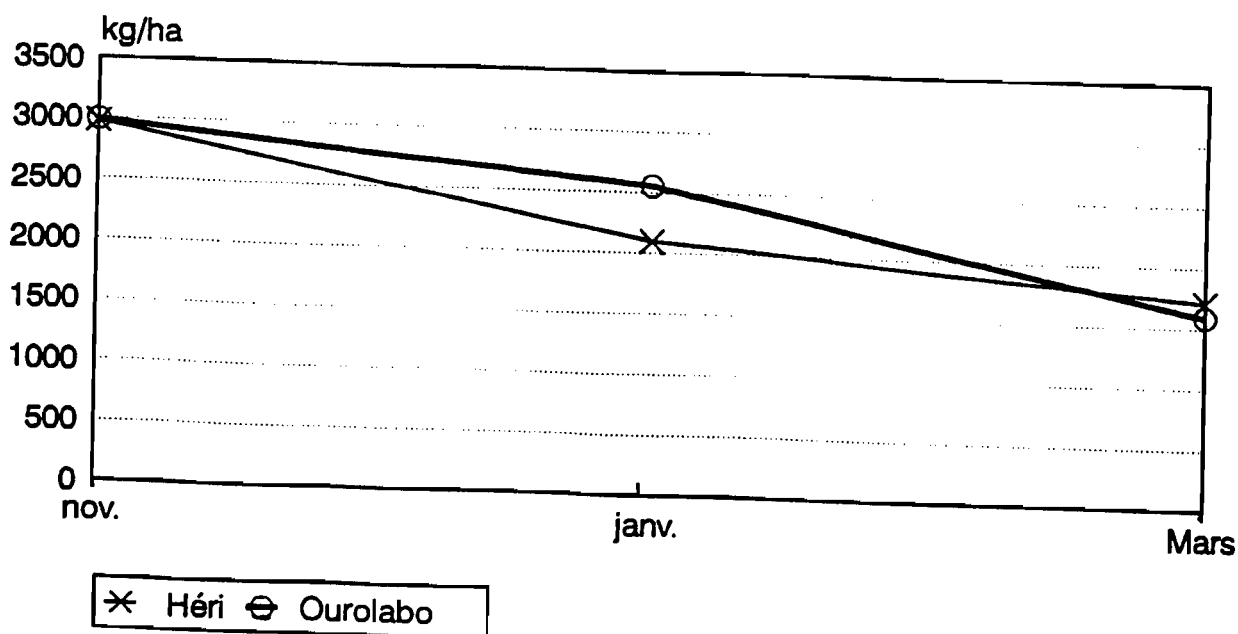
Du fait de sa faible valeur fourragère la quantité de paille au sol diminue relativement peu durant la saison sèche (figure 6). Le bétail en fait prélève surtout les feuilles et l'extrémité des tiges. En 1994/95 plus de la moitié de la quantité de paille produite reste au sol au moment où les paysans débutent le nettoyage des parcelles. En 1995/96 dans les deux terroirs il restait en moyenne au sol plus de 2 t de paille sur les parcelles de sorgho (principalement les chaumes). Ces résidus seront mis en tas et brûlés en avril avant l'arrivée des pluies. Le nettoyage/brûlis n'est pas total, ainsi à Ourolabo on a pu évaluer à 350 kg/ha la quantité de paille de sorgho restant au sol au moment du semis (DJALALAI et al., 1996). Toutefois le feu reste le principal facteur de disparition de cette biomasse (de 1,2 à 2 t brûlées par ha).

Tableau 12 : Evaluation des différentes biomasses sur les parcelles de sorgho durant la saison sèche.

		1994/95	1995/96	
HERI	pailles de sorgho			
	novembre	2970	non mesuré	
	janvier	2096	2903	
	mars	1712	2482	
	Adventices en novembre	932	450	
OUROLABO	pailles de sorgho			
	novembre	2983	non mesuré	
	janvier	2552	3329	
	mars	1590	2356*	
	Adventices en novembre	1371	1239	
	repousses récoltables en novembre	295 (7cas sur18)	198 (16 cas sur 18)	
	fêces au sol en fin mars	136	50	
		repousses récoltables en novembre	négligeable	112
		fêces au sol en fin mars	37	49

* mais dans 7 parcelles sur 12 le feu a détruit les pailles

Figure 6 a : Evolution de la biomasse sur les parcelles de sorgho durant la saison sèche



La quantité de paille restant au sol en saison sèche est surtout fonction de la quantité produite. Les parcelles de sorgho à fort rendement produisent des grandes quantités de paille (jusqu'à 7 t/ha) aux tiges de diamètre important et donc peu consommées par le bétail.

Comme pour les parcelles d'arachide, le niveau d'enherbement est important en début de saison sèche (1,2 à 1,4 t MS/ha à Ourolabo, de 0,5 à 1 t/ha à Héri). La coupe du sorgho en septembre permet de libérer le sol ce qui favorise le développement des adventices de fin de saison des pluies. La quantité d'adventices est nettement plus élevée à Ourolabo où les systèmes de cultures sont moins intensifs : entretiens moins réguliers, densités de sorgho plus faibles qu'à Héri,..... Une bonne partie des mauvaises herbes est consommée par le bétail en début de saison sèche.

Le bétail passe peu de temps dans les parcelles de sorgho sauf en tout début de saison sèche où il consomme les feuilles et les repousses de sorgho non stockées. Les apports de déjections animales sont très faibles, de l'ordre de 50 kg/ha.

Les repousses de sorgho faciles à récolter sont recherchées par les agro-éleveurs mais les quantités produites sont faibles : de 200 à 300 kg/ha à Héri, environ 100 kg/ha à Ourolabo. Cette différence entre les deux terroirs est liée à deux facteurs :

- la date de coupe des sorghos est plus précoce à Héri du fait d'une disponibilité en main-d'oeuvre plus importante (surface/actif moindre qu'à Ourolabo), la production de repousse est favorisée par une coupe précoce des tiges;
- les sols y sont plus argileux et plus fertiles ce qui favorise l'émission et le développement des repousses de sorgho.

Le facteur "date de coupe" a été mis clairement en évidence à Ourolabo en 1995/96 (annexe 1) où les 6 parcelles suivies et récoltées avant le 15 septembre ont produit en moyenne 222 kg/ha de repousse (matière sèche) et les 6 autres parcelles récoltées plus tardivement seulement 23 kg/ha (production négligeable). La coupe précoce du sorgho peut être conseillée aux agro-éleveurs afin de produire un fourrage de qualité et de valoriser les réserves en eau du sol. Toutefois cette production supplémentaire entraînera un léger accroissement des exportations minérales.

d) Les résidus de récolte non pailleux

A Héri et pour certaines parcelles proches du village à Ourolabo, les épis de sorgho sont ramenés à la concession. Le battage s'étale durant toute la saison sèche suivant les besoins des familles (vente, consommation, transformation en bière). Les rafles de sorgho qui représentent tout de même 24% du poids total de la production d'épis, sont laissées au sol¹⁶ et sont très peu consommées par les petits ruminants en divagation. A Ourolabo pour les parcelles les plus éloignées du village, le battage se fait au champ et les épis vides restent en tas sur la parcelle.

Les quantités de rafles de sorgho produites dans les deux terroirs peuvent être estimées à 80 t à Héri et 40 t à Ourolabo.

¹⁶ les rafles de sorgho peuvent être recyclées dans les étables et parcs pour la production de fumier.

2.4 Les parcelles de maïs

a) Itinéraire technique et gestion des résidus de récolte du maïs

L'extension de la culture de maïs hors des parcelles de case est relativement récente au Nord-Cameroun (période 1980- 1990). Elle concerne principalement les régions situées au Sud de Garoua et donc le village de Oroulabo. A Héri les surfaces en maïs ne représentent que 5% de l'assolement villageois mais elles progressent depuis 1995.

Le développement du maïs en grande parcelle a été favorisé par la fourniture à crédit de semences et d'engrais par la SODECOTON. Les rendements en maïs cultivé avec engrais minéral (100 à 200 kg/ha) peuvent atteindre voire dépasser 3 t/ha si les conditions pluviométriques et d'entretien des parcelles sont satisfaisantes. Comparativement les rendements en sorgho cultivé généralement sans engrais, plafonnent autour de 1 t à 1,5 t/ha.

Les cultures associées au maïs sont peu fréquentes :

- toutefois l'association niébé/maïs¹⁷ progresse depuis peu à Oroulabo suite aux tests réalisés par les paysans avec l'appui de l'IRAD. Le niébé ne peut être semé que dans un maïs dont la densité est faible (> 20 000 pieds/ha);
- lorsque le semis du maïs est précoce et que sa densité est inférieure à 30 000 pieds/ha, les paysans peuvent semer en juillet ou en août dans l'interligne du sorgho blanc *koïdawa* de cycle court. Mais le *koïdawa* est surtout implanté en culture dérobée à Héri (cf infra).

Le gros de la récolte s'effectue en début de saison sèche (novembre, décembre). Le maïs arrivé à maturité en fin de saison des pluies peut très bien rester sur pied pendant deux mois sans que les épis ne soient détériorés. Ce n'est qu'en cas de prolifération de termites que la récolte est effectuée rapidement dès la maturité. Les paysans préfèrent récolter des épis bien secs ce qui facilitera les opérations suivantes : enlèvement des spaths au champ, transport, égrenage à la concession.

Dès que les épis sont récoltés, les bergers et leurs troupeaux pénètrent dans les parcelles de maïs. Les éleveurs M'Bororo à Oroulabo sont à l'affût des parcelles de maïs qui viennent d'être récoltées. Ces derniers considèrent les pailles de maïs comme un fourrage de qualité moyenne bien consommé par le bétail.

La récolte des pailles de maïs est rare : 1 à 2 cas pour la vingtaine de parcelles suivies. Pourtant la mise en botte et le transport des pailles de maïs sont des opérations faciles à réaliser surtout si l'on dispose d'une charrette. Le faible niveau de collecte de ces pailles est lié à deux facteurs :

- la forte pression des bergers qui n'hésitent pas à faire entrer leur bétail dans les parcelles dès la fin de la récolte. Les paysans ne disposent pas d'assez de temps pour effectuer la récolte de paille à une période où ils sont occupés par les récoltes du niébé, du sorgho et surtout du coton;

¹⁷ du fait des faibles densités de semis du maïs (environ 30 000 pieds/ha) l'association maïs/niébé s'avère plus productive que l'association sorgho/niébé recommandée par la vulgarisation. Le faible couvert de maïs laisse passer la lumière favorable au développement du niébé. Le niébé peut être semé un mois après le maïs (si densité du maïs < 30 000 pieds/ha) ou en culture dérobée fin août en cas de récolte précoce du maïs (DUGUE, 1995).

- la faible qualité alimentaire de la paille de maïs qui est considéré par les paysans comme un fourrage de second ordre.

Aucune action de vulgarisation¹⁸ visant à valoriser les pailles de maïs n'a été initiée jusqu'à maintenant dans cette région.

b) Qualité fourragère des pailles de maïs

Tableau 13 : Valeur fourragère des pailles de maïs

	MAD en gr/kg	UFL	UFV	<i>Composition des pailles au sol en fin de saison sèche (en % du poids total)</i>
Paille de maïs (Nord-Cameroun)				
- tiges non consommables*	0	0,37	0,25	66%
- tiges consommables*	0	0,37	0,26	21%
- feuilles	0	0,50	0,40	13%
Paille de maïs (d'après IEMVT 1989)	14	0,27	0,27	

* classement selon le diamètre des tiges.

D'après les résultats d'analyse la valeur fourragère des pailles de maïs est équivalente à celles du sorgho *djigari* mais selon les bergers, le taux de refus pour le maïs est inférieur à celui du sorgho. Comme pour le sorgho, les feuilles sont consommées préférentiellement. En effet les feuilles de maïs représentent environ 20% de la production totale de paille au moment de la récolte mais seulement 13% des résidus au sol au mois de mars.

Les pailles des parcelles semées tardivement (après le 15 juillet) arrivent à maturité en saison sèche et sont de meilleures qualités et donc très recherchées par les éleveurs. Seul ce type de paille est stocké par les paysans. Inversement le semis précoce du maïs entraîne sa maturité en pleine saison des pluies. Dans ce cas les pailles deviennent grises et sont considérées par les éleveurs comme un aliment de mauvaise qualité.

c) Evolution des résidus de maïs au champs durant la saison sèche.

Il est difficile d'avoir une bonne évaluation du disponible de paille de maïs au moment de la récolte car les troupeaux pénètrent très rapidement dans les parcelles.

¹⁸ alors que ces pailles sont bien consommées par les bovins et les ânes et constituent un aliment de complément très recherché au Mali Sud et dans la partie sud du bassin arachidier du Sénégal.

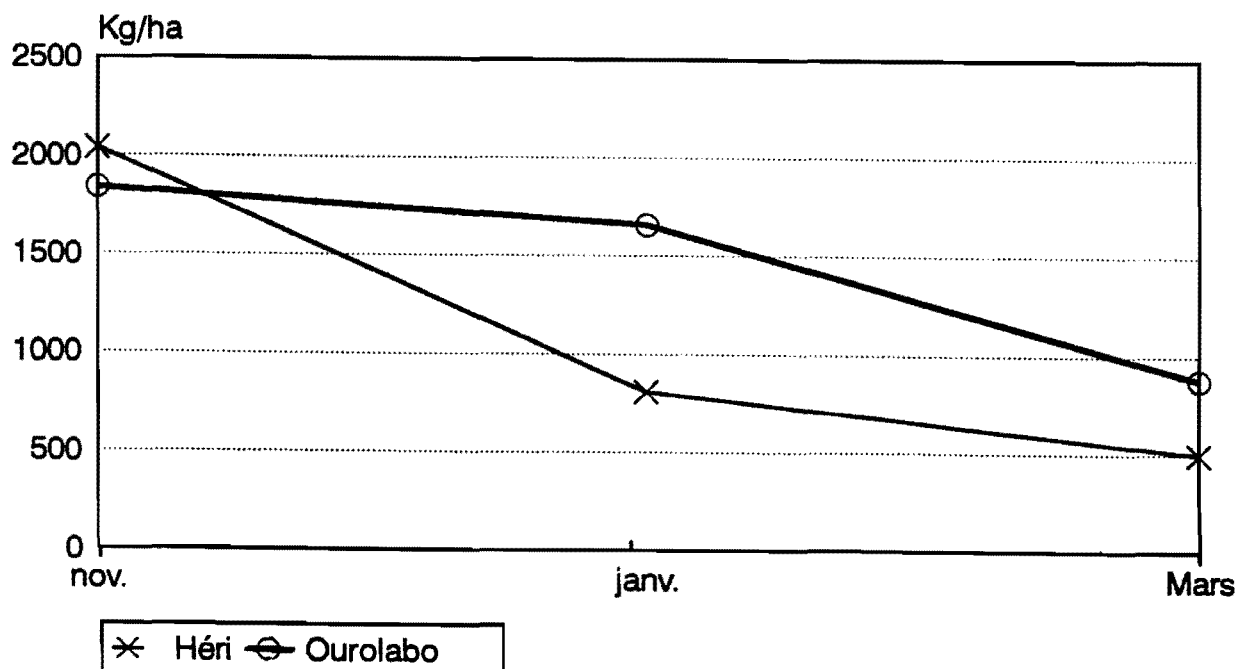
Tableau 14 : Evaluation des quantités de pailles de maïs et d'adventices au champ durant la saison sèche (en kg/ha)

		1994/95	1995/96
HERI	pailles de maïs		
	novembre	2038	2173
	janvier	807	1048
	mars	497	764
	Adventices en novembre	787	574
fèces au sol en fin mars		95	93
OUROLABO	pailles de maïs		
	novembre	1838	1922
	janvier	1657	1480
	mars	878	1077
	Adventices en novembre	723	880
fèces au sol en fin mars		140	86

L'évolution de la quantité de paille au champs dépend presque exclusivement des prélèvements effectués par le bétail. La récolte par les hommes (stockage pour l'élevage) est négligeable et les femmes n'utilisent jamais les tiges de maïs comme combustible.

Le passage répété des troupeaux sur les parcelles entraîne une forte réduction de la quantité de paille au champ. Rapidement il ne reste plus au sol que les bases des tiges difficilement consommables qui se concentrent dans les creux des billons (figure 6 b).

Figure 6 b: Evolution de la biomasse sur les parcelles de maïs durant la saison sèche



La forte pression du bétail à Héri ainsi que la rareté des parcelles de maïs dans ce village explique qu'une grande partie de la paille soit consommée. Fin mars il ne reste plus au sol que 0,7 à 0,5 t/ha de paille dont une partie sera brûlée avant remise en culture de la parcelle.

A Ourolabo les éleveurs M'Bororo ne s'attardent pas trop dans le terroir, fin janvier ils préfèrent se rapprocher des bords de la Bénoué qui offrent des pâturages aquatiques et dès la fin février les pailles de *muskwaari*¹⁹. Le reliquat de paille de maïs en fin mars se situe en moyenne entre 0,9 et 1 t/ha. Dans les deux terroirs ces quantités sont bien moindres que celles mesurées pour le sorgho *djigari* ce qui montre bien l'attrait du bétail pour les pailles de maïs.

Comme pour le sorgho, les parcelles de maïs portant une grande quantité de paille en novembre porteront toujours une plus grande quantité en fin de saison sèche (annexe 2).

La quantité d'adventices dans les parcelles de maïs est en moyenne inférieure à celle observée dans les parcelles de *djigari* (0,5 à 0,7 t/ha à Héri, de 0,7 à 0,9 t/ha à Ourolabo). Plusieurs raisons à cela. D'une part le maïs est semé plus tard en saison des pluies, il est donc entretenu jusqu'à la mi-août et le sol est moins enherbé en fin de saison des pluies, d'autre part cette culture bénéficie dans certains cas d'herbicide de prélevée qui limite la levée des mauvaises herbes. En valeur relative cette biomasse d'adventices correspond environ au tiers de la quantité de paille produite. Ce ratio est plus élevé lorsque les parcelles sont envahies par *Comelina benghalensis* qui couvre totalement le sol après la dernière opération culturale.

L'apport de fèces par les troupeaux pâturant ces pailles est à peu près le double de celui observé sur les parcelles de sorgho (une centaine de kg/ha contre une cinquantaine). Dans tous les cas ces apports sont faibles et ne vont pas modifier considérablement le bilan minéral des systèmes de culture.

d) Les autres résidus issus de la culture du maïs

Les spaths des épis sont laissés sur les parcelles et sont rarement stockés. Les spaths constituent un aliment de lest assez bien consommé par le bétail.

Les rafles d'épis de maïs sont quelquefois utilisées comme combustible (de mauvaise qualité). Ils représentent tout de même 15% à 18% du poids d'épis récoltés, soit environ 18 t à Héri et 36 t à Ourolabo. Leur décomposition dans une compostière ou une étable fumièr est difficile.

2.5 LES CULTURES SECONDAIRES

a) La place des cultures secondaires dans l'assolement

Les cultures secondaires représentent environ 3% de l'assolement villageois à Ourolabo et moins

¹⁹ sorgho de contre saison repiqué en octobre et novembre sur des vertisols

de 1% à Héri : niébé en culture pure, pois de terre (voandzou), riz, sésame et manioc. A Héri le manque de terre cultivable amène les paysans à se limiter aux 4 cultures principales (coton, arachide, sorgho et maïs) et à développer des systèmes de cultures associées.

Les possibilités de diversification sont plus importantes à Oroulabo. La surface en manioc progresse depuis quelques années pour atteindre en 1996, 8 ha (1,2% de l'assolement villageois). Du fait de la raréfaction des terres exondées défrichables, la riziculture est aussi amenée à progresser : le riz étant la seule culture pouvant valoriser les zones inondables du terroir. La culture pure de niébé reste limitée à quelques parcelles qui n'ont pu être semées en maïs ou en coton aux dates propices²⁰ ou à la mise en valeur de terres nouvellement défrichées. La culture pure de niébé tend à disparaître lorsque le foncier cultivable est saturé comme c'est le cas à Héri. L'association du niébé avec le coton, l'arachide et plus récemment avec le maïs est préférée à la culture pure²¹.

b) Utilisation des résidus de récolte des cultures secondaires

Du fait de la surface très réduite qu'elles occupent, les cultures secondaires interviennent peu dans le bilan de biomasse à l'échelle du terroir. Le développement du manioc qui occupe le terrain durant plus de 12 mois va rendre plus difficile la circulation des troupeaux dans le terroir en saison sèche (cf 5° partie)

La culture pure de niébé produit un fourrage de qualité comparable à la fane d'arachide. A Héri en dehors des essais menés avec l'IRAD, la culture pure de niébé n'est pas présente. A Oroulabo, 5 parcelles en culture pure ont été suivies en 1994/95 :

- densité : 25 500 pieds/ha (20 900 à 36 300 pieds/ha)
- rendement en fanes : 1225 kg/ha (1000 à 1375 kg/ha)

Deux producteurs sur 5 ont récolté²² et stocké les fanes de niébé, dans les trois autres cas les fanes restent au sol et sont pâturées par le bétail. Dès la fin décembre ces parcelles sont totalement nues.

c) Le cas particulier du sorgho koïdawa

Le sorgho koïdawa : caractéristiques et place dans l'assolement.

Le *koïdawa* est une variété de sorgho à cycle court (90 jours) à grain blanc et paille courte (environ 1,5 m à 2 m) qui peut être implanté par semis ou repiquage en fin de saison des pluies en vue de fournir une production de grain mais aussi de fourrage. La récolte du koïdawa se déroule début décembre.

²⁰ le niébé de cycle de 3 mois est semé durant le mois d'août alors que les semis de coton se terminent vers le 5-10 juillet et ceux de maïs vers le 25 juillet.

²¹ le niébé érigé (variété BR1) s'associe facilement avec le coton et profite des traitements insecticides; les variétés locales rampantes associées à l'arachide semblent s'accommoder d'une absence de traitement.

²² les feuilles des variétés érigées (BR1 et GLM92) tombent au sol lorsque la totalité des gousses est à maturité. Les paysans accordent la priorité à la production de graines au détriment d'une coupe plus précoce des fanes.

Le repiquage concerne le tiers des surface de koïdawa, il est le plus souvent réservé aux petites parcelles proches des concessions où les paysans cultivent du maïs de soudure (3 mois) récolté en épis frais durant le mois d'Août. Il est réalisé entre le 20 août et le 20 septembre à partir de plans de koïdawa élevés en pépinière.

Ces champs de case sont généralement fumés par apport des ordures ménagères, des cendres et de la poudrette des animaux d'élevage. Le sorgho profite ainsi du reliquat de cette fumure destinée en premier lieu au maïs. Le repiquage permet de mieux valoriser les ressources en eau en fin de campagne agricole en raccourcissant la durée d'exploitation de la parcelle par le sorgho.

Production

Le sorgho koïdawa est une culture à haut risque dont la production dépend essentiellement du volume des pluies de septembre et octobre. Les paysans bien conscients de cette contrainte, considèrent qu'ils retireront de cette culture au moins une production de qualité : le fourrage.

Tableau 15 : Composantes du rendement du sorgho koïdawa à Héri *

	Moyenne	Maximum	Minimum
Tiges/ha	33 416	49 722	20 833
Epis récoltés/ha	19 527	35 555	555
Rendement paille Kg/ha	1 588	2 555	638
Rendement épis pleins Kg/ha	713	1 555	24

*d'après le suivi de 10 parcelles de koïdawa (sur les 29 recensées)

En moyenne 1 tige sur 3 ne porte pas d'épi récoltable. La variation des rendements en épis est très élevée et certaines parcelles ne portent presque pas d'épis avec grains. Dans ce cas la plante entière est réservée à l'alimentation des bovins et des petits ruminants. La moyenne des rendements en paille est de 1,6 t/ha avec une gamme de variation moindre que celle du rendement épis.

Rôles potentiels du sorgho koïdawa dans le bilan de biomasse à l'échelle du terroir.

Vu les faibles surfaces de sorgho koïdawa mises en place actuellement dans le terroir de Héri, la contribution de cette culture au bilan alimentaire et fourrager pour l'ensemble du village est très réduite.

Production d'épis : $4 \text{ ha} \times 0,7 \text{ t/ha} = 2,8 \text{ t}$ soit 1,8 t de grain à comparer avec une production de sorgho rouge évaluée entre 180 et 240 t de grain par an.

Production de paille : $4 \text{ ha} \times 1,55 \text{ t/ha} = 6,2 \text{ t}$ de fourrage de qualité à comparer avec la production de repousse de sorgho djigari (voir supra) qui peut être estimée à $225 \text{ ha} \times 0,18 \text{ t/ha} = 40,5 \text{ t}$.

L'apport fourrager dû au koïdawa n'est pas négligeable surtout pour les quelques exploitations qui en cultivent de 0,1 ha à 0,25 ha. Si la totalité des pailles de koïdawa est récoltée, par contre les paysans récoltent que partiellement les repousses de sorgho "djigari" et très rarement les pailles de

maïs.

L'accroissement des surfaces en koïdawa peut se faire sur les parcelles de case car elle permet de valoriser de petits espaces largement fumés. Elle nécessite dans ce cas une enclosure ou un gardiennage strict des troupeaux.

On peut considérer deux hypothèses : 25 ha de koïdawa (hypothèse raisonnable) et 50 ha de koïdawa (soit près de 0,4 ha par exploitation disposant d'au moins un animal de trait âne ou boeuf).

surface en koïdawa pour l'ensemble du terroir de Héri	Production de céréale supplémentaire		Production fourragère en t	Equivalent Unité fourragère
	en t	en kg/résident		
25 ha	17,5t	12,5 kg	38,75 t	# 17 000 UF
50 ha	35 t	25 kg	77,5 t	# 34 000 UF

En fait aujourd'hui quelques paysans de Héri ont commencé à développer un système fourrager en relation avec leurs systèmes de culture. Même pour ces exploitations la mise en place du koïdawa en fin de saison des pluies n'est pas systématique chaque et relève plutôt d'une valorisation d'opportunités : temps disponible et forte pluviométrie en septembre, terrain disponible près des habitations ou en brousse.

2.6 IMPORTANCE DES APPORTS DE BIOMASSE PROVENANT DE LA STRATE ARBORÉE DES PARCELLES CULTIVÉES

L'évaluation des apports de biomasse provenant de la strate arborée a été réalisée en fin de saison sèche 1995/96 sur les parcelles d'arachide, de sorgho et de maïs (soit 42 parcelles par terroir). L'objectif de ces mesures était :

- d'apprécier l'importance des repousses d'arbustes dans les parcelles cultivées en fin de saison des pluies et durant la saison sèche ;
- d'évaluer les quantités de litière au sol provenant des arbres adultes.

a) Quelques éléments sur le fonctionnement du système "strate arborée/culture"

Le défrichage initial des parcelles est généralement sélectif, les paysans préservent les arbres utiles et éliminent les petits sujets et les arbustes. L'élimination des plus gros arbres peut prendre plusieurs années. Au fil des ans la densité d'arbres diminue.

Tableau 16 : densité d'arbres* dans les parcelles cultivées

	Nombre d'arbres par ha en moyenne	Répartition des parcelles par classe de densité d'arbres adultes/ha (en % du total)			
		pas d'arbre	< 10	de 10 à 20	20 à 40 arbres/ha
HERI	8,0	21%	57%	13%	9%
OUIROLABO	12,7	19%	46%	13%	21%

* sans prendre en compte les arbustes

A Ourolabo la densité moyenne est plus élevée qu'à Héri du fait de la présence de parcelles cultivées depuis moins de 5 ans comportant une densité importante d'arbres (classe 20-40 arbres/ha). Mais la tendance à une élimination de l'arbre de la parcelle cultivée est commune aux deux terroirs.

L'approvisionnement en bois d'oeuvre à Héri repose essentiellement sur *Anogeissus leiocarpus* qui est généralement conservé dans les parcelles cultivées (annexe 4). Les paysans de Héri gèrent bien l'*Anogeissus leiocarpus* qui est devenu leur principale source d'approvisionnement en perches et bois d'oeuvre. L'étépage est réalisé à 2,5 m de hauteur, les rejets sont ensuite sélectionnés et les arbres sont mis en défens pendant 3 à 5 ans. Les divers arbres fourragers (*Khaya senegalensis* en bordure de mayo, *Stereospermum Kunthiamun*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Pterocarpus ericenaceus*) sont émondés par les bergers avec beaucoup moins de soins. Il subsiste quelques *Faidherbia albida* vieillissants aux abords du quartier Fulbè à Héri traduisant la présence ancienne d'un élevage bovin. (DAMOUE, 1995).

A Ourolabo le karité ou *Butyrospermum parkii* (arbre oléagineux) et *Daniellia olivieri* (fourrage et bois d'oeuvre) représentent à eux deux, 60% des effectifs d'arbres dans les parcelles cultivées. Si ces deux espèces sont préservées, les autres de moindre importance, ont tendance à être éliminées des champs. A proximité du village la densité d'arbres est très faible, des zones de plusieurs hectares ne portent plus d'arbre.

Les paysans ne pratiquent pas l'essouchage mais les feux répétés chaque année aux pieds des arbres à détruire. Les résidus de culture principalement les tiges de cotonnier sont disposés autour des souches et brûlés. Au bout de quelques années, seuls les arbustes subsistent et sont rabattus chaque année au niveau du sol au moment du nettoyage des parcelles. Les espèces d'arbustes les plus fréquentes sont *Ziziphus mauritiana* et *Piliostigma reticulata* à Héri; *Combretum sp*, *Piliostigma reticulata*, *Piliostigma tonningii*, *Annona senegalensis* à Ourolabo.

Les rejets d'arbustes coupés sont mis en tas et brûlés durant le mois d'avril. Au moment des sarclages, les nouvelles pousses sont éliminées, mais à partir du mois d'août les rejets se développent pour atteindre plus de 2m à la saison sèche suivante dans le cas de *Ziziphus*

*mauritiana*²³ à Héri. Cette espèce peut être coupée en début de saison sèche pour la fabrication de haie morte.

Ces arbustes à enracinement profond apporte à l'horizon superficiel du sol des éléments minéraux contenus dans les cendres.

b) Evaluation des flux de biomasse dus aux arbustes dans les parcelles cultivées

Pour les 84 parcelles suivies, les arbustes ont été coupés en fin de saison sèche sur une bande de 5 m x 50 m (250 m²) par quart d'hectare puis séchés et pesés. Lorsque la densité d'arbustes était très faible - 1 ou deux touffes par bande de 250 m² - la mesure n'a pas été réalisée.

Tableau 17 : Evaluation de la production de biomasse d'arbuste en fin de saison sèche (en kg/ha de matière sèche).

Parcelles suivies	HERI			OUROLABO		
	fréq.	moy. kg/ha	max-min kg/ha	fréq.	moy. kg/ha	max-min
Sorgho	9/18	131 kg/ha	20-356	3/12	254 kg/ha	40-594
Arachide	1/12	374 kg/ha	-	6/12	80 kg/ha	52-140
Mais	10/12	119 kg/ha	48-316	5/18	178 kg/ha	80-304
TOTAL (42 parcelles)	20/42	137 kg/ha	20-374	14/42	152 kg/ha	40-594

Les repousses d'arbustes sont plus fréquentes à Héri du fait de la présence de *Ziziphus mauritiana*, espèce qui rejette facilement et dont la souche est difficile à éliminer. Ceci est remarquable car la plupart des parcelles suivies sont cultivées en continue depuis plus de 15 ans. La texture et la richesse des sols de Héri favorisent la pérennité des souches d'arbustes alors qu'à Ourolabo en sols sableux, les souches d'arbustes disparaissent plus rapidement. Dans ce terroir les quantités les plus élevées de repousses d'arbustes (> 200 kg/ha) sont observées uniquement sur des parcelles jeunes de moins de 5 ans.

Dans certaines conditions exceptionnelles cette biomasse peut atteindre près de 600 kg/ha - parcelle d'un an à Ourolabo - et 374 kg/ha à Héri - sur un sol argilo-sableux en bordure de mayo. Sur les parcelles de plus de dix ans les souches d'arbustes ont presque toujours disparu.

²³ cette espèce est absente à Ourolabo. elle a été introduite par l'IRAD dans le cadre de test de haie-vive. Les paysans de ce village disposent de peu d'arbustes épineux pour confectionner des haies mortes.

Dans les deux situations la production de biomasse est faible (environ 150 kg/ha matière sèche en moyenne pour les parcelles disposant d'arbustes) comparée à celle mesurée dans le bassin arachidier au Sénégal par LOUPPE (1991). Dans cette région les repousses de *Guiera senegalensis* fournissaient en moyenne sur dix parcelles observées, les matières sèches suivantes:

feuilles + brindilles	391 kg/ha (281-501 kg/ha)
bois	224 kg/ha (144-304 kg/ha)
Total biomasse	: 615 kg/ha

Malgré la faible pluviosité (de 400 à 600 mm) et la disparition de la jachère dans cette région du Sénégal, le recru arbustif y est plus vigoureux que dans les deux terroirs étudiés au Nord-Cameroun. LOUPPE qualifie cette végétation de micro-jachère dérobée de saison sèche et souligne son intérêt agronomique (recyclage d'éléments minéraux) mais aussi pour l'approvisionnement en bois des populations de ces régions. En zone de savane et avec une pluviométrie comparable à celle de Garoua, la quantité de repousses arbustives apparaît plus fournie en zone cotonnière du Tchad sur des sols ferrallitiques rouges à l'est de Moundou.

A partir des données disponibles pour *Guiera senegalensis*²⁴ (LOUPPE, 1991), 150 kg/ha de repousses d'arbustes fourniraient au sol après brûlis une très faible quantité de phosphore (moins de 0,25 kg/ha) et 1,5 à 2 kg de potassium par ha ce qui peut être considéré comme quantités négligeables. Ces apports très limités d'éléments minéraux concernent au mieux la moitié des parcelles cultivées à Héri et environ le tiers à Ourolabo.

c) L'apport de litière par les arbres adultes

Selon les espèces d'arbre, la chute des feuilles est plus ou moins concentrée en saison sèche. Ainsi le karité (*Butyrospermum parkii*) et le caïllédrat (*Khaya senegalensis*) perdent beaucoup de feuilles en janvier et février. Les feuilles constituent une tache sous le houppier de l'arbre et seront plus ou moins enfouies dans le sol si la parcelle est labourée.

Du fait de la faible densité d'arbres observée sur les parcelles (tableau 16) et de la présence d'arbres fournissant une litière peu abondante comme *Anogeissus leiocarpus*, ce type de biomasse n'a pu être évaluée que dans 11 parcelles sur 42.

Pour chaque parcelle de 0,25 ha chacune, la surface couverte par la litière varie de 50 m² à 750 m². La surface moyenne n'est que de 350 m². Dans seulement deux cas, elle dépasse 500 m². Du fait de la faible densité d'arbres il s'agit donc de dépôts très localisés sur de petites surfaces qui représentent en moyenne 14% de la surface cultivée pour ces 11 parcelles. Par ailleurs les 31 autres parcelles (soit 74%) ne comportaient aucun dépôt significatif de litière.

²⁴ Composition des repousses de *Guiera* d'environ an : 1,5% d'azote détruit lors de la combustion des repousses, 0,1% de phosphore, 1% de potassium, 0,85% de calcium

Tableau 18 : Litière de feuilles dans les parcelles observées en 1995/96

	HERI	OUROLABO
Nombre de situations observées	3 parcelles sur 42	8 parcelles sur 42
espèces concernées	<i>Khaya senegalensis</i>	<i>Butyrospermum parkii</i> et <i>Daniellia oliveri</i>
Litière au sol :		
- au niveau des taches	0,2 à 0,7 kg/m ²	0,1 à 0,4 kg/m ²
- à l'échelle de la parcelle	312 et 244 kg/ha	250 kg/ha

Sous le houppier des espèces d'arbre citées ci-dessus on a mesuré des quantités importantes de litière (feuilles mortes et brindilles) variant de 0,7 kg/m² à 0,1 kg/m² (moyenne 0,3 kg/m² soit 3 t/ha).

Si l'on ramène ces mesures à l'ensemble des 42 parcelles on met en évidence la faible contribution de la strate arborée au "turn over" de la matière organique et des éléments minéraux du sol dans ces deux terroirs :

- seulement 3,5 % de surface total de cet ensemble de parcelles est couverte de façon significative par de la litière provenant des arbres ;
- ces apports correspondent globalement à 1155 kg de matière sèche pour une surface observée de 10,5 ha (soit en moyenne 100 kg/ha).

Cette litière reste sur le sol au moment de la mise en culture de la parcelle. Un apport de 100 kg/ha de litière correspond à environ 2 kg d'azote, de 1 à 2 kg de potasse et de calcium (selon les espèces d'arbres) et moins de 0,25 kg de phosphore.

De ces observations on peut retenir :

- la tendance à la réduction voire à l'élimination de l'arbre dans les parcelles cultivées;
- la faible quantité de litière apportée par les arbres (en moyenne 100 kg/ha) mais qui est en fait concentrée sous quelques arbres par parcelle, localement sur de petites surfaces les apports de matière organique peuvent être importants (de 1 à 7 t/ha);
- le maintien d'une strate arbustive dans les parcelles les plus jeunes à Oroulabo et les terrains profonds à Héri. La quantité de biomasse apportée par ces arbustes ne dépasse en moyenne et pour les deux villages 150 kg/ha.

2.7 IMPORTANCE DES MAUVAISES HERBES DANS LE BILAN DE MATIÈRE ORGANIQUE

a) Gestion des mauvaises herbes

Les adventices constituent la deuxième production de biomasse au niveau de la parcelle cultivée. Les observations réalisées en fin de saison des pluies ont montré l'importance des quantités d'adventices dans les parcelles de sorgho (de 450 à 1371 kg/ha), de maïs (574 à 980 kg/ha) et d'arachide (475 à 1221 kg/ha). Ces quantités restent toutefois inférieures aux productions de paille mais dépassent largement la biomasse de litière et de rejets coupés provenant des arbres et des arbustes. Cette biomasse sera en grande partie consommée par les troupeaux en début de saison sèche (voir supra)

Cette quantité de mauvaises herbes observée sur les parcelles au moment des récoltes correspond au développement des adventices après le dernier entretien (sarclage ou buttage) qui selon la culture et surtout la date de semis, peut se situer entre la mi-juillet et début septembre. Ainsi l'ensèchement en fin de saison des pluies²⁵ sera plus important lorsque le dernier entretien et parfois la récolte ont été réalisés précocement (cas de l'arachide et du sorgho).

Il est difficile de faire une évaluation précise de la production d'adventices au niveau de la parcelle tout au long de l'année. Entre le début des pluies et le dernier entretien de la culture, les mauvaises herbes se développent plus ou moins vite et sont éliminées au fur et à mesure par la préparation du sol (labour et/ou application d'herbicide) et les sarclages (figure 8). La variabilité de cette production est importante et dépend de nombreux facteurs :

- la rapidité et la qualité d'intervention du paysan au moment de la préparation du sol et des sarclages;
- le recours au labour et aux herbicides avant le semis;
- le degré de salissement du terrain lié au stock de semences de mauvaises herbes dans le sol (quantité de semences et espèces plus ou moins agressives).

En zone cotonnière au Cameroun, les paysans ne cherchent pas particulièrement à enfouir les adventices²⁶. Ils souhaitent avant tout éliminer les mauvaises herbes le plus tôt possible pour :

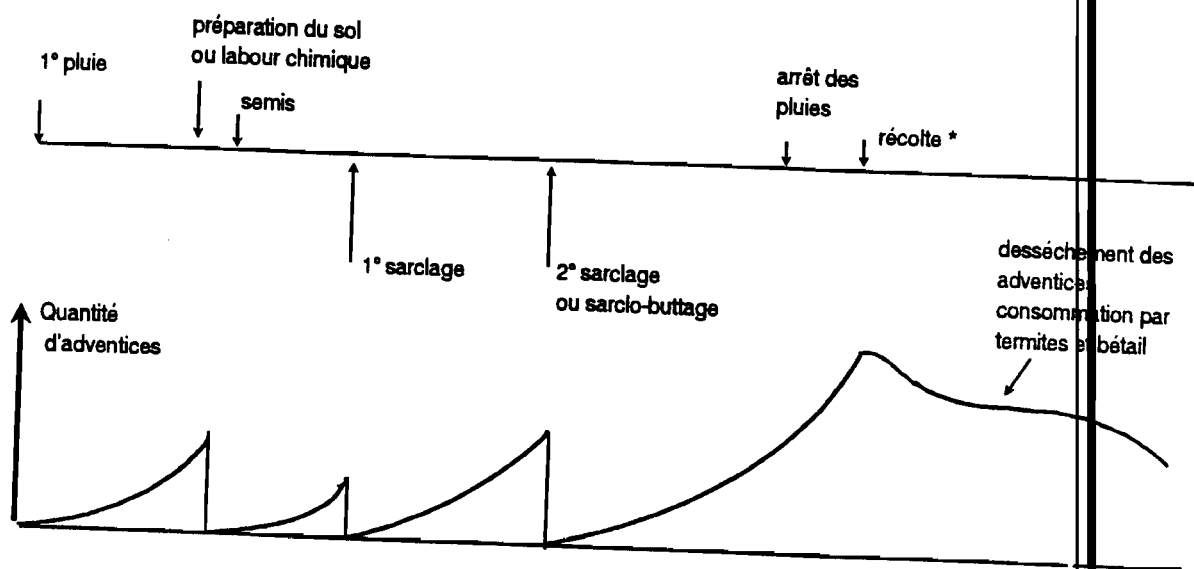
- limiter les concurrences entre adventices et cultures pour l'eau, la lumière et surtout les éléments minéraux;
- se prémunir du développement envahissant d'adventices agressives du type *Commelina*.

Dans les cas extrêmes de prolifération de *Commelina benghalensis*, les paysans sont obligés au 1° sarclage et au 2° sarclage de transporter cette mauvaise herbe en bordure de la parcelle ou sur des termitières afin de limiter leur reprise et le salissement du champ. Ces tas de mauvaises herbes se transforment en tas de compost en fin de saison des pluies mais il ne font pas l'objet

²⁵ le développement de certaines adventices comme *Tridax procumbens* peut se poursuivre durant les premiers mois de saison sèche.

²⁶ Dans les monts Mandara (Cameroun) les adventices sont soigneusement enfouies dans la terre par le biais des sarclages puis des sarclages, il en est de même en pays Dogon au Mali.

Figure 8 : Evolution de la quantité d'adventices au cours du cycle agricole



* pour l'arachide (et quelque fois le maïs), la récolte a lieu avant la fin des pluies

Facteurs agissant sur la production d'adventices au champ

En cours de cycle cultural	Après la récolte
<ul style="list-style-type: none"> * quantité de semences d'adventices dans le sol * type d'adventices * qualité du travail du sol et/ou des traitements herbicides * date de semis * durée des périodes : <ul style="list-style-type: none"> - préparation du sol/semis - semis - 1° sarclage - 1° et 2° sarclage * développement végétatif de la culture (effet "ombrage") 	<ul style="list-style-type: none"> * date de récolte (avant ou après les dernières pluies) * techniques de récolte -(couchage des paille ou non) * enlèvement des résidus de récolte (absence d'ombrage) * date d'entrée du bétail dans la parcelle

d'une gestion particulière.

b) Le couvert d'adventices en début de saison des pluies dans les parcelles cultivées

Au Nord Cameroun, l'installation des cultures s'étale sur une période de deux à trois mois (fin avril - fin juillet) (DOUNIAS, 1998). Les cultures semées en dernier (coton, maïs et niébé) sont installées sur des sols déjà bien enherbés. Dans ce cas le paysan doit avoir recours au labour ou aux herbicides totaux (paraquat, glyphosate) ou à la combinaison des deux pour éliminer les adventices avant le semis de la culture. Ainsi un labour bien réalisé peut enfouir dans le sol une quantité non négligeable de mauvaises herbes.

L'évaluation de cette quantité d'adventices a été réalisée durant la 3^e décennie de juin dans deux types de situation :

- avant le labour et le semis de la culture : le labour dans ce cas a été qualifié de "tardif" surtout à Héri où à cette période 80% des parcelles sont déjà emblavées (12 parcelles observées par terroir);
- avant le 1^{er} sarclage de parcelles de sorgho semées précocement (courant mai) mais n'ayant pas encore été sarclées, là aussi le 1^{er} sarclage a été qualifié de "tardif". Ces parcelles n'ont pas été labourées avant le semis du sorgho (12 parcelles observées par terroir).

Ces deux situations correspondent bien à des extrêmes en matière d'enherbement des parcelles en début de saison agricole. Dans les autres cas (semis et sarclage précoces) la quantité de mauvaises herbes sur les parcelles sera bien moindre.

Tableau 19 : Evaluation de la biomasse d'adventices avant un labour ou un premier sarclage tardif (3^e décennie de juin). En kg matière sèche/ha.

	HERI		OUROLABO	
Camul pluviométrique au moment de l'observation (20 avril-20 juin 1995)	187 mm		191 mm	
	moy.	<i>maxi-mini</i>	moy.	<i>maxi-mini</i>
<u>Avant un labour tardif</u>	488	288-800	412	60-720
<u>Avant un 1^{er} sarclage tardif</u>	434	188-760	187	25-420

Les quantités d'adventices présentes au moment des labours et des sarclages tardifs sont loin d'être négligeables (en moyenne 400 kg/ha matière sèche) et sont supérieures à la quantité de débris de résidus de la culture précédente qui restent sur le sol à cette période (moins de 200

kg/ha)

La flore d'adventices est principalement composée de graminées annuelles relativement pauvres en azote par rapport aux légumineuses peu représentées. Cette flore est représentative des sols non labourés, on note par exemple l'absence de *Commelina benghalensis* dont la levée est stimulée par le travail du sol.

Tableau 20 : Les principales adventices enfouies au sarclage et au labour
(parcelles observées à Ourolabo en juin 1995)

Adventices	Fréquence
1. <i>Pennisetum pedicellatum</i>	24%
2. <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	23%
3. <i>Digitaria horizontalis</i>	18%
4. <i>Tridax procumbens</i>	9%
5. <i>Eragrostis tremula</i>	5%
6. <i>Andropogon gayanus</i>	5%
7. <i>Rottboellia cochinchinensis</i>	4%
8. <i>Fimbristylis Hispidula</i>	4%
9. Autres	9%

La teneur en éléments minéraux des adventices peut être assimilée à celle d'un parcours naturel dominé par des graminées annuelles : teneur en Azote de 2% à 4% , phosphore 0,1% à 0,2% et potassium 1,5% en moyenne (BREMEN, De RIDDER, 1992).

Tableau 21 : Restitutions minérales maximales provenant de l'enfouissement des adventices
(moyenne des observations)

Types de parcelle	Biomasse d'adventices kg/ha MS.	Eléments minéraux contenus dans les adventices Kg/ha		
		N	P2O5	K ₂ O
Parcelles labourées tardivement - OUROLABO - HERI	412	12	0,6	6
	488	14	0,7	7
Parcelles "semis direct" et 1° sarclage tardif - OUROLABO - HERI	187	6	0,3	3
	434	13	0,6	7

Les jeunes adventices sont assez bien pourvues en azote et leur contribution potentielle à la recombinaison de l'azote n'est pas négligeable dans le cas des parcelles labourées tardivement

et couvertes d'un tapis herbacé dense (jusqu'à 20 kg de N disponible pour les parcelles les plus enherbées portant 700 kg/ha MS d'adventices). Par contre pour les autres éléments la contribution des adventices est faible (potassium) voire négligeable (phosphore).

Il faut toutefois être prudent car cette quantité d'azote n'est pas directement et totalement disponible pour la culture qui suit. Les micro-organismes qui vont décomposer cette biomasse vont en consommer une partie. Par ailleurs il ne s'agit pas d'un enrichissement du sol en éléments minéraux puisque ces adventices en grande majorité ne fixent pas l'azote atmosphérique. Il s'agit d'une simple recombinaison d'éléments minéraux de l'horizon superficiel du sol qui contribue en premier lieu au développement des mauvaises herbes puis sont réincorporées dans le même horizon au moment du labour.

L'apport de matière organique contenue dans ces adventices dans ces conditions (labour et sarclage tardif) peut être évalué succinctement. En terme d'apport de carbone, la contribution des adventices est très limitée car d'une part les quantités de matière sèche sont limitées (en moyenne 400 kg/ha) et d'autre part, cette biomasse est jeune et sa teneur en carbone²⁷ ne dépasse pas 25% de la matière sèche totale. Ces adventices laissent dans le sol un système racinaire encore peu développé. On peut ainsi estimer que l'apport de carbone dû à l'enfouissement des adventices par un labour tardif est inférieur à 100 kg/ha. En comparaison l'enfouissement de 5 t/ha MS de poudrette de bovin apportent en moyenne 0,6 t/ha de carbone et 5 t/ha de fumier de ferme 1,2 t/ha de carbone.

Par ailleurs la matière organique provenant des adventices va se minéraliser rapidement et produire très peu d'éléments humiques stables (coefficient isohumique < 0,1 contre 0,3 pour un fumier de ferme).

Il faut toutefois rappeler que les situations où les quantités d'adventices atteignent 400 kg/ha voire 600 kg/ha sont relativement rares : retard du labour et du sarclage pour des causes diverses. Dans ce cas la mise en culture est plus onéreuse car elle nécessite l'emploi d'herbicide avant le labour ou la forte mobilisation de main d'oeuvre..... En fait au Nord-Cameroun comme dans l'ensemble de l'Afrique soudanienne, les paysans ne recherchent pas une couverture du sol en début de saison agricole par les adventices ou d'autres végétaux et résidus qui pourrait limiter l'érosion hydrique et enrichir le sol.

Dans quelques situations le développement des mauvaises herbes après la dernière opération culturale est spectaculaire²⁸ comme dans le cas d'une infestation par *Commelina benghalensis* ce qui est fréquent à Ourolabo. Il est possible que la contribution de cette adventice se développant au milieu et à la fin du cycle des cultures dans le bilan de matière organique soit plus importante que celle que nous avons observée en début de campagne agricole.

²⁷Comparativement une paille de céréale renferme environ 40% de carbone

²⁸Au sud du bassin cotonnier on peut observer une forte biomasse de *Cyperus rotundus* dès le mois d'août sous couvert des céréales

3. EVOLUTION DE LA BIOMASSE HERBACÉE SUR LES PARCOURS ET LES JACHÈRES

3.1 Utilisation des jachères et des parcours naturels

Les parcours et les jachères constituent les espaces non cultivés qui peuvent être pâturés en saison des pluies s'ils sont accessibles aux troupeaux. Ils représentent 20% de la surface du terroir villageois de Héri et 35% à Ourolabo. Nous n'avons pas mené une étude sur la qualité pastorale de ces parcours. L'exploitation de ces espaces par les troupeaux a fait l'objet d'une étude particulière menée dans le cadre de la thèse de Jérôme PICARD (1999).

Pour cet ensemble on peut distinguer différents types d'unité (Tableau 22) :

- les jachères de courte durée incluses dans les zones de culture et qui ne sont pas valorisées par le bétail en saison des pluies faute d'accès ;
- les jachères pâturables en saison des pluies qui se situent près des parcours ou qui sont exploitées par des animaux au piquet (boeufs de trait et petits ruminants) ;
- les parcours accessibles en toute saison mais non surpâturés. La qualité de ces parcours est très variable selon la densité d'arbustes non fourragers et de graminées pérennes très recherchées par les bergers .
- les parcours surpâturés correspondent généralement à des pistes à bétail ("bourto") ou à des zones du terroir proches du village où les troupeaux sont concentrés en début ou en fin de journée avant de rejoindre les grands parcours ou les concessions.
- les parcours inondés en saison des pluies et en début de saison sèche qui fournissent un pâturage très recherché en saison sèche. Ce type de situation n'est présent qu'à Ourolabo le long du mayo principal et sur de petites surfaces.

Tableau 22 : Evaluation des surfaces des différentes unités de paysage non cultivées dans les terroirs de Ourolabo et Héri.

Types d'Unité	OUROLABO		HERI	
	ha	% du terroir	ha	% du terroir
jachères et réserves de terre non pâturées en saison des pluies	130	13%	# 0	
parcours non surpâturés	160	16%	140	3%
parcours inondés	32	3%	# 0	
parcours surpâturés	30	3%	70	7%
TOTAL	352	35%	210	20%

Il est difficile de réaliser des observations sur les parcours surpâturés car la végétation, des espèces consommées y est toujours rase ou parfois dominée par des espèces non appréciées. Nos

observations se sont concentrées dans les 3 autres situations non surpâturées.

L'utilisation des parcours n'est pas liée à des règles de gestion collective. Les paysans et les éleveurs doivent simplement respecter les limites entre le domaine cultivé et les parcours. Chaque berger conduit son troupeau selon les disponibilités fourragères qu'il apprécie selon les saisons, la présence ou non de troupeaux transhumants,.... On constate tout de même des stratégies d'évitement : chaque berger essaye d'exploiter une zone où il risque de ne pas rencontrer d'autre troupeau.

En période agricole les parcours naturels constituent la principale source d'alimentation sauf pour les animaux de trait qui reçoivent après le travail au champs un complément à base de tourteau et de céréale. En saison sèche les résidus de récolte et les adventices des champs constituent les principales ressources fourragères. Lorsque les disponibilités en résidus consommables sont limitées (fin de saison sèche) les troupeaux exploitent en complément les parcours de bord de mayo, les parcours naturels composés de graminées sèches sur pied et des fourrages arborés.

Ces deux grandes périodes qui rythment l'alimentation du bétail, sont encadrées par des périodes de courte durée correspondant à un changement de régime :

- durant les premières récoltes de céréales (maïs et sorgho) les troupeaux vont commencer à consommer les résidus de récolte alors qu'une bonne partie des parcelles portent encore des cultures;
- après les premières grosses pluies les bergers vont exploiter les premières pousses d'herbe dans les dépressions tout en faisant attention aux premiers semis.

Il est difficile de calculer une charge en bétail par grand type de pâturage pour les deux terroirs et selon les deux grandes saisons évoquées ci-dessus. Les effectifs bovins des deux villages peuvent être estimés correctement par enquête et par dénombrement le matin dans les enclos. Mais à Ourolabo un grand nombre de bovins venant des villages voisins et des campements M'bororo peuvent parcourir le terroir en saison sèche pour consommer les résidus de récolte. Par ailleurs les troupeaux de ces deux villages ne restent pas toutes l'année sur les parcours et les vaines pâture des terroirs villageois. A Heri comme à Ourolabo des parcours hors du terroir sont exploités par le bétail de ces villages en saison des pluies (figure 9).

Tableau 23 : Effectifs des différents cheptels appartenant aux villageois

Type de cheptel	HERI		OUROLABO	
	1995	1996	1995	1996
bovins de trait	146	238	94	108
bovins d'élevage	411	454	52	55
ânes et chevaux	86	129	10	15
petits ruminants	1390	1508	327	457
porcs	183	237	286	190

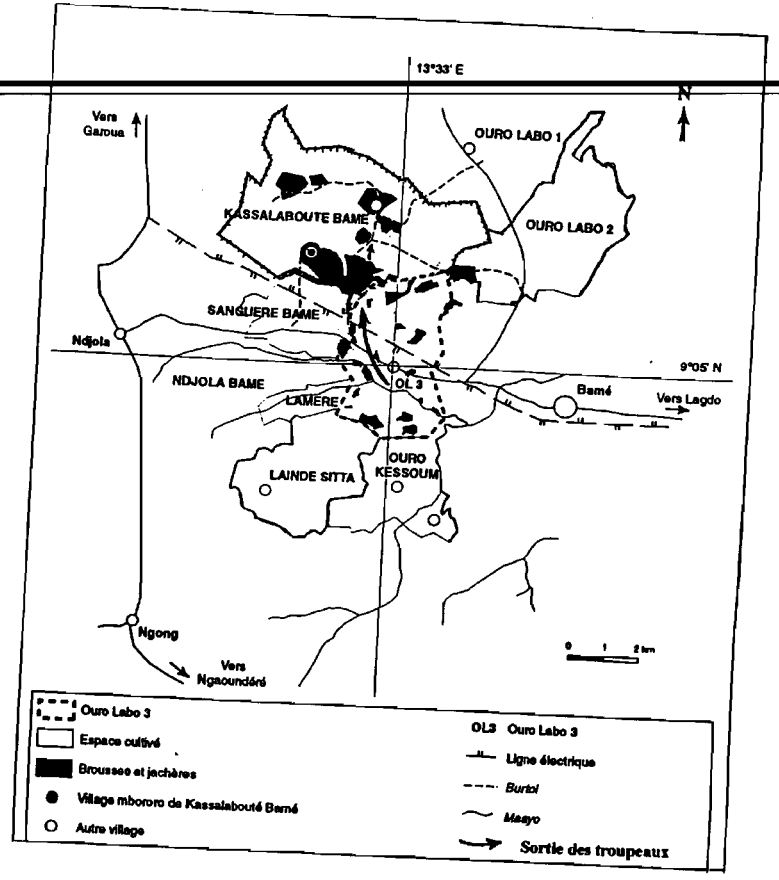
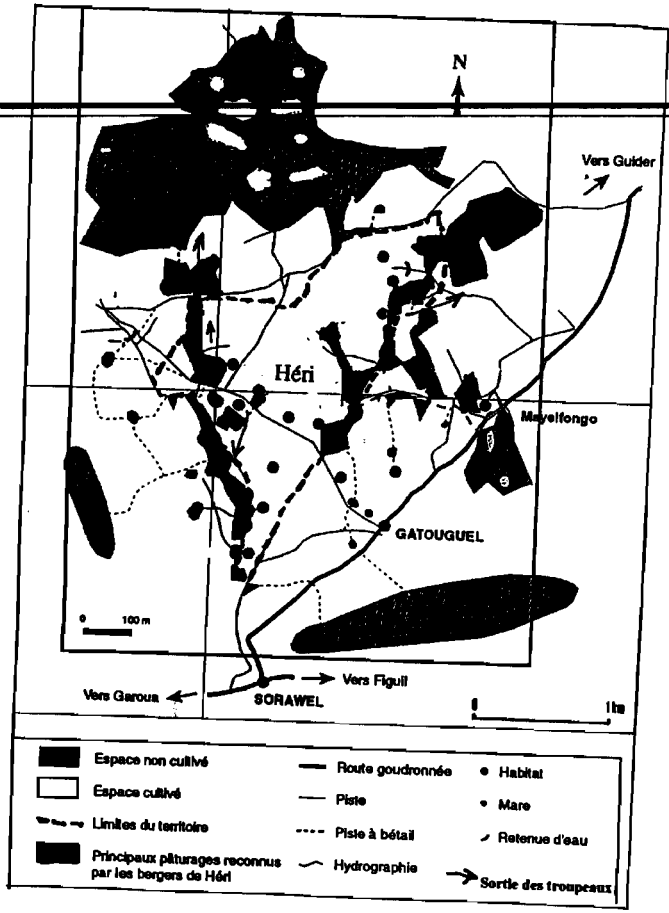


Tableau 24 : Mouvements de troupeaux au niveau des terroirs

Type de mouvement	HERI	OUIROLABO
Departs de troupeaux villageois en transhumance	chez quelques éleveurs Peuls entre 60 et 80 têtes par an pour 2 mois environ	néant
Arrivée de troupeaux exogènes	néant	grands troupeaux M'bororo en début de saison sèche évalués à 26 000 jours UBT en 1995/96
Exploitation des ressources fourragères du terroir par des troupeaux des villages périphériques retournant le soir dans ces villages	négligeable	très important (présence de campements M'bororo en périphérie du terroir) évalué à 49 000 jours UBT par saison sèche
Exploitation des ressources fourragères extérieures par les troupeaux des 2 terroirs étudiés	oui	oui

Ces données serviront à préciser l'importance des flux de biomasse et les bilans fourragers à l'échelle des terroirs (5° partie).

3.2 Evolution de la biomasse des parcours et des jachères en saison sèche

a) Valeur alimentaire

En saison sèche la qualité des parcours dominés par des graminées annuelles est très médiocre. Seules les repousses de graminées pérennes et les graminées en plein développement aux abords des cours d'eau, fournissent un aliment de qualité mais en faible qualité.

Tableau 25 : Valeur alimentaire de quelques graminées en saison sèche

	MAD en gr par Kg de MS	UF
Jachère pâturée à base de graminées annuelles à Ourolabo	0	UFL 0,34 UFV 0,22
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	0	0,22
<i>Eragrostis tremula</i>	0	0,45
<i>Schoenfeldia gracilis</i>	0	0,32
<i>Andropogon gayanus</i> * repousses de 25 j après une coupe	51	0,69

La qualité médiocre des graminées annuelles en saison sèche s'accompagne d'une faible appétence par le bétail. Tant que les bovins peuvent s'alimenter à partir de la vaine pâture (résidus de récolte) et même de fourrages aériens, les parcours sont peu exploités par les troupeaux. Ce n'est qu'en fin de saison sèche et surtout à Héri les ruminants consomment une partie de cette biomasse de qualité médiocre.

b) disponibilité de biomasse en début de saison sèche

En décembre les mesures de biomasse ont pu être réalisées dans des jachères et des parcours non dégradés avant le passage des feux de brousse.

Tableau 26 : Biomasse présente début décembre sur les jachères et parcours non dégradés (moyenne des sites observés par terroir).

Saison sèche		Nombre de sites observés	Biomasse en Kg/ha MS.
1994/95	OUROLABO		
	jachère non pâturée	4	5038
	jachère pâturée	6	2193
	parcours naturels	10	2810
	HERI		
	jachère pâturée	12	2429
	parcours naturels	8	1854
1995/96	OUROLABO		
	jachère non pâturée	5	5182
	jachère pâturée	5	3124
	parcours naturels	9	2699
	HERI		
	jachère pâturée	9	1922
	parcours naturels	7	1013

Dans les zones non accessibles aux troupeaux en saison des pluies, la quantité de biomasse présente en début de saison sèche dépasse 5 t/ha. Cette situation n'est significativement présente qu'à Oroulabo. A Héri les jachères sont rares et vu la densité d'animaux elles sont généralement exploitées en saison des pluies par des animaux au piquet (petits ruminants, ânes et bovins de trait) ou par les troupeaux bovins dès la fin du mois d'octobre.

Dans les situations pâturées en saison des pluies, les disponibilités en biomasse en début de saison sèche à Héri sont plus faibles qu'à Oroulabo, elles ne dépassent pas 2 t/ha et sont plus près de 1 t/ha sur les parcours en cours de dégradation (Héri 1995/96). Ceci s'explique par une plus forte charge en bétail dans ce village et par la situation des parcours résiduels sur des sols très caillouteux ou en cours de dégradation (sol "hardé"). A Oroulabo en-dehors des situations

surpâturées aux abords du village et sur les pistes à bétail la quantité de biomasse disponible dépasse toujours 2 t/ha à cette période.

c) Importance de la destruction de la végétation naturelle herbacée par le feu

Tableau 27: Fréquence des feux sur les sites d'observation sur parcours et jachère.

		Type et nombre de sites	fréquence de destruction par le feu des sites observés
OUROLABO	1994/95	jachère 10 parcours 10	60% 100%
	1995/96	jachère 8 parcours 8	50% 100%
HERI	1994/95	jachère 12 parcours 8	0% 25%
	1995/96	jachère 8 parcours 8	0% 0%

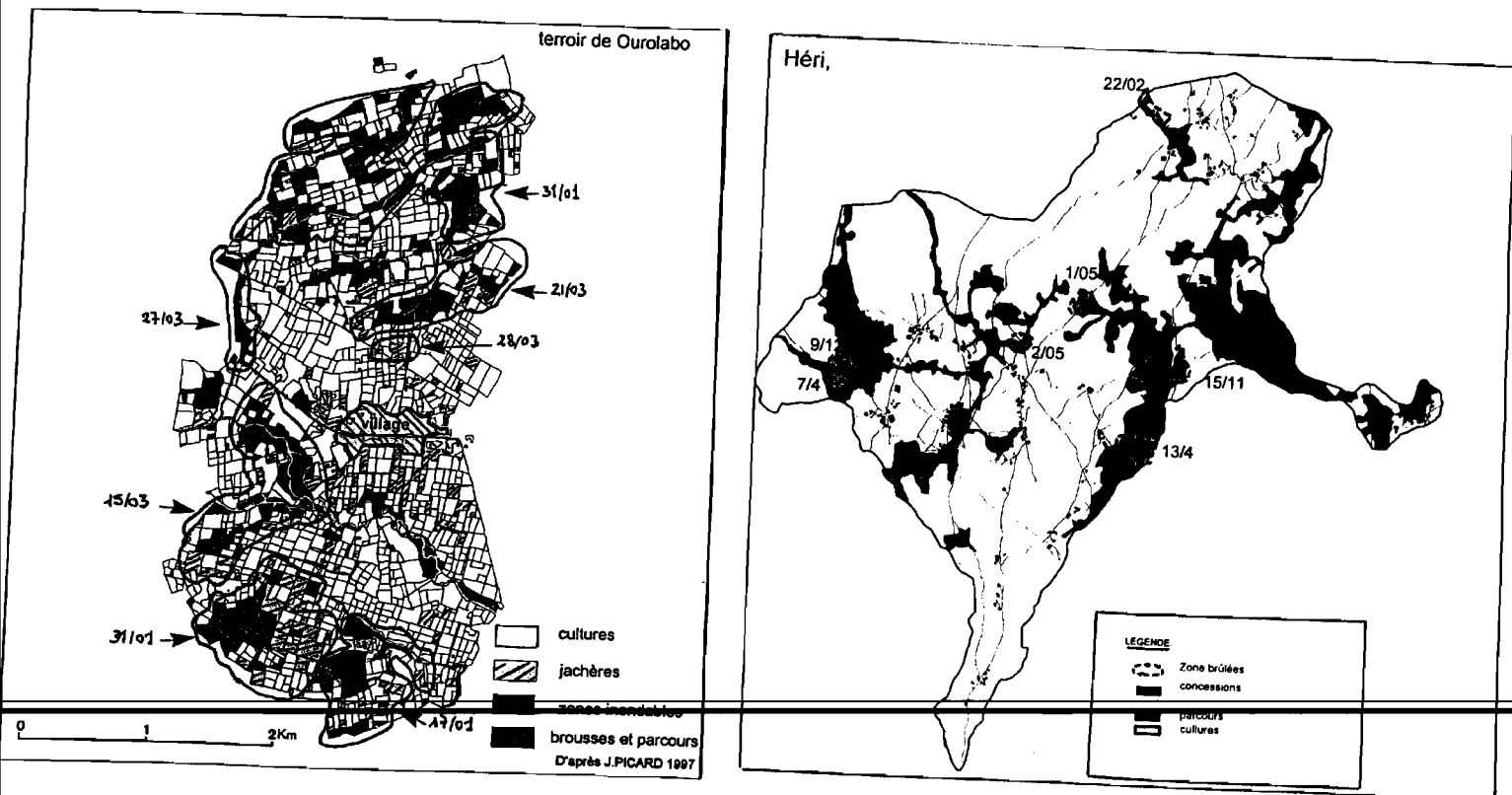
Les feux sont très fréquents à Oourolabo et n'épargnent que les jachères isolées et totalement incluses dans des zones cultivées très rarement touchées par le feu. Par contre dans toutes les situations à Héri, les feux sont rares et n'ont touché que 2 sites d'observations situés sur parcours en début d'année 1995. Ce constat est confirmé par le suivi des feux sur l'ensemble du terroir durant les saisons sèches 1994/95 et 1995/96 (figure 10).

Tableau 28: Evaluation des surfaces de parcours et de jachères détruites par les feux

	saison sèche	nombre de feux enregistrés	% de parcours + jachères touchés par le feu
OUROLABO	1994/95	12	90% (250 à 280 ha)
	1995/96	15	95% (270 à 310 ha)
HERI	1994/95	8	31% (66 ha)
	1995/96	4	9% (19 ha)

A Oourolabo le feu touche la quasi totalité des zones de parcours et même les jachères isolées durant la période décembre-février. Il faut ajouter à cela la destruction par le feu des pailles de sorgho sur une cinquantaine d'hectares (figure 10). Les feux sont provoqués par les chasseurs durant la saison sèche et par les paysans au moment du nettoyage des champs en avril. Les populations n'interviennent jamais pour contrôler les feux sauf s'ils menacent leurs biens (récolte au champs, habitations et greniers au village). Le feu est considéré par les paysans comme

Figure 10 : Localisation et date des feux observés dans les deux terroirs durant la saison sèche 1994/95



bénéfique et nécessaire au "nettoyage de la brousse" : élimination des mauvaises herbes, des serpents, des scorpions,.... Dans ce terroir les éleveurs M'bororo ne semblent pas être à l'origine des feux. Pourtant leurs troupeaux profitent de la repousse des graminées pérennes qui est stimulée par le feu sur une trentaine d'hectares sur sol hydromorphe.

A Héri les feux sont plus circonscrits et touchent des parcelles en jachère ou des portions de parcours. Un seul grand feu accidentel a été enregistré en 1995 sur une cinquantaine d'ha. En cas de démarrage d'un feu, les populations se mobilisent pour l'éteindre. Les agro-éleveurs de ce village considèrent le feu comme un fléau qui réduit les disponibilités fourragères de leur terroir.

Dans ce terroir aucune zone de parcours ne comporte de graminées pérennes et les repousses après feu n'existent donc pas. La disparition des graminées pérennes en particulier les andropogonées est due à la forte charge en bétail dans ce terroir. En l'absence de repousse de graminées les agro-éleveurs de Héri n'ont aucun intérêt à provoquer des feux. Au contraire ils se mobilisent pour sauvegarder la biomasse de graminées annuelles sur pied en saison sèche.

Les feux entraînent une perte en fourrage grossier et une perte en matière organique et en azote. Les cendres restent en place sur les jachères comme sur les parcours mais peuvent être facilement emportées par le ruissellement si les premières pluies sont violentes. Dans ce cas les pertes en éléments minéraux autres que l'azote sont aussi élevées.

d) évolution de la biomasse en absence de feu

Si l'on retient uniquement les sites d'observation qui n'ont pas été détruits par le feu durant toute la saison sèche, on peut évaluer la consommation de biomasse par les troupeaux sur parcours et jachère. Dans ce cas sur jachère et parcours confondus, on observe une réduction de biomasse entre décembre et avril comprise entre 15% et 36% (figure 11).

Figure 11 : Evolution de la biomasse herbacée des parcours et jachères en l'absence de feu durant la saison sèche

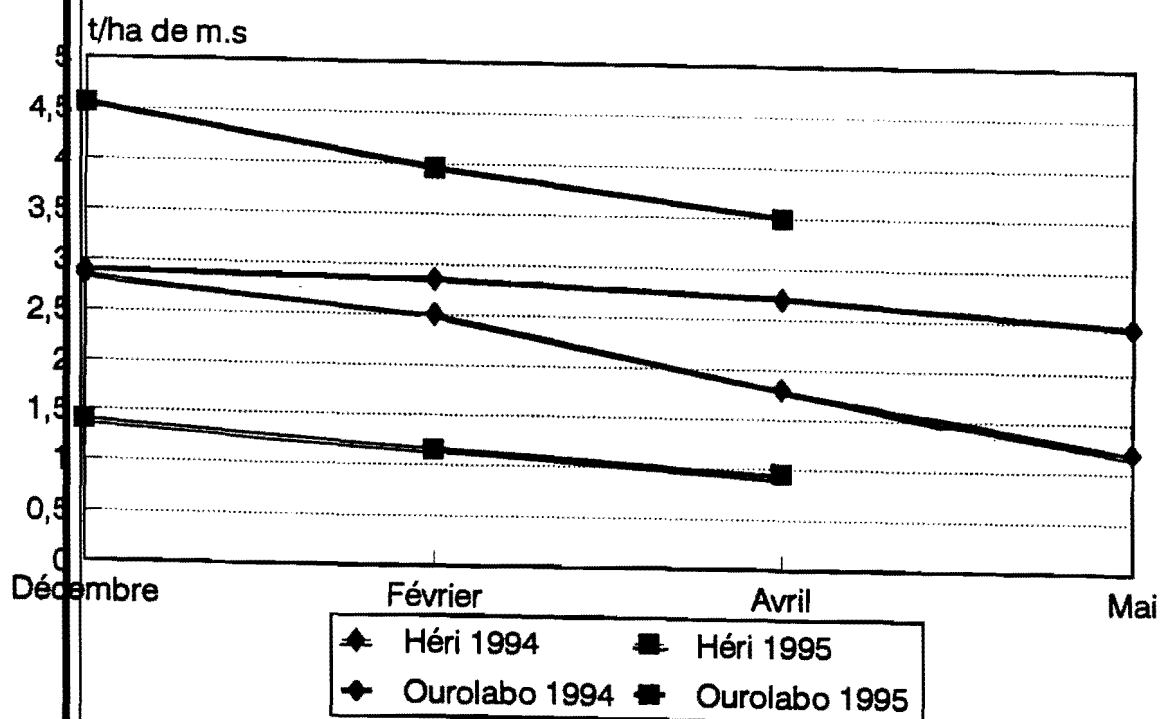
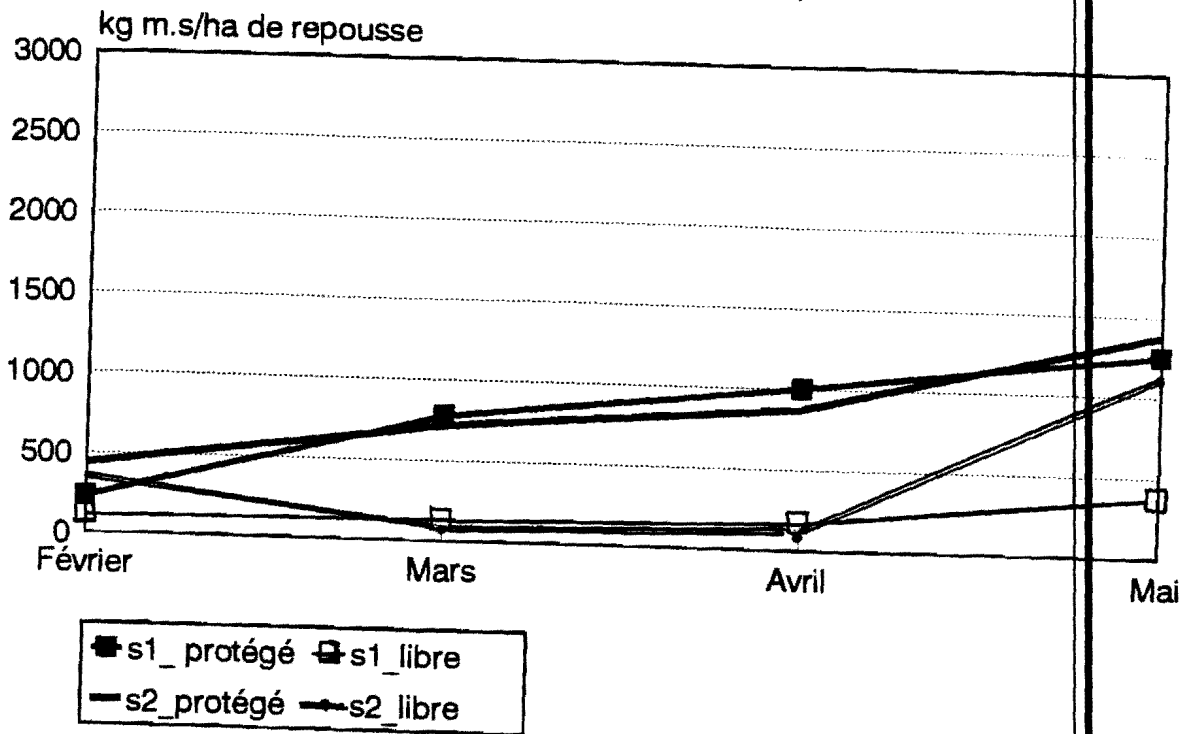
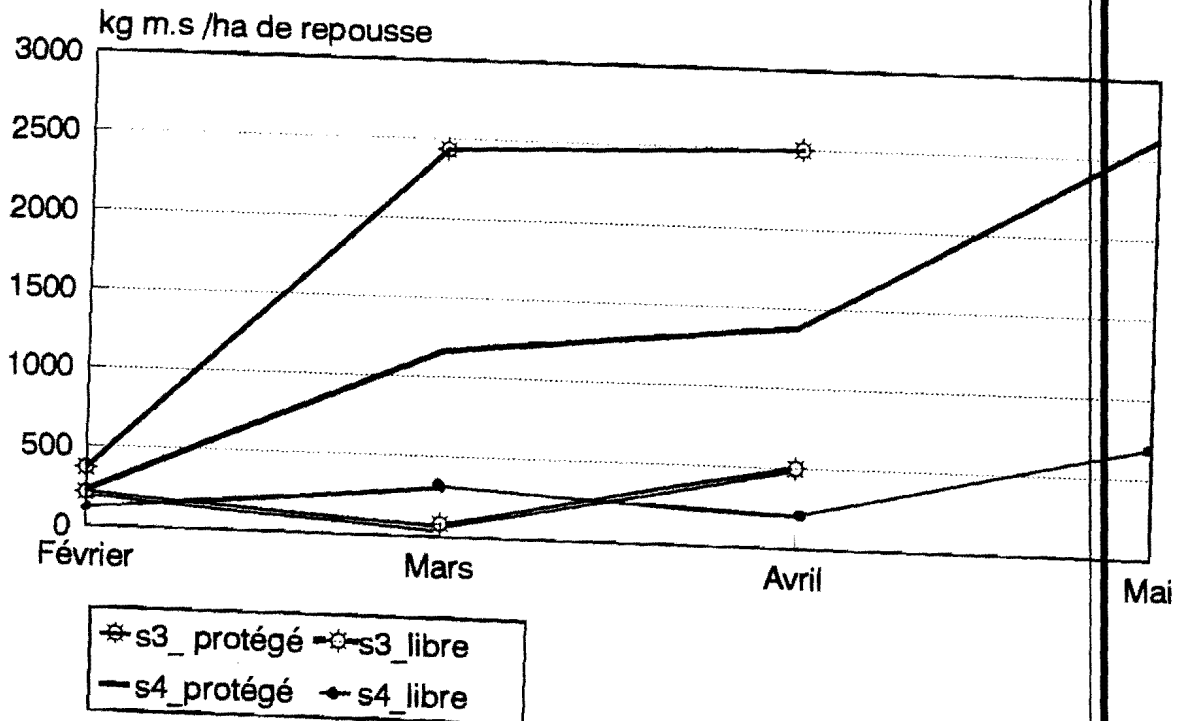


Figure 12 : Evolution de la biomasse de repousses de graminées en saison sèche

a) suivi de la biomasse sur deux sites (s1 et s2) hors bas fond



b) suivi de deux sites (s3 et s4) en bas fond inondé



A Ourolabo cette réduction est comprise selon les années entre 15% et 23% alors qu'elle dépasse 30% à Héri. Pour les deux terroirs le prélèvement de biomasse en zones de parcours et de jachère par le bétail est compris entre 0.5 à 0.75 t/ha. Cette faible réduction de la biomasse des parcours comparée à celle de résidus de culture confirme la faible appétence des graminées naturelles en saison sèche.

Cette réduction de biomasse est liée en grande partie à la consommation animale mais aussi au piétinement du bétail et à l'action des termites. Il est difficile de faire la part entre ces différentes causes d'évolution de la biomasse végétale. Il s'agit évidemment d'estimations vu le faible nombre de sites d'observation permanents non détruits par le feu.

3.3 Importance des repousses de graminées pérennes.

Les graminées pérennes ou vivaces ne sont présentes dans les parcours de façon significative qu'au sud du village de Ourolabo. On les rencontre dans deux situations :

- sur les sols hydromorphes qui se ressuint bien dès la fin des pluies;
- dans les zones de bas fond et de bord de mayo qui sont encore en eau en début de saison sèche.

Dans les deux cas ces parcours plus ou moins inondés en saison des pluies ne sont exploités par le bétail que durant quelques mois par an (janvier-avril) ce qui explique le maintien des graminées pérennes qui ont disparu dans les autres types de parcours. Dans les zones peu inondées la production de graminées de saison des pluies est détruite par le feu ce qui favorise l'émission de repousses. Ailleurs c'est le pâturage intense du bétail en saison sèche qui favorise l'émission des jeunes pousses.

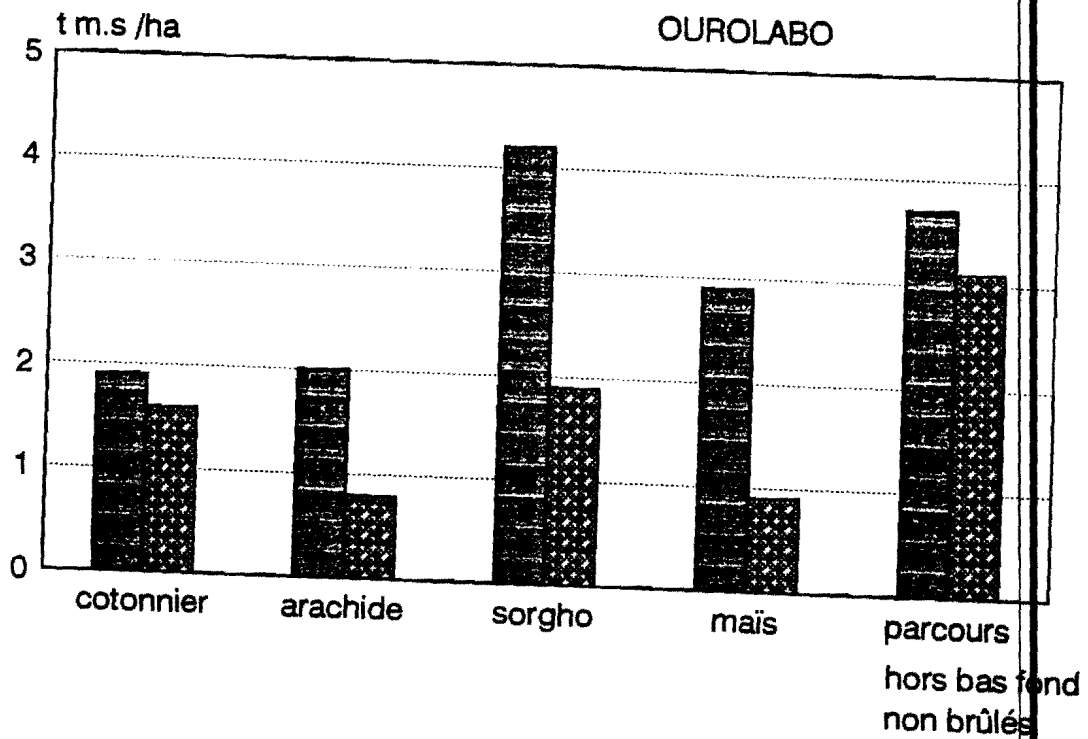
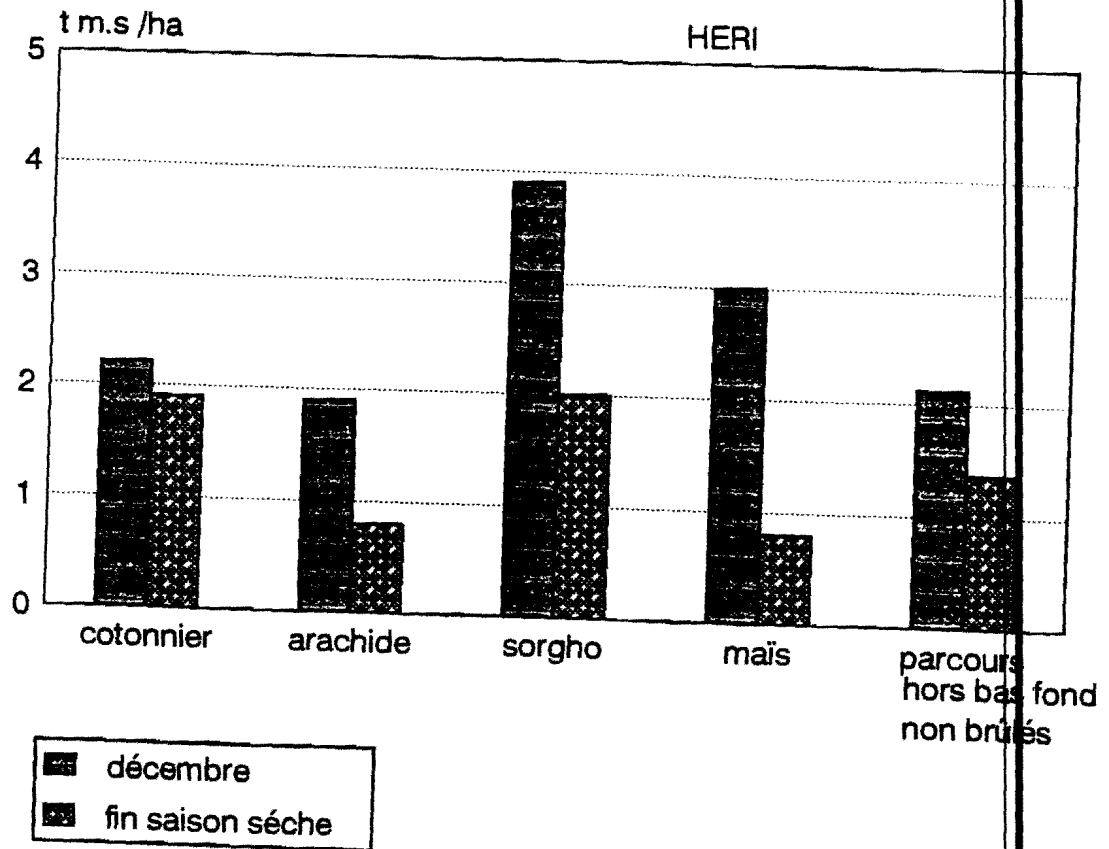
Pour ces deux situations on a évalué de février à mai la quantité de repousses disponible sur des placeaux protégés ou non du bétail. La 1^o mesure est réalisée une semaine après l'installation des clôtures de protection.

Dans les placeaux clôturés l'augmentation du disponible fourrager est continue au cours de la saison sèche pour atteindre des quantités appréciables en avril (figure 12) : 1 t à 1,4 t m.s/ha dans les zones moyennement hydromorphes, 1,5 à 2,5 t/ha dans les zones inondées.

En dehors des placeaux mis en défens, le bétail broute en permanence les repousses. Les quantités disponibles au moment des mesures mensuelles sont beaucoup plus faibles : moins de 200 kg/ha en situation moyennement hydromorphe, de 200 à 500 kg/ha dans les zones inondées. Mais il ne s'agit là que de mesures instantanées du fait que la production est régulièrement consommée par le bétail. Généralement la production totale de repousses durant la saison sèche est supérieure ou au moins égale à la production obtenue dans les placeaux mis en défens.

Ces quelques mesures montrent l'importance des parcours sur sol hydromorphe à Ourolabo qui sont le lieu de rassemblement des bovins en fin de saison sèche. La surface de ce type de parcours a été estimée à 32 ha pour le terroir de Ourolabo. Dans ces situations le bétail prélève au moins 1,5 t/ha de matière sèche ce qui équivaut au total à 48 t de matière sèche. Cette biomasse permettrait de couvrir les besoins en matière sèche des 163 bovins du village pendant 49 jours et les besoins en MAD du même cheptel pendant 78 jours. La teneur en MAD de ce type

Figure 13 : bilan de biomasse en fin de saison sèche



de parcours est comparable à celle d'une fane d'arachide de qualité moyenne (40 gr à 50 gr de MAD par kg de m.s). En fait de nombreux troupeaux exogènes se rassemblent dans ces sites²⁹ et une partie seulement de cette biomasse fourragère revient aux bovins de Ourolabo..

En conclusion la consommation de biomasse végétale par le bétail sur parcours et jachères est plus difficile à évaluer que celle de résidus de récolte. En saison sèche il est possible d'estimer la quantité de biomasse prélevée par le bétail dans les parcours sur terrain non hydromorphe et constitués principalement de graminées annuelles sèches sur pied. Dans toutes ces situations le passage des troupeaux entraîne de très faibles apports de fumure animale (moins de 50 kg/ha).

L'utilisation des zones non cultivées par le bétail en saison sèche est différente dans les deux villages étudiés :

- à Ourolabo les parcours et les jachères sont peu fréquentés par les troupeaux en saison sèche sauf dans les zones hydromorphes où la présence de repousses de graminées pérennes est significative. L'ensemble de ces espaces est rapidement brûlé durant la période de chasse après la fin de la récolte du coton.

- à Héri les feux sont beaucoup moins fréquents et les troupeaux fréquentent les parcours à partir de février lorsqu'il ne reste presque plus de résidus consommables dans les champs. Principalement exploités en saison des pluies, les parcours constituent tout de même dans ce terroir une réserve fourragère appréciable pour la fin de la saison sèche.

La production des parcours en saison des pluies n'a pas été évaluée ainsi que les prélèvements qui y étaient opérés par le bétail. On a considéré peut être à tort, que durant cette période les troupeaux disposaient de suffisamment de ressources fourragères dans cet espace.

4. ELEMENTS DE SYNTHESE SUR LES BILANS DE BIOMASSE ET D'ELEMENTS MINERAUX.

4.1 Bilan de biomasse à l'échelle du terroir pour la saison sèche

Pour chaque unité de paysage produisant de la biomasse végétale (adventices, résidus de culture, végétation herbacée des parcours) il est possible d'évaluer les quantités disponibles en début de saison sèche et les quantités consommées ou détruites au cours de cette saison. Par ailleurs durant la même période et pour certaines situations, on a pu observer des apports de matière organique correspondant aux dépôts de fèces des animaux pâturant, de litière provenant des arbres et de la coupe des arbustes au moment du nettoyage des parcelles. Dans un premier temps les bilans ci-après ne prennent pas en considération la fumure organique apportée par les paysans depuis les enclos.

Les bilans présentés dans les tableaux 29 et 30 prennent en compte les moyennes des observations réalisées durant les deux saisons sèches 1995 et 1996.

²⁹ la présence de parcours inondés ainsi que le passage de nombreux troupeaux allogènes sont favorables au développement d'un parasite - la douve du foie - fréquent à Ourolabo

Les quantités consommées et exportées correspondent à la biomasse directement consommée par le bétail sur la parcelle (éventuellement par les termites) et aux récoltes de résidus de récolte et d'herbes réalisées par les paysans (figure 13). La biomasse pâturée comprend les résidus mais aussi les adventices des parcelles cultivées. Cette estimation est calculée par différence entre les quantités de biomasse au sol en décembre et celles encore présentes en avril (avant le nettoyage des parcelles).

Les quantités de biomasse détruites par le feu correspondent :

- dans la zone cultivée à la quantité de résidus présente juste avant le nettoyage des parcelles (avril, mai) moins la partie qui a échappée au feu. Cette quantité résiduelle non brûlée reste sur les parcelles et sera plus ou moins enfouie dans le sol durant la saison des pluies suivante.
- dans la zone de parcours et de jachère, à la végétation détruite par le feu au cours de la saison sèche (feux accidentels ou provoqués) ;

Tableau 29 : Bilan de biomasse pour le village de OUIROLABO en tonnes de matière sèche

Unités de production	Surface en ha	Quantités exportées (consommation directe, stockage)	Quantités brûlées	Quantités restant au sol en mai*	Apport direct de fèces
parcelles de :					
-coton	173	52	208	69	12
- arachide	212	254	42	127	32
- maïs	128	256	77	38	15
- sorgho	122	256	219	37	6
compléments dus à:					
- repousse sorgho	# 90	9			
- niébé associé	# 300	45			
- sorgho Koïdawa	# 0	0			
parcours exondés non dégradés	290	26 t (sur 15% de la surface) # 0 (sur 85% de la surface détruite par le feu)	912	134	18
parcours exondés dégradés	30	# 15	# 0	# 0	
parcours sur sol hydromorphe	32	48	30	# 0	
TOTAL	987 ha	961 t	1488 t	405 t	83 t

* après nettoyage des parcelles

A Ourolabo sur un disponible de biomasse végétale évalué à 2854 t :
- 33% sont exportés (941 t) en grande partie par le bétail ;

- 53% sont détruits par le feu dont plus de 900 t (32%) correspondent aux feux de brousse qui touchent particulièrement les jachères et les parcours;
- et seulement 14% de la production (405 t) restent en place et seront plus ou moins réincorporés au sol.

Dans ce bilan, la zone cultivée fournit 872 t de biomasse consommée soit 90 % de l'ensemble de la biomasse consommée dans le terroir durant la saison sèche. Une très grande partie des 961 t de biomasse consommée est ingérée par le bétail directement sur les sites de production. Cette quantité correspond grosso modo à la consommation de 800 UBT pendant 200 jours de saison sèche (figure 14).

Les apports de fumure organique par le biais du passage du bétail sont évalués à 83 t soit moins de 100 kg/ha répartis de façon presque uniforme sur l'ensemble du terroir (si l'on exclut les zones d'abreuvement et les parcs où la fumure organique est plus concentrée)

Les quantités de litière apportées par le couvert arboré des parcelles cultivées n'excèdent pas 53t. La coupe des arbustes apporte une faible quantité de biomasse - 32 t - du fait de la disparition rapide des souches d'arbustes dans les parcelles cultivées de ce village. Ces apports ne sont pas répartis de façon uniforme sur le terroir mais concernent principalement les parcelles nouvellement défrichées.

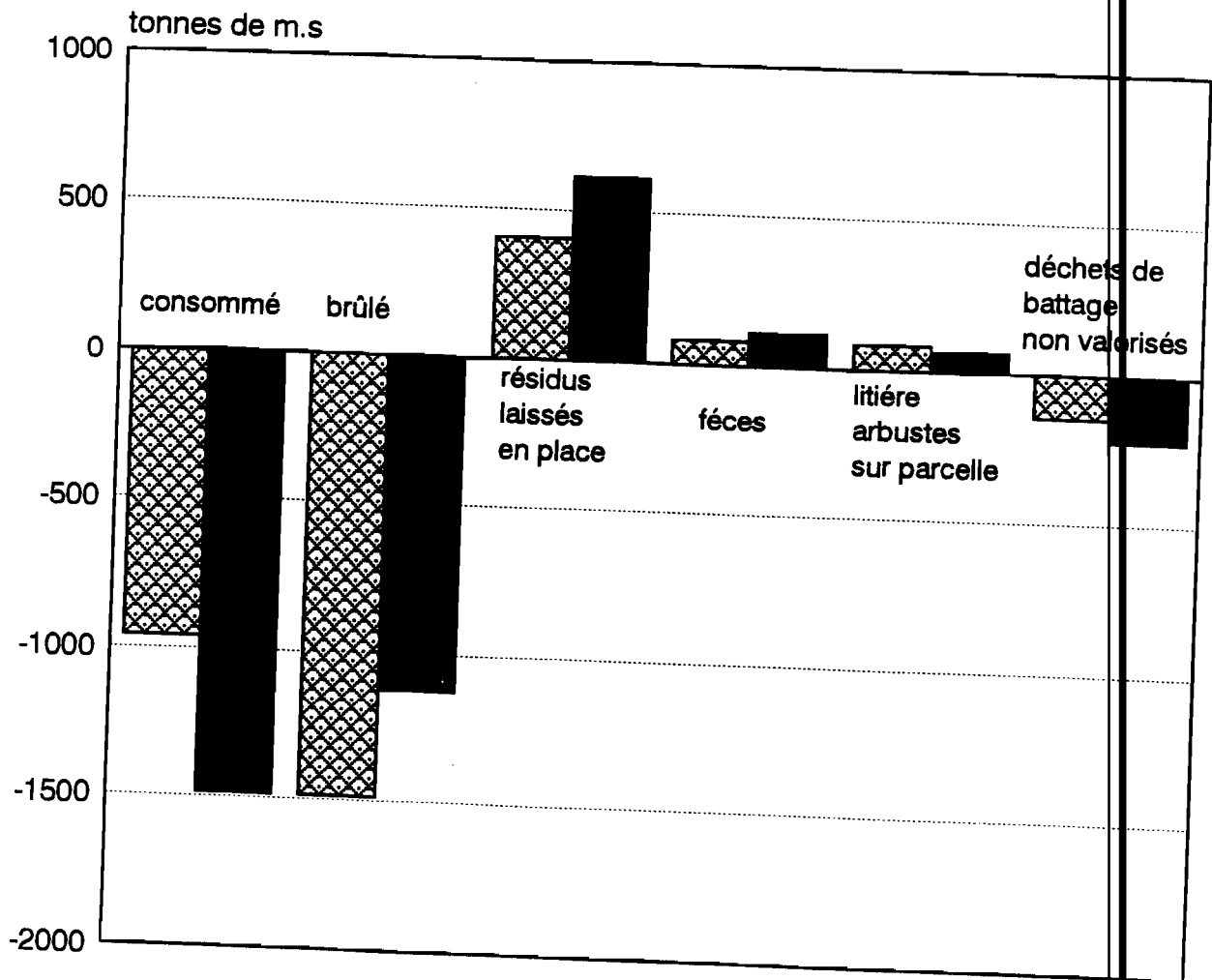
Du fait d'une charge en bétail supérieure, la biomasse à Héri est relativement plus utilisée qu'à Oroulabo (figure 14) :

- 46% de la biomasse produite sont consommés principalement par le bétail;
- et seulement 35% sont détruits par le feu, il s'agit dans ce cas et à part presque égale de tiges de cotonnier et de sorgho brûlées par les paysans lors du nettoyage des parcelles.
- les quantités restantes au sol sont du même ordre de grandeur que celles observées à Oroulabo (19% de la biomasse disponible).

La biomasse consommée durant la saison sèche provient pour 88% des résidus de récolte avec une prépondérance des fanes d'arachide et de résidus de sorgho (dont 100 t de repousses de sorgho). Elle correspond à la consommation de matière sèche de 1239 UBT pendant 200 jours de saison sèche.

Les apports de fumure animale par le biais des troupeaux au pâturage sont du même ordre de grandeur que ceux observés à Oroulabo (85 kg/ha en moyenne). Dans la zone cultivée, on a estimé à 67 t les apports de biomasse dus à la coupe des arbustes fréquemment observés dans ce terroir et présents dans tous les terrains profonds (figure 14). Par contre on considère comme négligeable les apports de litière au sol par chute des feuilles vu la faible densité d'arbres dans la zone de culture.

Figure 14 : Bilan de biomasse pour la période de saison sèche



Ourolabo
 Héri

Tableau 30 : Bilan de biomasse pour le village de HERI

Unités de production	Surface en ha	Quantités exportées (consommation directe, stockage)	Quantités brûlées	Quantités restant au sol en mai*	Apport direct de fèces
parcelles de :					
- coton	319	96	510	96	28
- arachide	359	430	72	179	36
- maïs	50	135	20	15	5
- sorgho	270	513	459	81	27
compléments dus à :	# 200	100			
- repousses sorgho	# 350	35			
- niébé associé	# 4	6			
- sorgho Koidawa					
parcours exondés non dégradés	207	132 (pour 177 ha non brûlés) # 0 (pour 30 ha brûlés)	63	242	16
parcours exondés dégradés	103	40	# 0	# 0	
parcours sur sol hydromorphe	# 0				
TOTAL	1308 ha	1487 t	1124 t	613 t	112 t

* après nettoyage des parcelles

Pour ces deux terroirs, la destruction par le feu constitue la principale cause de **perte de biomasse** et en particulier de matière organique. Mais on peut aussi considérer le feu comme une technique de gestion et de recyclage de la biomasse excédentaire. Par exemple à l'emplacement des tas de tiges de cotonniers brûlés se concentrent des éléments minéraux contenus dans les cendres mais la perte en matière organique et en azote reste considérable.

On peut ajouter à cette perte par le feu, la concentration en quelques points du village de biomasses non utilisées provenant de la 1^o transformation des récoltes : coque d'arachide, rafles de sorgho et de maïs,.... (tableau 31). De très faible valeur fourragère, ces "gisements" de biomasse ne sont pas exploités bien qu'ils correspondent à des quantités non négligeables de matière organique. Cette biomasse non valorisée qui se concentre autour des habitations pourrait être transformée par les paysans en fumure organique .

Tableau 31 : Quantités de biomasse non utilisées (ou très partiellement utilisées), en tonne de matière sèche

Biomasse non valorisée	OUROLABO	HERI
- coque d'arachide	70	125
- rafles épis de sorgho	40	80
- rafles épis de maïs	36	18
Total	146 t	223 t

4.2. Première approche du bilan minéral pour la zone cultivée

L'établissement de bilans minéraux par culture ou rotation de cultures a été réalisé à partir de résultats obtenus sur des sites expérimentaux en Afrique de l'Ouest et Centrale. Dans ce cadre les hypothèses de gestion des résidus de récolte étaient relativement simplistes : exportation totale ou enfouissement de toute la production de résidus (PIERI, 1989). Le suivi de la biomasse sur les parcelles des paysans de ces deux terroirs a mis en évidence une situation beaucoup plus complexe associant :

- l'exportation d'une partie des résidus et des adventices (consommation in situ par le bétail et récolte par les paysans) ;
- le brûlis d'une partie de la biomasse en fin de saison sèche ;
- le dépôt à la surface du sol des restes de résidus de culture non brûlés jusqu'à la remise en culture des parcelles.

Des dépôts de matières organiques dus aux arbres et arbustes et au passage du bétail peuvent s'ajouter aux restes de résidus de récolte.

Nous n'aborderons pas dans ces bilans minéraux l'impact des termites sur le recyclage de la biomasse dans la mesure où nous ne disposons pas de données quantifiées sur cet aspect.

Pour avoir une bonne estimation des bilans minéraux il est indispensable d'avoir une bonne évaluation des rendements des cultures ainsi que des apports de fumure.

a) Les rendements des cultures

L'estimation des rendements a été réalisée sur un échantillon d'exploitations agricoles dans les deux terroirs en mesurant les surfaces cultivées et en évaluant les quantités produites³⁰ (grains pour les céréales, gousses pour les légumineuses et coton-graine pour le cotonnier). Pour le coton graine et lorsque le paysan ne possède qu'une parcelle, la pesée Sodécoton a été retenue.

Les rendements moyens pour chaque terroir correspondent à ceux observés durant la campagne agricole 1995/96. Cette campagne fut caractérisée par une pluviométrie satisfaisante dans les

³⁰ La production par parcelle a été appréciée en comptant le nombre de paniers, de charrettes, de sacs,.... transportés depuis le champ et en pesant un échantillon de ces unités de transport.

deux terroirs du mois de juin au 15 Octobre (796 mm à Ourolabo et 939 mm à Héri) mais mal répartie en avril et mai (respectivement 91 mm et 122 mm) qui correspond bien aux irrégularités pluviométriques fréquentes dans cette région.

Tableau 32 : Rendements moyens des cultures principales et secondaires

culture principale	HERI		OUROLABO	
	rendement kg/ha	culture secondaire associée en kg/ha	rendement kg/ha	culture secondaire associée en kg/ha
sorgho	1497	niébé : 21	1151	niébé : négligeable
maïs	2204	-	1224	-
arachide	1284	sorgho : 250 niébé : 52	1368	sorgho : 168 niébé : 60
colonnier	1242	niébé : 34	982	niébé : 22

Il est souvent plus difficile d'évaluer la production des cultures secondaires surtout celle du niébé dont la récolte est étalée dans le temps. Ces rendements moyens sont relativement proches de ceux obtenus dans les tests réalisés par les paysans des mêmes villages en 1994 et 1995 pour des itinéraires techniques équivalents (annexe 5).

Sorgho : très bon rendement moyen à Héri (15 qx/ha) bien supérieur à celui observé à Ourolabo (11,5 qx/ha) malgré la forte infestation de *Striga hermontica* à Héri qui ne semble pas affecter la production de sorgho rouge "djigari".

Maïs : rendement correct à Héri (22 qx/ha) malgré la faible dose d'engrais utilisée sur cette céréale (cf infra). Par contre le rendement moyen est faible à Ourolabo 12,2 qx/ha. Si l'on exclut les parcelles plus ou moins inondées et celles gérées par les femmes et les dépendants (cultivées avec très peu d'engrais) le rendement moyen atteint 13,5 qx/ha. On retiendra ce rendement pour les calculs de bilan.

Arachide : le rendement moyen est un peu plus élevé à Ourolabo (13,7 qx/ha) qu'à Héri (12,8 qx/ha) ceci peut être lié principalement à la texture du sol qui est plus sableux dans le 1^o cas. Les exportations liées à la présence du sorgho associé à l'arachide a été prise en compte dans les bilans minéraux. Cette association est présente dans les 2/3 des parcelles (principalement celle des femmes) et les rendements moyens en sorgho ne sont pas négligeables : 2,5 qx/ha à Héri et 1,7 qx/ha à Ourolabo.

Colonnier : Comme pour le maïs on retiendra uniquement les rendements en coton-graine obtenu

sur les parcelles des chefs d'exploitation soit 13,6 qx/ha à Héri et 11 qx/ha à Ourolabo pour éviter le biais dû aux rendements des petites parcelles des dépendants et des femmes qui reçoivent très peu d'engrais. A Ourolabo ce rendement moyen est relativement proche de celui calculé à partir des statistiques de la Sodecoton (13,4 qx/ha pour 1995). Il est logique que le rendement moyen villageois "Sodecoton" soit supérieur au rendement moyen réel car la majorité des paysans ne déclare pas la totalité de leur surface en coton. A Héri l'écart entre notre évaluation (13,6 qx/ha) et celle de la Sodecoton est très importante (19,6 qx/ha). Outre la sous déclaration des paysans cet écart peut provenir de transferts de coton de villages périphériques vers le marché de Héri au moment des achats.

On ne prendra pas en compte par la suite le niébé associé aux cultures principales dans la mesure où les productions sont limitées et que bien souvent une grande partie des feuilles tombe au sol et de ce fait n'est pas exportée.

b) les apports d'engrais minéraux

Les pratiques de fertilisation des cultures sont très diverses malgré l'unicité du message technique et le faible nombre des sources d'approvisionnement (la Sodecoton assurant 80% à 90% de l'approvisionnement en engrais de la région).

Pour les deux terroirs concernés la Sodecoton assure l'approvisionnement en engrais pour l'ensemble des parcelles de coton selon les recommandations techniques suivantes :

- semis avant le 30 juin : 200 kg/ha de 15-20-15 et 50 kg/ha d'urée
- semis après le 30 juin : 100 kg/ha de 15-20-15 et 50 kg/ha d'urée

En fait les paysans de Héri ont fait le choix depuis plusieurs années d'apporter la faible dose d'engrais (100 kg/ha de NPK + 50 kg/ha d'urée) quelle que soit la date de semis. Les sols relativement fertiles de ce terroir permettent d'obtenir avec une dose réduite d'engrais, des rendements en coton satisfaisants et en moyenne toujours supérieurs à 1200 kg/ha depuis une quinzaine d'années.

A Ourolabo suite à des problèmes de remboursement des crédits de campagne³¹ de 1990 à 1992, la Sodecoton a préféré opter en 1994 et 1995 pour la dose unique de 100 kg/ha de NPK + 50 kg/ha d'urée.

Concernant les cultures vivrières les situations diffèrent quelque peu d'un village à un autre :

- une partie des surfaces en sorgho à Héri bénéficie d'un apport d'urée provenant d'une dotation de la Sodecoton (pour 40 ha chaque année) et d'achats effectués sur les marchés voire du détournement de l'urée livré pour le coton. A Ourolabo le sorgho est presque toujours cultivé sans engrais.

- le maïs bénéficie généralement d'un apport de NPK et d'urée dans les deux villages bien qu'une partie des parcelles de maïs profitent de la fumure organique épandue dans les champs de case à Héri. A Ourolabo les paysans cultivant de grandes surfaces de maïs (128 ha au total) sont

³¹ les intrants pour la culture cotonnière et une partie de ceux utilisés pour les cultures vivrières (engrais, insecticide et herbicide) sont cédés à crédit et remboursés par prélèvement sur les ventes de coton.

confrontés chaque année au problème d'approvisionnement en engrais pour cette culture. La Sodécoton n'assure l'approvisionnement en engrais que pour 10% à 20% de la surface cultivée en maïs. Pour le reste de la sole de maïs, l'engrais est acheté sur les marchés villageois³² ou détourné de la dotation prévu pour le cotonnier. La fumure organique est très peu utilisée à Ourplabo même pour cette culture.

- l'arachide ne bénéficie d'aucun apport de fumure.

L'estimation des doses d'engrais utilisées dans le village a été réalisée à partir du suivi des parcelles d'un échantillon d'exploitations agricoles. Elles sont comparées aux statistiques de la Sodécoton.

Tableau 33 : Doses moyennes d'engrais apportées sur les principales cultures en 1995 et comparaison avec les statistiques Sodécoton. En kg/ha

	HERI		OUROLABO	
	enquête	statistiques Sodécoton	enquête	statistiques Sodécoton
Coton	NPK : 92 Uree : 42 ----- 134	NPK : 98 Uree : 50 ----- 148	NPK : 88 Urée : 40 ----- 128	NPK : 102 Urée : 50 ----- 152
Maïs	pour l'ensemble 50 ha NPK : 46 Urée : 41 ----- 87	uniquement sur 2,5 ha (5%) NPK : 100 Urée : 50 ----- 150	pour l'ensemble 128 ha NPK : 80 Urée : 47 ----- 127	uniquement sur 23 ha (18%) NPK : 100 Urée : 150 ----- 250
Sorgho	pour l'ensemble 270 ha Urée : 18	uniquement sur 40 ha (15%) Urée : 50	négligeable sur 122 ha	pas de livraison programmée

Dans les deux terroirs la quasi totalité des parcelles de cotonnier est fertilisée, les doses utilisées par les paysans sont un peu en-deça de la recommandation minimale de 150 kg/ha de la Sodécoton. Les quantités d'engrais livrées pour le cotonnier et non appliquées sur cette culture sont épandues sur le maïs et dans une moindre mesure le sorgho à Héri.

³² Engrais provenant du Nigéria en 1994 et 1995 ou revente d'engrais livré par la Sodécoton à des paysans ayant besoin de liquidités.

88% des parcelles de maïs pour l'ensemble des deux villages reçoivent de l'engrais mais les doses sont très réduites à Oroulabo (127 kg/ha) comme à Héri (87 kg/ha) et correspondent respectivement à la moitié et au tiers de la dose recommandée. A Héri la qualité des sols où le maïs est habituellement cultivé (en bordure de mayo ou près des cases) et l'apport complémentaire de fumure organique dans certaines parcelles (cf 4° partie) expliquent que le rendement moyen dans ce village dépasse 2 t/ha. A Oroulabo il est possible d'atteindre un rendement supérieur à 2,5 t/ha si on a recours à la dose conseillée d'engrais minéral (250 kg/ha) ou à une fumure mixte (125 kg/ha d'engrais + 5 t/ha de fumure organique). D'autres facteurs limitants affectent la production de maïs dans ce terroir : infestation par *Striga hermontica*, mauvais contrôle de l'enherbement en début de cycle, excès d'eau au mois d'août dans certaines portions du terroir.

La fumure minérale du sorgho se développe à Héri. Près de la moitié des parcelles reçoivent une quantité d'urée variant de 10 à 50 kg/ha. Le sorgho peut aussi bénéficier de quelques apports de fumure organique ou de l'arrière effet de ces apports lorsque cette céréale est semée sur un champ de case. Les paysans de Héri sont de plus en plus intéressés par cette fumure peu coûteuse. Actuellement ils essaient de suivre la recommandation de la Sodecoton (50 kg/ha) mais l'approvisionnement en urée hors Sodecoton est de plus en plus difficile depuis que les importations en provenance du Nigéria ont cessé.

Tableau 34 : Evaluation des quantités d'engrais utilisées pour chaque terroir en 1995 (en tonnes).

		HÉRI		OUROLABO	
		NPK	Urée	NPK	Urée
Coton	- effectivement utilisé	29,4	13,4	16,9	8,65
	- livré par Sodecoton	31,9	15,9	17,6	8,65
	- report sur les céréales	2,5	2,5	0,7	0
Maïs	- effectivement utilisé	2,3	2,05	10,2	6,0
	- livré par Sodecoton	0,25	0,12	2,3	3,45
Sorgho	-effectivement utilisé	# 0	4,86	# 0	# 0
	- livré par Sodecoton	0	2,0	0	0
Estimation des achats d'engrais pour céréales hors dotation Sodecoton		néant	2,29	7,2	2,55

Les reports d'engrais NPK du coton vers la culture du maïs semblent sous estimés pour Oroulabo vu le volume des quantités de NPK et urée à acheter hors du circuit d'approvisionnement de la Sodecoton. Mais par enquête il est difficile d'évaluer avec précisions ces reports.

c) bilan minéral apparent par culture

Ces bilans apparents prennent en compte les éléments que nous avons quantifiés :

Les exportations : les récoltes et les résidus consommés par le bétail, collectés ou brûlés (pour N seulement) par les paysans

Les apports : la fertilisation minérale, les dépôts de fèces par le bétail lors du pâturage et dans une moindre mesure la litière d'arbres et les arbustes coupés puis brûlés dans les parcelles. A partir des données bibliographiques on a proposé une estimation de la fixation symbiotique de l'azote par l'arachide et des apports météoriques (dus aux pluies) .

Ne sont pas pris en compte dans ces bilans les pertes par érosion, par lixiviation et les pertes d'azote sous forme gazeuse ainsi que les apports par minéralisation de la matière organique du sol (en particulier du système racinaire).

Les éléments de calcul des bilans apparents sont présentés en annexe 6.

Cotonnier. Les exportations en phosphore et potassium sont relativement faibles dans la mesure où la quasi totalité des tiges de cotonniers est brûlée sur les parcelles (on considère que P205 et K20 contenus dans ces résidus sont réincorporés au sol). La fumure minérale apportée dans ces villages permet de compenser largement les exportations pour ces deux éléments. Le bilan est par contre négatif pour l'azote. Les exportations en azote se répartissent à part égale entre la récolte de coton graine et les pertes d'azote liées au brûlis des tiges de cotonnier.

Tableau 35 : Bilan apparent pour la sole cotonnière par village en 1995 (en kg/ha).

	HERI			OUROLABO		
	N	P205	K20	N	P205	K20
Rendement coton graine	1360 kg/ha			1100 kg/ha		
Exportations	53,5	11,5	15,5	41	9,2	11,5
Apports	39	20,8	21	37	20,3	20
Bilan	-14,5	+ 9,3	+ 7,5	- 4	+ 11,1	+ 8,5

Maïs. A Ourolabo le bilan apparent de la sole de maïs est positif pour l'azote et le phosphore car les exportations sont limitées du fait d'une faible production en grain et en paille. A Héri le bilan est déséquilibré pour les 3 éléments. La forte consommation des pailles de maïs par le bétail entraîne une importante exportation de K20 et dans une moindre mesure de N. L'emploi d'une faible dose de fumure minérale (en particulier d'urée) ne permet pas de compenser les exportations pour cet élément.

Tableau 36 : Bilan apparent pour le maïs (en kg/ha).

	HERI			OUROLABO		
Rendement maïs grain	2200 kg/ha			1350 kg/ha		
	N	P205	K20	N	P205	K20
Exportations	55,4	16,8	40,3	39,5	11,3	31,7
Apports	32,2	11,5	13,5	42,8	18,5	18,6
Bilan	-23,2	-5,3	-26,8	+3,3	+7,2	-13,1

Comme pour le maïs, la consommation des adventices en début de saison sèche par les troupeaux est comptabilisée dans les exportations qui représente environ 7% du total des éléments exportés. On a aussi pris en compte la production des repousses de sorgho qui est totalement consommée par le bétail au champs ou au saré (annexe 6). Vu la faible production de repousses, les exportations dues à leur consommation ne représente pas plus de 2% du total des éléments minéraux exportés à Ourolabo et environ 5% à Héri.

Le bilan apparent est négatif pour les 3 éléments dans les deux terroirs du fait de la faiblesse des apports et des pertes non négligeables d'azote par le brûlis des restes de paille au moment du nettoyage des parcelles (de l'ordre de 4 kg/ha d'azote). Comme pour le maïs les exportations en potassium sont importantes du fait de la consommation des 2/3 de la biomasse au sol après récolte (résidus + adventices) par le bétail.

Tableau 37 : Bilan apparent pour le sorgho (en kg/ha).

	HERI			OUROLABO		
Rendement sorgho grain	1500 kg/ha			1150 kg/ha		
	N	P205	K20	N	P205	K20
Exportations	34,4	13,1	21,5	29,3	11,0	22,1
Apports	13,4	3	6,9	6,6	2,5	5,4
Bilan	-21,0	-10,1	-14,6	-22,7	-8,5	-16,7

Arachide. On considère que l'alimentation hydrique de l'arachide est normalement assurée dans la mesure où cette culture est semée en début de saison des pluies et arrive à maturité en septembre lorsque les réserves en eau du sol sont encore importantes. Dans ces conditions la fixation symbiotique de l'azote n'est pas limitée, l'estimation proposée dans le tableau précédent tient compte du type de sol, du niveau de rendement et des mesures faites dans des écologies similaires (WETSELAAR R., GANRY F., 1982).

La fixation symbiotique de l'azote compense les exportations qui sont très élevées du fait de la conjonction d'un rendement élevé en gousses (70% des exportations) et dans une moindre mesure de la consommation d'une partie des fanes par le bétail (17% des exportations). Le reste des exportations est lié à la présence du sorgho associé à l'arachide et des adventices dont la quasi totalité de la production est consommée donc exportée.

Les apports de phosphore et de potassium sont très limités (apports météoriques, fécès des animaux au pâturage, biomasse venant des arbres et des arbustes) et ne permettent pas de compenser les exportations.

Tableau 38 : Bilan apparent pour l'arachide (en kg/ha).

	HERI			OUROLABO		
	N	P205	K20	N	P205	K20
Rendement arachide gousse	1280 kg/ha			1360 kg/ha		
Exportations	58,3	13,5	24,6	60,5	13,6	25,7
Apports (dont fixation symbiotique de N)	65,6 (60)	3,1	7,2	77,7 (70)	3,2	7,2
Bilan	+ 7,3	-10,4	-17,4	+ 17,2	- 10,4	-18,5

d) Bilan minéral apparent pour l'ensemble de la zone cultivée.

On considérera que toutes les cultures entre dans une rotation du type coton/céréales/arachide et que la jachère n'est quasiment plus pratiquée. Le calcul du bilan minéral pour la zone cultivée par saison agricole tient compte de l'estimation du bilan apparent pour chaque culture et de leur importance spatiale.

Bilan en azote. Le bilan à l'échelle de la zone cultivée met en évidence la contribution importante de la fixation d'azote atmosphérique par les symbiotes de l'arachide qui permet dans le cas d'Ourolabo, d'avoir un bilan positif pour cet élément. Malgré cela le bilan apparent en azote est négatif à Héri du fait :

- d'une fertilisation azotée moyenne sur cotonnier et très faible sur céréales ;
- d'un niveau d'exportation supérieur dans ce terroir du fait de bons rendements en coton, en sorgho et maïs.

Le bilan apparent en phosphore est presque équilibré à Ourolabo, le déficit est limité à Héri. Une augmentation sensible de la fumure phosphatée des céréales permettrait d'équilibrer ce bilan dans les deux terroirs. En fait le cotonnier qui bénéficie en moyenne de 20 unités de P205 par hectare fournit un surplus de phosphore pour les cultures suivantes dans la mesure où l'on considère que le phosphore contenu dans les tiges est incorporé au sol après brulis.

Le bilan apparent en potassium est largement déficitaire dans les deux terroirs du fait de la teneur élevée en K20 des récoltes et surtout des pailles. La fertilisation du cotonnier et du maïs apporte des quantités limitées de P205 - 12 à 14 unités/ha - . Les quantités de résidus brûlés sur les parcelles permettant le recyclage du potassium sont limitées sauf dans le cas du cotonnier. Toutefois les cultures et en particulier le cotonnier ne présentent pas de signe de carence en potasse.³³

Tableau 39 : Bilan minéral apparent à l'échelle de la zone de culture (en kg)

	HERI				OUROLABO			
	Surf. Ha	N	P205	K20	Surf. Ha.	N	P205	K20
Coton	319	- 4625	+ 2976	+ 2392	173	- 692	+192 0	+1470
Maïs	50	-1160	- 265	- 1340	128	+422	+922	-1676
Sorgho	270	-5670	- 2727	- 3942	122	-2769	-1043	-2043
Arachide	359	+ 2620	- 3733	- 6246	212	+364 6	-2205	-3922
Bilan terroir	998	- 8855	- 3749	- 9136	635	+607	-406	-6171
Bilan/ha cultivé		-8,8	-3,7	-9,1		+1	-0,6	-9,7

Ces bilans relativement peu déficitaires pour les deux terroirs étudiés s'expliquent par :

- des rendements (en grain et en paille) moyens à faibles (surtout pour le maïs à Ourolabo);
- l'importance des surfaces en coton (Héri 32%, Ourolabo 27% de l'assolement villageois) qui reçoivent de l'engrais minéral et recyclent P et K par le brûlis des tiges;
- l'importance des surfaces en arachide (en fait la 1^o culture en surface, Héri 36% et Ourolabo 33%) qui fixent de grandes quantités d'azote et dont près du tiers de la production de fane est réincorporé au sol du fait de leur mauvaise qualité fourragère (récolte en saison des pluies) et du passage répété des troupeaux sur les parcelles
- une exportation partielle des résidus de récolte de céréales dont la partie restant au champ est réincorporée au sol et/ou brûlée sur place ;
- la présence de divers apports organiques et minéraux dus aux pluies, à la strate arborée et arbustive et aux apports de fumure animale liés au passage du bétail, qui globalement ne sont pas négligeables.

³³ Dans le cadre d'une expérimentation multilocale, une augmentation de l'apport en K20 dans la fertilisation du cotonnier n'a pas donné de résultat significatif sur les rendements et donc ne s'avère pas à court terme économiquement rentable (José MARTIN, communication personnelle)

CONCLUSION DE LA 2^o PARTIE

Les exportations de biomasse des zones de parcours

Les mesures partielles de biomasse effectuées dans les zones de parcours uniquement en saison sèche, ne permettent pas d'aborder le calcul de bilan minéral et organique et donc l'évolution de la fertilité du sol dans ce type d'espace.

Les zones de parcours jouent un rôle essentiel pour l'élevage en saison agricole : alimentation et stationnement des troupeaux. On peut observer durant cette période quelques zones surpaturées principalement dans le terroir de Héri.

Dans les deux terroirs les parcours renferment en début de saison sèche de grandes quantités de phytomasse de faible qualité fourragère. Les agro-éleveurs et les éleveurs ne valorisent cette ressource que durant la deuxième moitié de la saison sèche lorsque la vaine pâture de résidus de culture a été largement exploitée par les troupeaux. Toutefois cette biomasse végétale ne peut être valorisée par le bétail que si elle a échappé aux feux de brousse très fréquents dans un village comme Ourolabo. L'amélioration de la productivité de ces parcours exigus est difficile à entrevoir et nécessiterait une opération de recherche développement spécifique et une forte mobilisation des populations concernées. à Ourolabo on pourrait toutefois mettre un accent sur la préservation des *Daniellia olivieri* fréquemment émondés des parcours sur sols hydromorphes dominés par les graminées pérennes qui jouent un rôle essentiel dans l'alimentation azotée du bétail en mars et avril.

L'utilisation des résidus de récolte et bilans minéraux pour la zone cultivée

Les principaux flux de biomasse concernant les parcelles cultivées ont été étudiés et pour certains une quantification précise a pu être réalisée. Ces flux sont liés :

- en premier lieu à l'activité des troupeaux en saison sèche : consommation sélective des résidus et des adventices se trouvant dans les parcelles , apport de fèces lors du pâturage et des déplacements du bétail .
- à l'activité des paysans qui récoltent des résidus de culture pour compléter l'alimentation de leur bétail ou pour construire toitures et palissades et dans quelques cas comme combustible d'appoint (cf 1^o partie).

Les résidus de récolte non utilisés par les paysans et leurs troupeaux sont brûlés sur les parcelles au moment du nettoyage des parcelles. Toutefois il ne faut pas négliger surtout dans le cas de l'arachide, les quantités de résidus et d'adventices non brûlés plus ou moins bien incorporés au sol par le piétinement des animaux et le labour. Cette quantité de matière organique représente entre 15% et 20% de la biomasse produite.

Les observations sur les parcelles durant la saison sèche montrent les faibles apports de fumure organique dus à la présence des troupeaux (de l'ordre de 100 à 150 kg/ha). De même dans ces terroirs les apports de matière organique dus à la strate arborée et arbustive sont du même ordre de grandeur et contribuent très peu au maintien de la fertilité du sol.

Les paysans ne développent pas des stratégies de meilleure valorisation de la biomasse végétale visant à améliorer le statut organique des sols qu'ils exploitent. Ils considèrent que la phytomasse non ingérée par le bétail en saison sèche doit être brûlée. La troisième partie de ce document analyse les pratiques de complémentation des troupeaux (bovins principalement) en prenant en compte à la fois les résidus de culture et les sous produits agricoles (tourteau, drêches de sorgho). La quatrième partie s'attachera à préciser les pratiques d'utilisation de la fumure animale qui sont récentes dans ces terroirs. Les paysans gèrent principalement des quantités de fumure minérale et vont orienter leur choix d'assolement en fonction de la fertilité du sol de leurs différentes parcelles (DUGUE, 1997).

Les quantités de biomasse (résidus de récolte, bouses, adventices) transformée par les termites n'ont pas pu être évaluées. Les notations du degré d'activité des termites ne donnent qu'un aperçu du phénomène qui très développé pour certaines parties des deux terroirs et pour certains types de biomasse (paille de maïs en particulier)

Une quantification des exportations liées aux récoltes et à la consommation des résidus de récolte a permis d'établir des bilans minéraux pour la zone cultivée de chaque terroir pour les éléments majeurs N, P et K. Ces bilans à l'échelle des terroirs cultivés sont moins déficitaires que ceux observés au Sud Mali (VAN DER POOL, 1989). Il faut rappeler toutefois qu'ils ne prennent pas en compte les pertes par lixiviation, volatilisation (pour N) et par érosion hydrique³⁴.

Pour l'ensemble de la zone cultivée du Sud Mali (zone cotonnière) Van der Pool propose les valeurs suivantes de déficit en éléments minéraux : - 25 kg/ha de N, pas de déficit pour P et - 20 kg/ha pour K. La place de l'arachide dans l'assolement (et donc de la fixation d'azote atmosphérique) est moindre au Mali Sud que dans les terroirs étudiés au Nord Cameroun. Inversement la part plus importante du mil et du sorgho dans l'assolement régional, deux céréales non fertilisées, peut expliquer le plus grand déficit en K au Sud du Mali.

Dans la partie de synthèse (5° partie) on proposera diverses simulations pouvant réduire ces déficits en éléments minéraux majeurs par une utilisation plus importante de la fumure animale, le recyclage de la biomasse végétale résiduelle, l'accroissement de la charge animale.

³⁴ érosion hydrique très réduite à Ourolabo (sols sableux, pente faible) mais non négligeable à Héri (pente plus marquée, sols plus argileux).

3° PARTIE : UTILISATION DES RÉSIDUS DE RÉCOLTE A LA FERME

1. DISPOSITIF ET MÉTHODES

Le stockage des résidus de récolte et l'affouragement du bétail ont fait l'objet de suivi précis dans une vingtaine d'exploitations agricoles durant les saisons sèches 1994/95 et 1995/96. En 1994/95 23 exploitations agricoles ont été suivies dont 9 ne possédant de bovin. La saison sèche suivante les 20 exploitations enquêtées possédaient toutes au moins une paire de boeufs (Tableau 40).

Tableau 40 : Caractéristiques des échantillons d'exploitations suivies.

Saison sèche	Type d'exploitation	Héri		Ourolabo		Total
		nbre	bovins-moyenne	nbre	bovins-moyenne	nbre d'exploitations
94/95	sans bovin	5	-	4	-	9
	avec bovins	7	9,1	7	7,0	14
95/96	avec bovins	9	18	11	5.6	20

Le suivi a évalué d'une part les quantités de résidus de culture stockées³⁵ et d'autre part, la consommation de ces résidus au niveau de la ferme pour l'élevage ou la construction. Outre l'utilisation des résidus on a estimé en pesant les rations, la consommation par le bétail des aliments concentrés achetés (tourteau) ou produits sur la ferme (son, drêche, épis et grains de céréales).

Ces suivis se sont déroulés durant toute la saison sèche³⁶. Il a été possible de recouper les informations en comparant les quantités récoltées et achetées avec celles consommées par le bétail. Par un passage régulier bimensuel dans les concessions et auprès des chefs d'exploitations et des bergers, il est possible d'établir les calendriers fourragers par cheptel. Nous n'aborderons pas cet aspect, notre objectif ici est d'évaluer l'importance des récoltes de résidus et de les comparer aux prélèvements effectués par le bétail directement aux champs.

³⁵ en comptant les bottes et en pesant au minimum 10% des bottes ou paquets

³⁶ seuls les animaux de trait reçoivent des aliments concentrés (épis, grain parfois tourteau) durant les premières semaines de la saison pluvieuse.

Encadré 1 : Marché des résidus fourragers dans la région de Garoua

Le marché des résidus fourragers est principalement orienté vers l'élevage urbain ou périurbain (moutons de case et chevaux). Les points de vente sont peu nombreux et concentrés sur les routes goudronnées au sud de Garoua sur 50 km et au nord entre Garoua et Pitoa (zone à muskwari). Les ventes au bord des routes et des pistes vers Guider, Bamé, Lagdo sont assez rares.

Dans les deux villages d'étude, les ventes de résidus entre paysans sont aussi exceptionnelles alors que le commerce des seccos fabriqués avec des tiges d'andropogonées et celui des bottes d'herbe de brousse pour la construction des toits est toujours actif.

Durant la saison sèche 95/96, seulement 4 chefs d'exploitation déclarent avoir acheté de petites quantités de résidus fourragers : 15 à 80 kg de paille de muskwari ou de fane de légumineuse pour une valeur variant entre 500 frca et 2500 frca. Dans ce cas le prix moyen des résidus fourragers est de 30 fr/kg. Le prix des fanes de légumineuse est bien plus élevé lorsque l'on s'approche de la ville ou des axes goudronnés (tableau suivant)

	Prix de vente du kg		Prix de l'UF**		Prix du Kg de MAD**	
	1994	1995	1994	1995	1994	1995
Tourteau *	20	30	25	37	66	100
marché dans Garoua						
- fane arachide	61	55	122	110	938	846
- fane niébé	70	61	140	122	875	762
- feuille de <i>Ficus naphalocarpa</i>	58	53				
bord de route goudronnée						
- fane d'arachide	46	32	92	64	707	492
- fane de niébé	66	55	132	110	825	687
- paille de sorgho ou maïs	22	25	88	100	1466	1666

* prix Sodecoton, pour 1996 et 1997 : 32 fr/kg et 27 fr/kg

** en prenant en compte les teneurs en UF et MAD exposées précédemment

Pour ces points de vente le prix de la paille de céréale de bonne qualité est à peu près équivalent à celui du tourteau Sodecoton. Les prix des fanes de légumineuse sont 1,5 à 2 fois plus élevés que celui du tourteau. Si l'on prend en compte les différences de qualité de ces aliments du bétail, le tourteau est beaucoup intéressant pour l'éleveur qui a réussi à assurer son approvisionnement en aliment de lest, aliment qui fait souvent défaut en milieu urbain.

Du fait du prix élevé des résidus fourragers en ville mais aussi au bord des voies de passage on peut s'étonner qu'aucun paysan ne se soit spécialisé dans ce type de production et de commerce. Mais le prix de ces résidus volumineux comprend toujours une coût élevé de transport.

2. TYPES DE RÉSIDUS STOCKES ET LEURS UTILISATIONS

Les techniques de récolte des diverses cultures et de leur résidus ont été décrites en détails dans la 2^o partie. On distinguera par la suite trois catégories de produits :

- **les résidus de culture utilisés pour la construction** : principalement les tiges de sorgho (m'païri et djigari) auxquelles on a ajouté les pailles de graminées des parcours et jachères servant à fabriquer des toitures;
- **les résidus de culture stockés pour l'alimentation du bétail** : fanes de légumineuses, repousses de sorgho, pailles de maïs et de sorgho et plus rarement pailles de riz et de muskwari, tiges de patate douce,....
- **les aliments concentrés pour le bétail** : drêches de bière de sorgho, son de maïs, grain et épis de sorgho et tourteau de coton.

Le tourteau de coton est livré au village par la Sodecoton suite à la commande des groupements villageois. Les autres aliments concentrés sont produits sur place et ne font pas l'objet d'un commerce très actif. Il en est de même pour les résidus de récolte (encadré 1). Il n'existe pas dans ces deux villages de filière de commercialisation des résidus de récolte qui au Nord Cameroun se limite à quelques points de vente dans les plus grandes villes (Maroua, Garoua, Guider,...) et sur les axes routiers aux abords de ces centres urbains.

La récolte des résidus de culture doit se faire obligatoirement durant les mois de novembre, décembre voire début janvier avant que l'ensemble du terroir soit mis en vaine pâture. Elle coïncide donc avec la récolte des cultures proprement dite et n'est pas considérée comme prioritaire par les paysans. La culture de muskwari (sorgho de saison sèche)³⁷ est absente des deux terroirs étudiés. Quelques paysans achètent des pailles de muskwari dans les villages périphériques au mois de février/mars.

La quasi absence de charrette dans ces villages³⁸ constitue le frein principal à une collecte massive de résidus de récolte. Les pailles de céréales et les fanes de légumineuses sont des produits très volumineux qui peuvent difficilement être transportés par les matériels courants comme la brouette ou le pousse. La plupart des résidus de culture stockés à la ferme sont transportés sur la tête.

Le stockage des résidus doit se faire sur des "danky" ou plate-formes portées par des piquets en bois de façon à ce que les animaux n'aient pas accès au fourrage stocké. La construction des danky nécessite des perches de bois qui sont de plus en plus rares dans un village comme Héri.

Ainsi les stocks de fourrage ne sont pas à l'abri des premières pluies de la fin avril d'où la nécessité de distribuer au bétail tous les stocks avant celles-ci. En mai les animaux doivent se contenter des maigres parcours et des aliments concentrés stockés en sacs dans les cases.

³⁷ culture qui fournit un fourrage de qualité au milieu de la saison sèche(février-mars)

³⁸ aucune charrette à Héri, 5 charrettes à Ourolabo

3. IMPORTANCE DES STOCKS DE RÉSIDUS

3.1 Quantité moyenne stockée par exploitation

Pour la saison sèche 1994/95 il est possible de comparer les quantités de résidus stockées fonction du type d'exploitation agricole.

Tableau 41 : Quantités de résidus de culture stockées par exploitation agricole (en kg MS.). Saison sèche 94/95

Type de résidus	HERI		OUROLABO	
	sans bovin	avec bovins	sans bovin	avec bovins
RÉSIDUS POUR L'ELEVAGE				
Fane d'arachide	63	107	59	227
Fane de niébé	31	42	2	28
Paille de maïs	0	84	3	153
Paille et repousses de sorgho	74	126	57	76
CONSTRUCTION				
Tige de sorgho	129	286	300	290
TOTAL RÉSIDUS EN KG	297	645	421	774
Graminée pour les toitures en Kg	106	102	1070	263
Bovins	0	9.1	0	7
autres cheptels	6,4 prts 0,4 âne 2,4 porc	8,3 prts 0,1 ânes 1 porc	3,5 prts 0,3 âne 4 porcs	7 prts 0,1 âne 4 porcs
Surface cultivée (dont % en coton)	2,3 ha (37%)	4,2 ha (40%)	3,1 ha (29%)	5,9 ha (29%)
Résidus stockés par ha de céréales + légumineuses	204	258	191	185

Les exploitations avec bovins (au moins deux bovins de trait) cultivent de plus grandes surfaces, possèdent plus de petits ruminants et récoltent une plus grande quantité de résidus de culture. Mais les quantités récoltées par ha (coton non compris) sont quasiment équivalentes quel que soit le type d'exploitation. En moyenne les paysans éleveurs de bovins ne collectent pas plus de résidus de récolte par ha cultivé que les paysans sans bovin. Ces derniers stockent des résidus pour la construction, l'affouragement de leurs petits ruminants et plus rarement la vente des résidus fourragers aux agro-éleveurs.

En 1995/96 les quantités moyennes stockées par hectare sont inférieures à celles observées en

1994/95 ce qui peut s'expliquer par la forte pluviométrie observée en octobre 1995 qui a perturbé la récolte des résidus (tableau 42). Mais pour ces deux années les quantités de résidus de culture récoltées sont très faible au regard de la production totale de résidus (voir supra). Les prélèvements de l'ensemble légumineuses + céréales varient en moyenne de 100 à 250 kg de matière sèche par hectare alors que les rendements en résidus de culture dépassent dans tous les cas 1 t/ha pour les légumineuses et 2,5 t/ha pour les céréales.

Tableau 42 : Quantités de résidus de culture stockées par exploitations agricoles suivies en 1995/96 (possédant toutes des bovins). En kg MS.

Type de résidus	HERI	OUROLABO
RÉSIDUS POUR L'ELEVAGE		
Fane d'arachide	25	110
Fane de niébé	20	94
Paille de maïs	0	86
Paille et repousses de sorgho	222	52
Tige de sorgho pour la construction	118	294
TOTAL RÉSIDUS EN KG	385	636
Graminée pour les toitures en Kg	535	475
Bovins	18,8	5,6
autres cheptels	15,3 prts 0,6 âne 1 porc	10,5 prts 0 âne 3,4 porcs
Surface cultivée (dont % coton)	4,2 ha (37%)	6,1 ha (30%)
Résidus stockés par ha de céréales + légumineuses	145	111

Mais il faut rappeler que seulement une partie de cette production est valorisable par le bétail qui correspond aux fanes de niébé, aux fanes d'arachide non dégradées par les pluies, à quasiment toute la paille de maïs mais seulement à une petite partie des pailles de sorgho (les extrémités et les repousses).

Les tiges de sorgho servant aux diverses constructions (hangar, palissade) sont incluses dans la quantité totale de résidus collectés. Ces tiges de gros calibre non consommables par le bétail représentent selon les sites et les années entre 30% et 70% de la quantité totale de résidus récoltées dans ces exploitations.

A cela s'ajoute de petites quantités de pailles de sorgho pour allumer le feu. A Héri où la pression sur le bois de feu est plus forte qu'à Ourolabo la consommation de tige de sorgho

Figure 15 : Variabilité du stock de résidus fourrager selon les exploitations
année 1995/96

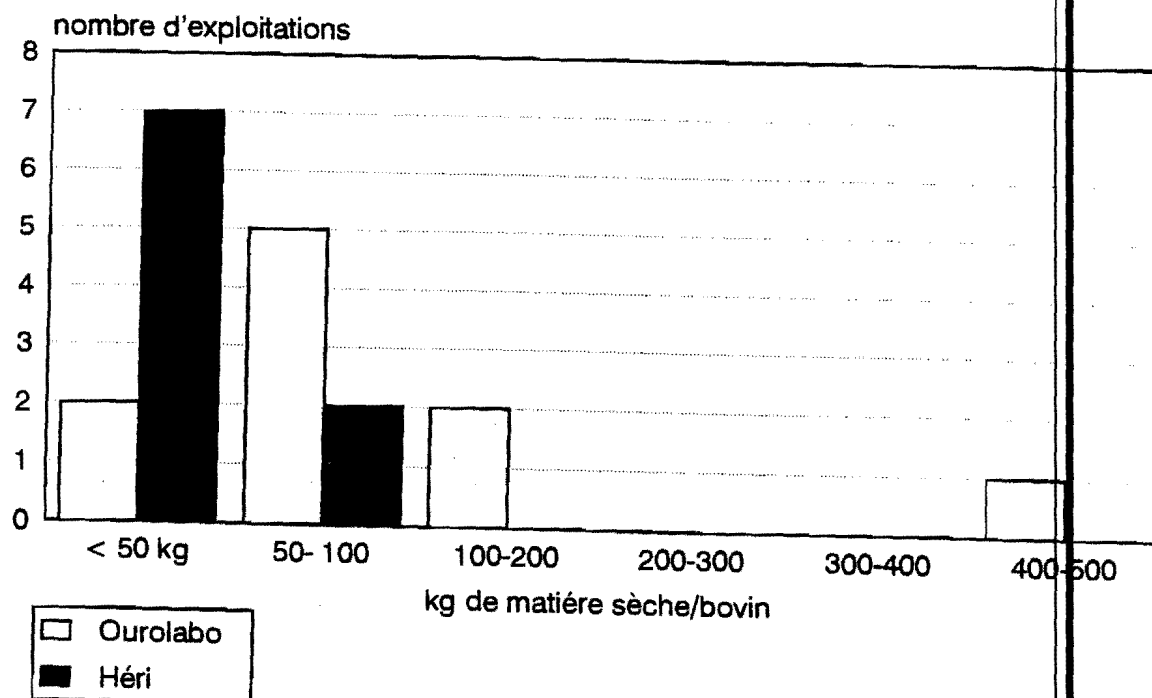
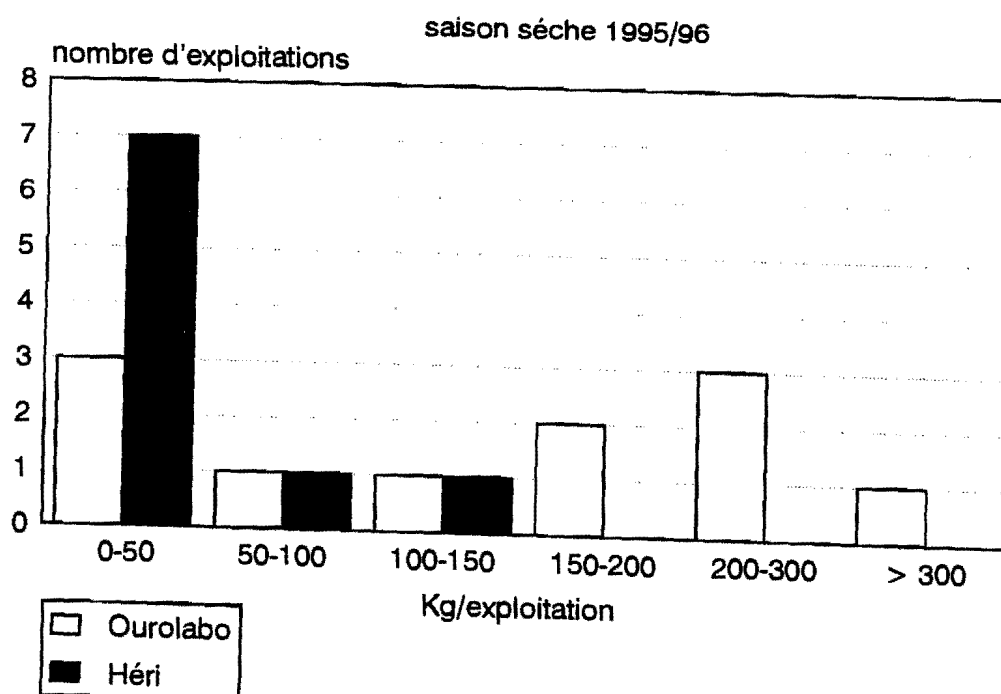


Figure 16 : variabilité des quantités de résidus de légumineuses stockées par exploitation



comme combustible reste toutefois encore très limitée :

- 8 exploitations sur les 9 enquêtées ont consommées entre 70 et 150 kg de tige durant 6 mois de saison sèche.
- la consommation de la 9^e exploitation (360 kg) est plus forte du fait de sa taille (10 épouses au total dans la concession).

Le bois demeure le combustible de base dans ces deux villages : bois mort, coupe de buisson à Héri et surtout bois issu du défrichage à Ourolabo.

Ainsi les stocks de résidus fourragers concerne toujours de petites quantités. En comparaison et dans bien des situations (sauf à Héri en 1994/95) les paysans enquêtés récoltent plus de paille de brousse utilisée pour la fabrication des toits (près de 500 kg/exploitations en 1995/96 dans les deux villages) que de résidus de récolte.

3.2 Variabilité des quantités de résidus récoltés par exploitation

Afin de limiter les facteurs de variation on se limitera par la suite à l'analyse des résultats obtenus dans les 20 exploitations avec bovins durant la saison sèche 1995/96.

Les résidus fourragers

La quantité de fourrage stockée peut-être fonction d'opportunités (parcelle proche de la concession, importante repousse de sorgho,.....) Mais aussi du nombre de bovins à compléter durant la saison sèche. Il semble donc plus judicieux de comparer les exploitations pour la variable **quantité de résidus fourrager récoltée/bovin**.

Pour l'année 1995/96 et dans la majorité des cas les stocks fourragers sont inférieurs à 100 kg/bovin, ce qui correspond environ à 17 jours de consommation³⁹ ou à 34 jours de complémentation à raison de 3 kg fourrage/jour/bovin. Les paysans de Héri stockent environ 3 fois moins de fourrage que ceux de Ourolabo (figure 15), la complémentation des bovins à Héri étant surtout assurée par les aliments concentrés (tourteau et drêche). Par ailleurs les exploitations suivies à Héri disposent pour la plupart de bovins d'élevage s'ajoutant à la (ou les) paire(s) de boeufs de trait. Dans ce cas le stock fourrager est réservé à quelques têtes (bovins de traits, animaux en mauvais état).

A Ourolabo trois exploitations sur les 11 enquêtées se distinguent par une stockage de résidus fourrager plus important : 123, 136 et 490 kg/bovins soit respectivement 20, 23 et 81 jours de consommation. Ces trois exploitations ne possèdent chacune qu'une paire de boeufs ce qui facilite la complémentation. En fait un seul paysan (sur 20) dispose d'un stock fourrager conséquent qui permettrait à sa paire de boeufs de rester en stabulation quasiment en permanence durant 3 mois de saison sèche.

³⁹ un bovin adulte consomme entre 5 et 7 kg de matière sèche par jour

Les autres résidus et biomasses récoltés

Tableau 43 : consommation de tiges de sorgho (construction) et de graminées naturelles (toiture) par exploitation agricole (en kg de M.S)

	moyenne	maximum	minimum
Tiges de sorgho			
Ourolabo	294	866	80
Héri	118	444	0
Graminées naturelles			
Ourolabo	474	1374	145
Héri	535	936	279

La variabilité des stocks de tiges de sorgho et de pailles de graminées naturelles est plus faible. A Ourolabo la consommation des tiges de sorgho est assez importante (294 kg/ha en moyenne en 1995) car les paysans ont l'habitude de construire des palissades en tiges de sorgho (construction précaire caractéristique des villages de migrants). A Héri, terroir ancien, les paysans préfèrent les murs d'enceinte en terre.

L'utilisation des pailles de graminées naturelles est présente dans toutes les exploitations, elle est directement proportionnelle au nombre de toits à réfectionner et donc à la population de l'exploitation.

Les quantités consommées pour la fabrication des toits dépassent largement celles stockées pour la fabrication des palissades et hangar (tiges de sorgho) et pour l'affouragement. Ces graminées naturelles (principalement *Pennisetum pedicellatum*) sont prélevées dans les jachères et les parcours naturels. Pour l'ensemble des 20 exploitations on peut estimer la consommation de paille de brousse à 45 Kg par habitant et par an.

3.3 Le type de fourrages stockés

On note là aussi une grande diversité de pratiques entre les villages et entre les exploitations d'un même village.

Le stockage des pailles de maïs est présent uniquement à Ourolabo certainement du fait de la faible présence de cette culture à Héri. Ce type de résidus n'est stocké de façon significative que dans trois exploitations de Ourolabo sur les 11 enquêtées en 1995/96. Pour la plupart des paysans la paille de maïs ne correspond pas à un fourrage de qualité.

Les fanes de légumineuses sont stockées en petites quantités à Héri. A Ourolabo les quantités stockées sont plus importantes (figure 16) car les disponibilités en fanes de qualité sont plus importantes et ceci pour plusieurs raisons:

- la présence de parcelles de niébé en culture pure propices à la récolte des fanes ;
- le développement récent de l'association du niébé/ maïs ou niébé/sorgho lorsque la céréale présente une faible densité après le 1^o sarclage (très présent dans les exploitations d'ethnie Moundang);
- le stockage des fanes d'arachide des quelques parcelles récoltées après la dernière pluie, les sols sableux d'Ourolabo se prêtent plus facilement à une récolte tardive de l'arachide que ceux de Héri, plus argileux et caillouteux.

Horris un paysan d'Ourolabo se trouvant dans ce dernier cas de figure (637 kg de fanes d'arachide), les stocks de fanes de légumineuses ne dépassent pas 300 kg par exploitation à Ourolabo et toujours moins de 100 kg par exploitation à Héri.

Les paysans de Héri se sont plus spécialisés dans la collecte des résidus fourragers de sorgho comprenant essentiellement les repousses de sorgho rouge et les pailles de sorgho koïdawa. Ces fourrages correspondent à 83% de la quantité totale collectée (Tableau 44). Le sorgho reste la céréale dominante à Héri. Ce type de fourrage qui est récolté un à deux mois après la fin des pluies est considéré par les éleveurs comme l'aliment idéal pour les bovins. Les fanes de légumineuses sont plutôt réservées aux petits ruminants et ne doivent pas avoir été endommagées par la pluie avant leur récolte.

Tableau 44 : Importance relative des différents fourrages collectés en 1995/96

	OUROLABO	HERI
Quantité moyenne stockée par exploitation (kg)	342	267
répartition en %		
- arachide	32%	10%
- niébé	26%	7%
- maïs	25%	-
- sorgho (fourrage)	16%	83%

3.4 Le taux de collecte des résidus de récolte fourragers

A partir des observations faites en saison sèche sur les parcelles cultivées et des déclarations d'assolement, il est possible de faire une estimation de la production de résidus fourrager pour chaque exploitation et par groupe d'exploitations par site. Il s'agit bien d'une estimation de la production de résidus fourrager facilement disponible qui est inférieure à la production totale de résidus surtout pour le maïs et l'arachide.

Figure 17 : Taux de collecte des résidus fourragers des 20 exploitations

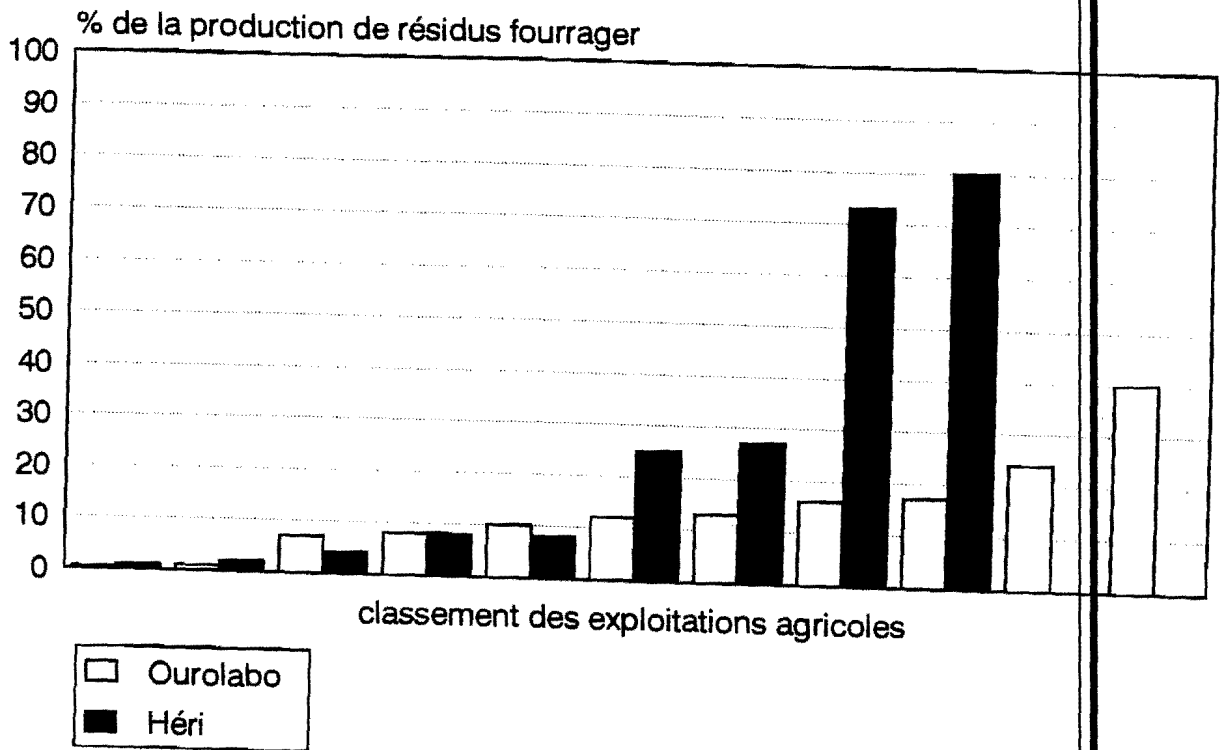


Tableau 45 : Estimation des quantités de résidus fourrager facilement récoltables en kg/ha

	<i>Ourolabo</i>	<i>Héri</i>
- fanes d'arachide	600	600
- fanes de niébé	240	120
(association avec l'arachide)	1000	absent
- fanes de niébé (culture pure)	1200	1700
- pailles de maïs	60	150
- repousses sorgho rouge		

Environ 10% de la production de résidus fourrager sont stockés dans les exploitations suivies à Ourolabo, ce taux de collecte est un peu plus élevé à Héri (17%) du fait de la moindre présence du maïs dans ce village et de l'exploitation intensive des parties fourragères issues du sorgho (tableau 46). Environ 1/5 de la production de fane de niébé est récoltée. Ces moyennes confirment l'attachement des agro-éleveurs à ces deux types de fourrage. La paille de maïs et les fanes d'arachide sont largement sous exploitées.

Tableau 46 : Taux moyen de collecte des résidus fourrager pour les deux groupes d'exploitations, en % de la production facilement disponible.

	Ourolabo	Héri
fane d'arachide	10 %	4%
fane de niébé	18%	16%
paille de maïs	4%	0%
sorgho (fourrage)	70%	100%
l'ensemble des résidus fourrager	10%	17%

Ces moyennes par village masquent la variabilité entre exploitations (figure 17). Sur les 20 paysans enquêtés seulement trois d'entre eux récoltent plus de 40% de la production de résidus fourrager. Il s'agit toujours de petites exploitations possédant seulement 2 ou 3 bovins de trait et cultivant une petite surface (moins de 2 ha à Héri, 4 ha à Ourolabo). Elles valorisent bien leur production de résidus en intensifiant l'affouragement des bovins en saison sèche à partir des résidus de sorgho et de niébé (Héri) ou des pailles de maïs et des fanes d'arachide (Ourolabo).

3.5 Le taux de collecte des résidus non fourragers et des graminées naturelles

Il est difficile d'évaluer le taux de collecte des tiges de sorgho utilisées pour la construction. Ces tiges de gros calibre proviennent soit des parcelles de sorgho (mélange de sorgho rouge

et de sorgho blanc) soit des parcelles d'arachide où très fréquemment le sorgho blanc est complanté en lignes équidistantes de 5 à 7 m. Cette ressource n'est pas appropriée et les paysans ramassent ces tiges là où ils veulent (dans leurs parcelles ou dans celles d'autrui).

En moyenne une exploitation d'Ourolabo utilise 300 kg de tige de sorgho et cultive 0,8 ha de sorgho (culture pure) et 1,7 ha d'arachide qui correspondent à une production de tige de gros calibre comprise entre 2 et 3 tonnes. Le taux d'exploitation des tiges de sorgho se situe autour de 10%. Les besoins en tige de sorgho à Héri sont moindres (120kg/exploitation/an) alors que la production est comprise entre 1,5 et 2 t/exploitation. Le taux d'exploitation de cette ressource est inférieure à 10%. En début de saison sèche les paysans ne rencontrent jamais de difficulté pour ce type d'approvisionnement.

Il est encore plus difficile d'estimer l'importance du degré de collecte des graminées naturelles destinées à la réfection des toitures. Ces graminées annuelles proviennent des jachères, des zones peu ou pas pâturées et en fin des bordures de champs dont la surface n'a pas été mesurée. En considérant que la demande en paille de brousse est de l'ordre de 45 kg/habitant/an, il est facile d'évaluer les besoins pour l'ensemble de la population du village et de mettre en correspondance des surfaces à récolter (tableau 47).

Tableau 47 : Besoins et offres en paille de brousse au niveau des deux terroirs

	Ourolabo	Héri
- Population (habitants)	974	1159
- Besoins annuels en paille de brousse en t.	44 t	52 t
- surface correspondante si le rendement en paille est de :		
5 t/ha	8,7 ha	10,4 ha
3 t/ha	14,6 ha	17,4 ha
2 t/ha	22 ha	26 ha
Surface de jachère non pâturée en saison des pluies	87 ha	< = 7 ha
Surface de parcours non sur pâturé en saison des pluies	160 ha	140 ha
Surface totale de parcours + jachère	310 ha	220 ha

A Ourolabo l'offre en paille de brousse dépasse largement la demande car la surface de jachère non pâturée qui est généralement très productive (rendement moyen 5 t/ha de paille de graminées voir 2° partie) est dix fois supérieure à la surface qui sera effectivement récoltée. Seuls les feux précoces peuvent anéantir cette production et poser des problèmes d'approvisionnement aux populations de ce village.

A Héri la surface en jachère incluse dans les systèmes de culture est très réduite (moins de 7

ha pour l'ensemble du terroir). La production de graminées annuelles y est aussi élevée (3 à 4 t/ha) mais généralement les paysans doivent exploiter des zones de parcours présentant un couvert de graminées dense et de haute taille qui ont été peu exploitées par les troupeaux en saison des pluies (en bordure des zones cultivées par exemple, dans des dépressions). La surface exploitée dans ce cas serait comprise entre 15 et 20 ha soit 11% à 14% de la surface de parcours portant une végétation conséquente en début de saison. Du fait du bon contrôle des feux à Héri la population de Héri trouve encore facilement des pailles de graminées annuelles⁴⁰ pour la réfection des toits. Par ailleurs la couverture des habitations avec des tôles réduit chaque année la demande en paille.

4. AFFOURAGEMENT ET COMPLEMENTATION DES TROUPEAUX

La consommation des résidus non fourragers et des graminées naturelles pour les constructions est globalement proportionnelle au nombre d'habitants dans l'exploitation ou dans le village. Si l'habitat se "modernise" cette consommation va décroître au fil des ans tant que ce type de résidu (tiges de sorgho) n'est pas utilisé massivement comme combustible. Nous verrons par la suite qu'à Héri l'approvisionnement en bois pourrait poser des problèmes dans les années à venir.

L'étude des stratégies d'utilisation des résidus de récolte portera uniquement sur la partie fourragère.

4.1 Les cheptels concernés

Pour chaque exploitation enquêtée on a pu enregistrer durant la saison sèche les aliments apportés à chaque type de cheptel de façon à établir des calendriers fourragers. Les aliments - résidus de récolte ou aliments concentrés- peuvent être distribués dès le mois de décembre jusqu'à la fin de la saison sèche. Le stockage des résidus se faisant à l'air libre, les pailles et les fanes sont facilement détruites par les premières pluies. De ce fait les paysans s'arrangent pour distribuer tout leur stock avant la 1^o grosse pluie qui survient généralement durant la 3^o décade d'avril.

La distribution d'aliments concentrés se poursuit durant les premières semaines de la saison des pluies uniquement pour les bovins de trait ou les animaux affaiblis.

La complémentation⁴¹ intéresse quatre types de cheptel :

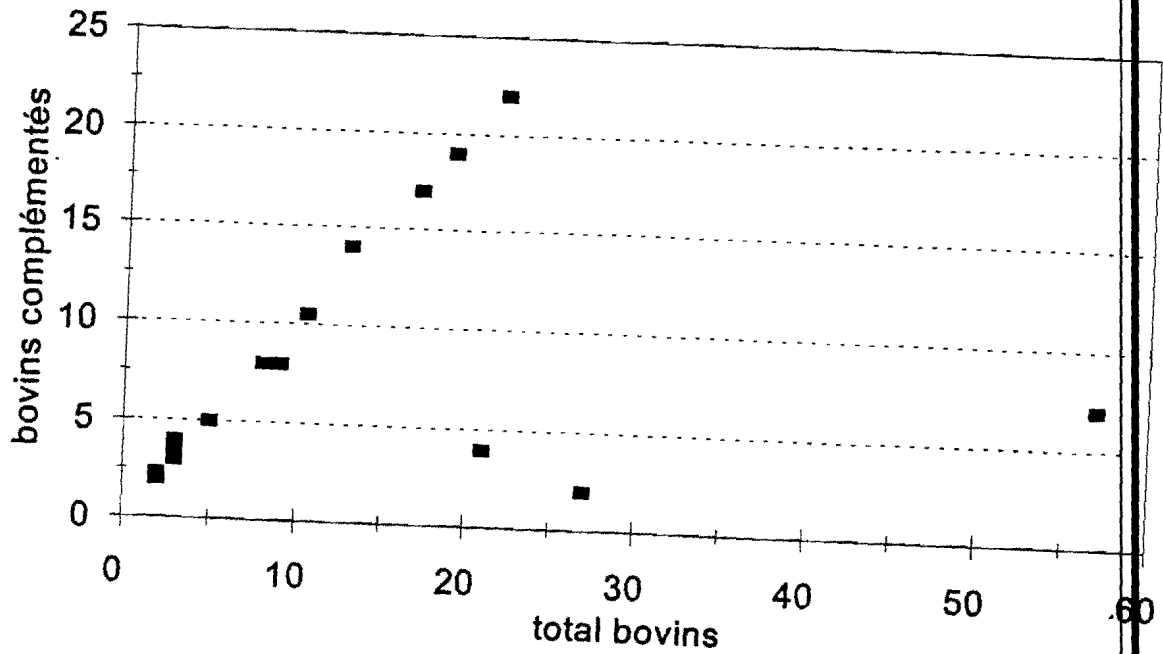
- la priorité est donnée aux boeufs de trait afin qu'ils soient en bon état à la sortie de la saison sèche et qu'ils travaillent efficacement ;
- tout ou une partie des bovins d'élevage. Si le troupeau est important (> 20 têtes) l'éleveur

⁴⁰ Ce qui n'est pas le cas pour les longues tiges de graminées pérennes (*Andropogon gayanus*) qui servent à la fabrication des seccos, des greniers,.... espèce qui est en voie de disparition à Héri.

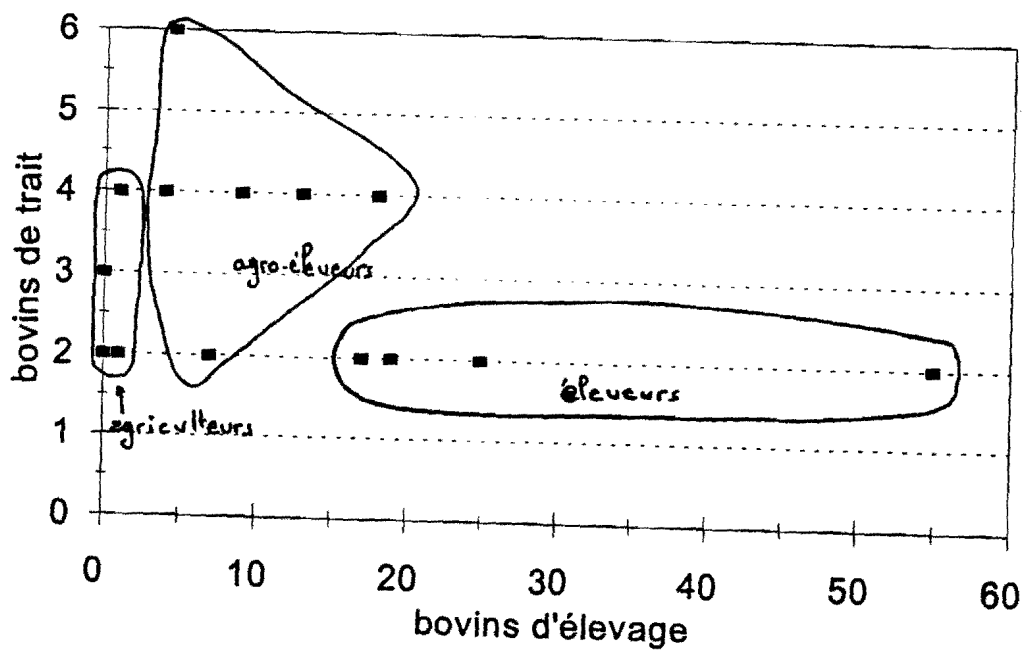
⁴¹ Complémentation (complémenter) : apport d'aliments aux animaux d'élevage en vue de compléter la ration ingérée lors du pâturage.

Figure 18: Caractéristiques des troupeaux bovins suivis

a) Complémentation en saison sèche et taille du troupeau



b) place des bovins de trait dans les troupeaux



n'est pas en mesure de compléter tous ses bovins, il alimentera uniquement les animaux faibles ou malades, les vaches allaitantes.

- parfois les ovins et beaucoup plus rarement les caprins ;

- enfin les porcs (présents dans 5 exploitations sur les 20 suivies) sont complétés durant toute la saison sèche avec la drêche de bière de sorgho et un peu de tourteau de coton. En saison des pluies les porcs sont stabulés en permanence dans de petits enclos et sont nourris avec de la drêche, les restes de cuisine, le son de maïs et certaines adventices comme *Comelina benghalensis*. Pour que le temps consacré à cet élevage en saison des pluies ne concurrence pas les travaux agricoles, les paysans essayent de vendre le maximum de porcs en avril au moment de la fête de Pâques et ne gardent ensuite qu'une ou deux femelles et un mâle en saison des pluies. L'alimentation des porcs en saison des pluies n'a pas fait l'objet d'un suivi précis.

Pour la saison sèche 1995/96, on distinguera trois grands types d'exploitations agricoles dans les deux terroirs, cette typologie se base sur la structure du troupeau bovin (tableau 48) :

Tableau 48 : Typologie des exploitations agricoles suivies⁴²

Type	Nombre de bovins	caractéristiques	Nombre d'exploitations	
			WL3	Héri
éleveur	15 à 60	éleveur musulman privilégiant l'activité d'élevage et possédant un troupeau bovin de plus de 15 têtes comprenant une paire de boeufs de trait et des petits ruminants (5 à 35)	1	3
agro-éleveur	5 à 15	agriculteur ayant placé ses revenus issus du coton dans l'élevage bovin (souvent moins de 10 têtes d'élevage) et les petits ruminants (10 à 20). Il dispose généralement de deux paires de boeufs de trait	3	4
agriculteur	2 à 5	les bovins sont presque toujours des bovins de trait (une ou deux paires) + parfois une femelle ou un jeune. Développement en parallèle d'un élevage de petits ruminants et/ou de porcs	7	2

La complémentation intéresse tous les bovins du troupeau lorsque les effectifs sont inférieurs à 20 têtes (figure 18). Toutefois en fin de saison sèche les agro-éleveurs privilégient les bovins de trait. Certains aliments sont apportés en libre service comme la drêche ou les pailles de

⁴² Toutes les exploitations suivies en 1995/96 pratiquent l'agriculture (et en particulier la culture du coton) et l'élevage (au moins une paire de boeufs de trait). Elles peuvent toutes commander du tourteau à la Sodécoton.

céréales alors que pour d'autres - le tourteau - le paysan peut distinguer des rations par type d'animal. Lorsque les effectifs deviennent conséquents (20 à 60 têtes) l'éleveur ne peut plus nourrir tous ces animaux il procède à l'allotement de son troupeau en distinguant les animaux qui doivent être complémentés en priorité (bovin de trait, vache allaitante....).

4.2 Les aliments du bétail autres que les résidus fourragers

Les caractéristiques fourragères des résidus de cultures ont été présentées dans la 2^o partie. On précise ici les qualités et les modalités d'utilisation des autres aliments dénommés "aliments concentrés".

Modalités d'utilisation

Les agro-éleveurs des deux villages d'étude ne pratiquent ni la culture fourragère ni la coupe de foin sur parcours. Hormis les résidus de culture fourragers, les paysans valorisent principalement trois sous produits agricoles :

- le tourteau de coton provenant des huileries de la Sodecoton (Maroua et Garoua) qui est livré aux paysans à une date variable d'une année à l'autre (de janvier à avril) après qu'ils aient vendu leur coton⁴³ ;

- la drêche de bière de sorgho fabriquée dans un grand nombre de concessions du village, est directement donnée au bétail à l'état frais ou quelques fois après séchage. Dans ce cas l'éleveur peut étaler la distribution de drêche sur plusieurs jours. Les exploitations disposant de drêches mais ne possédant pas de bétail donnent leur production à un tiers. Les ventes de drêches sont rarissimes.

- le son de maïs est uniquement présent à Ourolabo où cette culture est devenue la base de l'alimentation humaine. Par contre à Héri la céréale de base reste le sorgho (rouge ou blanc) qui dans cette région n'est pas décortiquée, dans ce cas il n'y a pas de production de son. Le son est un produit très recherché qui se vend bien. Il est utilisé en priorité pour l'alimentation des porcs et des bovins mais peut être employé dans la fabrication d'alcool ("arki").

D'autres aliments concentrés du bétail sont utilisés en plus petites quantités (tableau 49) : graines de coton (détournées⁴⁴ des usines d'égrenage), épis de sorgho, grain de maïs et de sorgho.

⁴³ Les paysans cultivant le coton commandent le tourteau à la Sodecoton. Ils le payent à la livraison avec l'argent versé pour l'achat du coton. Les éleveurs ne produisant pas de coton doivent acheter le tourteau à l'usine, auprès d'un revendeur ou par le biais d'un paysan.

⁴⁴ Afin de contrôler (en qualité et en quantité) l'approvisionnement en semences de coton, la Sodecoton triture la quasi totalité des graines. Les détournements de graines de coton sont très limités sauf à proximité des usines d'égrenage (l'usine de Guider est à 20 km de Héri).

Tableau 49 : Quantités moyennes d'aliments concentrés utilisées par exploitation durant la saison sèche 1995/96 en Kg Matière sèche et fréquence d'utilisation().

	Ourolabo (11 exploitations)	Héri (9 exploitations)
Tourteau de coton	207 (8/11)	220 (6/9)
Drèche de bière de sorgho (Matière sèche)	135 (9/11)	95 (4/9)
Son de maïs	57 (5/11)	0
Autres aliments		
- grain de céréale	7 (1/11)	0
- épis de céréale	7 (5/11)	15 (7/9)

Le tourteau de coton et la drèche sont bien plus utilisés que les autres aliments concentrés. Les grains et épis de céréale sont réservés à la complémentation des boeufs de trait après la journée de travail pendant les 4 ou 6 premières semaines de saison des pluies. Ces quantités ne figurent pas dans le tableau précédent mais elles restent inférieurs en moyenne à 20 KG par bovin de trait/an.

Valeur alimentaire

La comparaison de la contribution des différents types d'aliment du bétail ne peut pas porter sur les quantités de produit mais plutôt sur les éléments nutritifs qu'ils apportent. Pour simplifier cette approche on se contentera de transformer les KG de matière sèche d'aliment du bétail en Unité Fourragère (UF) et en KG de Matière Azotée Digestible (MAD). Ceci ne se justifiant évidemment que pour les ruminants.

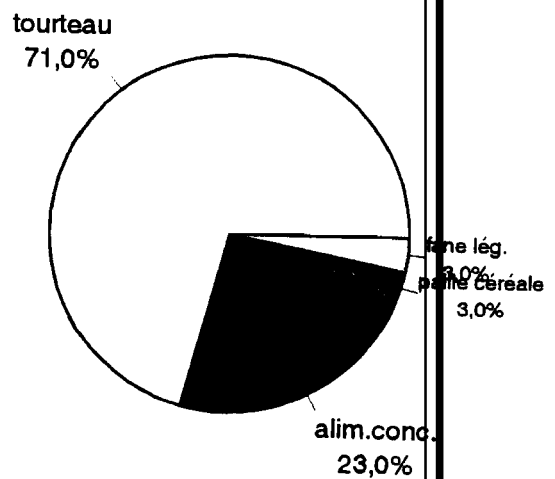
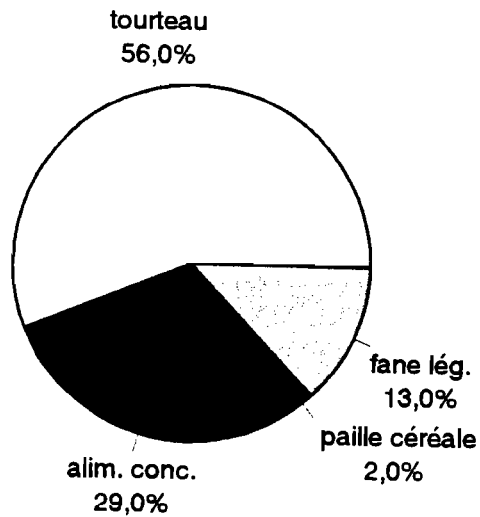
Tableau 50 : Valeur alimentaire moyenne des aliments concentrés. (UF et MAD pour 1 kg de produit brut).

	UF	MAD en gr
tourteau de coton	0,80	300
drèches ⁴⁵ de bière de sorgho séchées	0,80	200
graine de coton	0,90	100
son de maïs	0,83	73
épis complet de sorgho	0,55	25
grain de sorgho	1	62

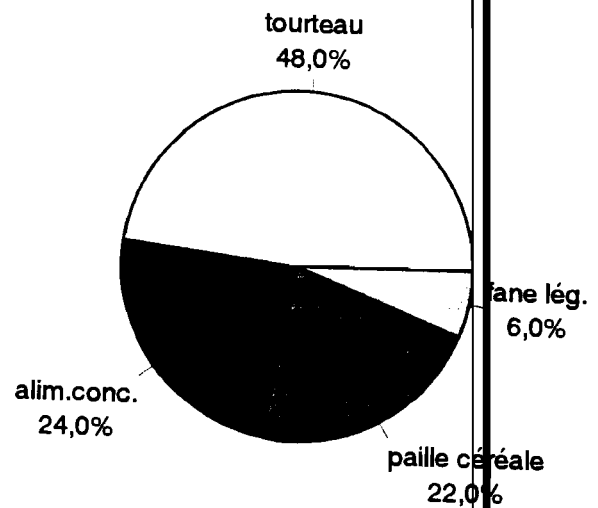
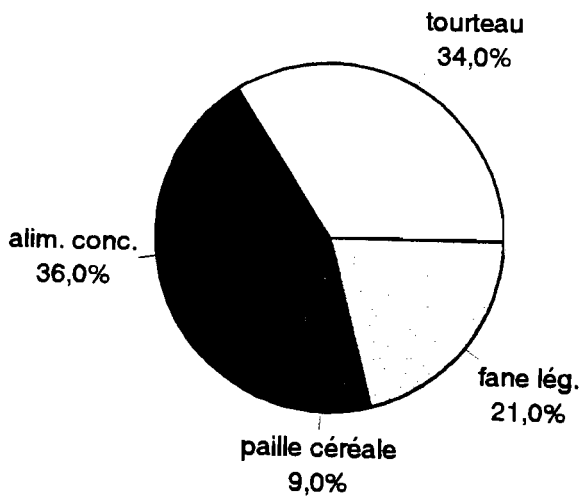
⁴⁵Les tanins pourraient réduire la digestibilité des drèches et la disponibilité effective en matière azotée

Figure 19 : importance relative des différents types d'aliment

a) pour la fourniture de MAD



b) pour la fourniture d'UF



OUROLABO

HERI

Le tourteau et la drèche se caractérisent par la conjonction d'une forte teneur en MAD et en énergie. La qualité de ces deux produits peut varier en fonction de la teneur en eau, de la qualité de conservation, du processus de fabrication (présence plus ou moins importante de restes de fibre de coton). Pour la suite on a retenu pour les résidus de culture fourragers les concentrations en UF et MAD présentées dans la 2^o partie.

4.3 Contribution relative des différents types d'aliment à la complémentation des animaux d'élevage

Approche globale

On considère en premier lieu l'ensemble des cheptels présents dans les exploitations tout sachant que des pratiques de complémentation sont spécifiques de certains élevages.

Le tourteau de coton et les autres aliments concentrés fournissent 70% et 72% des apports d'énergie (UF) compris dans la ration de complément respectivement à Ourolabo et Héri (figure 19). A Ourolabo où la fabrication de bière de sorgho est très répandue (très faible minorité de musulman) l'importance des drèches dans la complémentation animale est plus élevée qu'à Héri où l'on compte dans l'échantillon trois musulmans.

L'importance des aliments concentrés dans l'apport de MAD est encore plus forte puisqu'ils représentent 85% et 94% des MAD de la ration de complément à Ourolabo et Héri. Le tourteau de coton plus riche en azote que la drèche et que les grains de céréales, représente à lui seul 56% et 71% de la teneur en MAD de la ration de complément pour les deux groupes d'exploitations.

Du fait de la disponibilité permanente de fourrage pauvre pour les ruminants - résidus pailleux au sol - durant la saison sèche, les agro-éleveurs privilégient fort logiquement les apports de tourteau de coton, aliment riche en azote.

La complémentation des porcs repose essentiellement sur la drèche et le son de maïs mais certains paysans y ajoutent aussi du tourteau de coton bien que cet aliment contienne du gossypol à priori toxique pour les monogastriques. A Ourolabo l'alimentation des 4 ateliers de porcs (37 têtes au total) mobilisent durant la saison sèche 17% des achats de tourteau et 34% des disponibilités en drèches et son de notre échantillon. A Héri le seul atelier de l'échantillon (9 têtes) consomme principalement du grain (sorgho et maïs) et les déchets de cuisine.

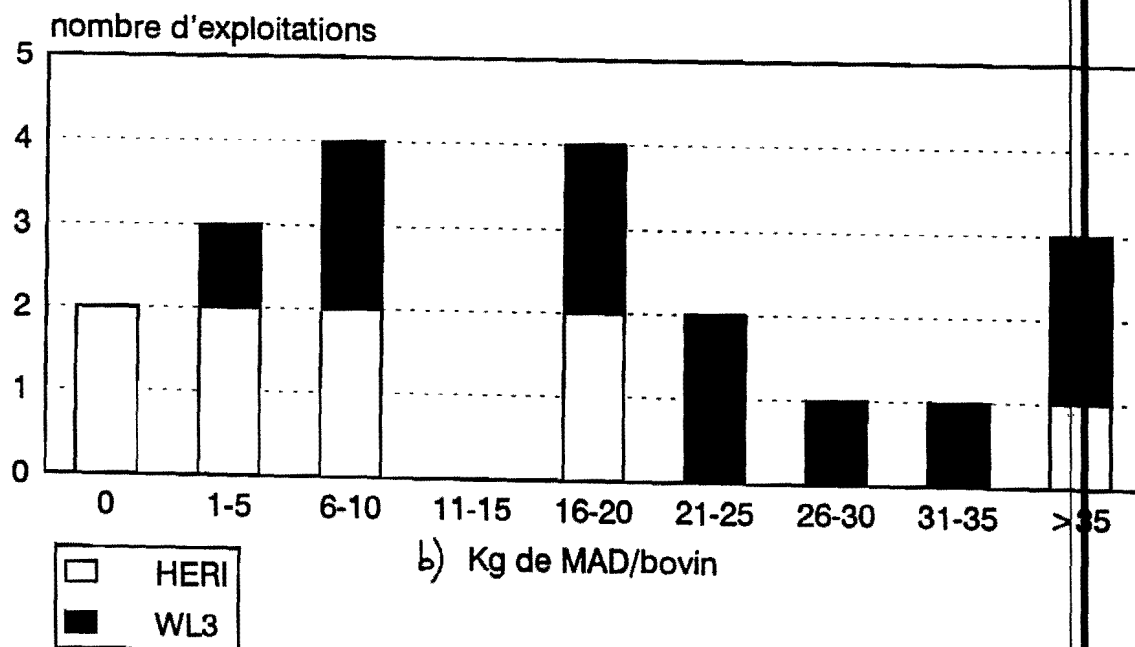
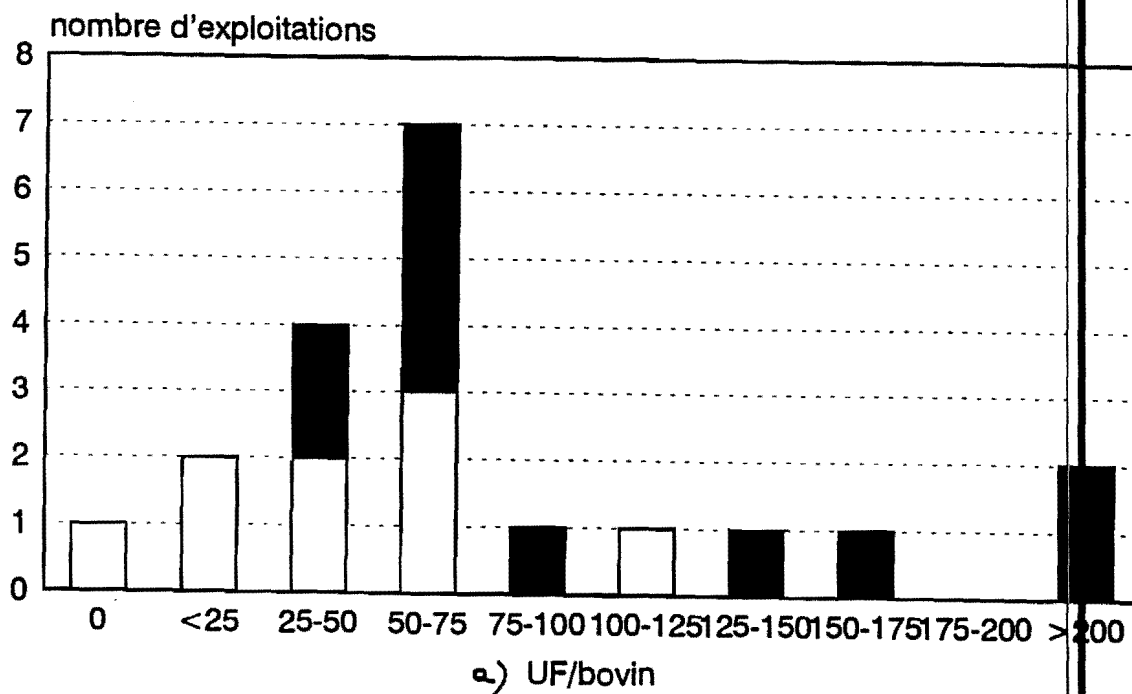
Analyse de la variabilité

La comparaison entre exploitations porte uniquement sur la complémentation des bovins, espèce présente dans les 20 exploitations suivies. Les apports alimentaires sont exprimés en UF et KG de MAD par bovin complémenté. La variabilité des apports d'UF et de MAD est très élevée, elle met en évidence une complémentation plus importante dans les exploitations de Ourolabo (figure 20 a et b). Pour les deux sites :

- une seule exploitation n'apporte pas de complément alimentaire;
- dans la moitié des situations la complémentation correspond aux besoins en UF des bovins

Figure 20: variabilité des apports d'énergie (UF) et de matière azotée (MAD) selon les exploitations

UF et Kg de MAD/bovin complémenté



pour une durée inférieure à 20 jours.

- certaines exploitations possédant une seule paire de boeufs apporte un complément alimentaire couvrant les besoins en énergie des animaux pour plus de deux mois

Concernant les apports de matière azotée digestible (MAD) on peut établir le même constat (figure 20 b) : très forte variabilité (de 0 à 39 KG de MAD par bovin pour la saison sèche) pour l'ensemble de l'échantillon; apports plus importants à Ourolabo. Le taux de couverture des besoins en MAD est globalement plus élevé que celui relatif à l'énergie du fait de l'utilisation d'aliments concentrés riches en azote (tourteau et drêche) :

- un tiers des exploitations apporte un complément azoté couvrant les besoins pour une durée inférieure à 40 jours (le tiers inférieur).

- pour le tiers supérieur, les apports alimentaires couvrent les besoins en MAD pour une durée supérieure à 110 jours.

Il faut rappeler que durant la 2^e moitié de la saison sèche (en gros 90 jours) les quantités de MAD disponibles sur les parcours et dans la vaine pâture sont très limitées. Les agro-éleveurs ont donc surtout besoin d'apporter des aliments riches en azote.

La place relative des résidus fourragers reste faible dans les apports d'énergie et encore plus faible en ce qui concerne la matière azotée digestible (figure 21). Trois exploitations sur les 20 seulement ont développé une complémentation basée principalement sur des résidus fourragers : deux à Ourolabo ayant stocké une quantité importante de fanes d'arachide et une seule à Héri dont les stocks fourragers sont composés de fane de niébé et paille de sorgho. Dans les trois cas le nombre de bovins complémentés se limite à 3 par exploitation.

Pour les autres exploitations et en particulier celles qui complémentent un petit troupeau (de 4 à 20 têtes) la ration apportée aux bovins en saison sèche est basée essentiellement sur le tourteau et les aliments concentrés (drêche, son, épi, grain). Dans ce cas le tourteau est préféré aux autres types d'aliment concentré.

Sur les 20 exploitations suivies, quatre seulement n'utilisent pas de tourteau de coton :

- deux d'entre elles n'apportent pas d'autres compléments alimentaires à l'exception d'une petite quantité de paille de sorgho;
- pour les deux cas restant, la complémentation est basée sur le son et surtout sur les résidus fourragers.

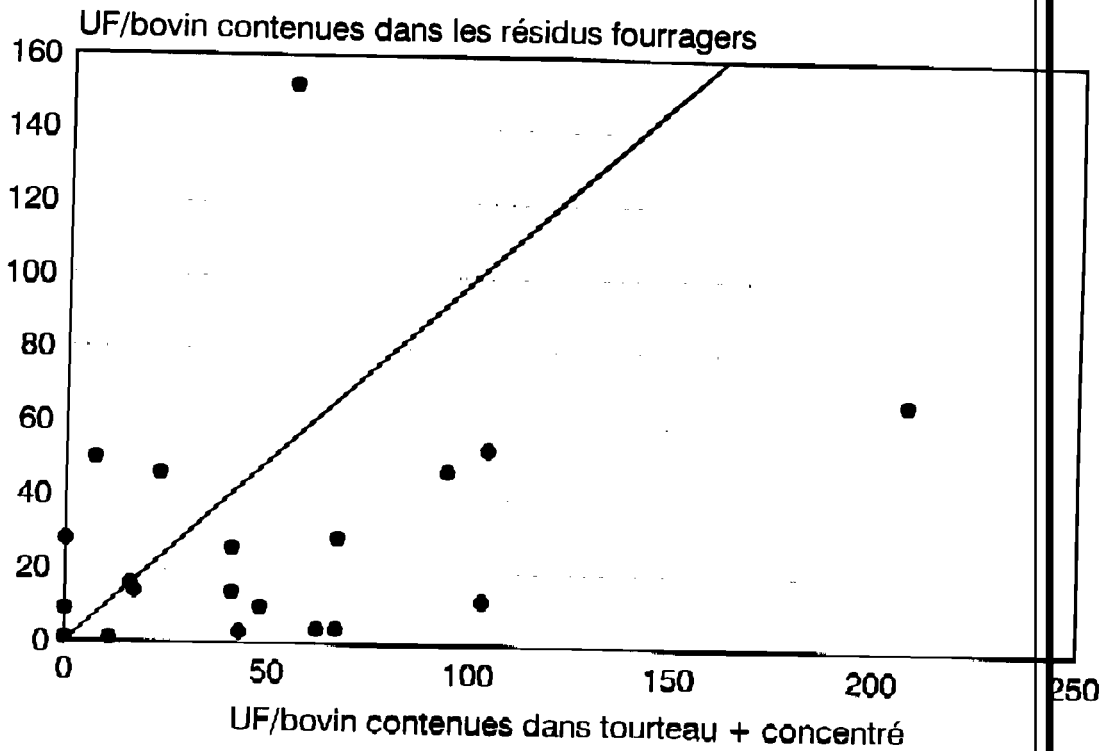
Ces quatre exploitations cultivent peu de coton et possèdent des troupeaux assez importants (10 à 30 têtes). Elles privilégient une alimentation du bétail basée sur les parcours naturels et complémentent peu leurs bovins lorsqu'ils sont stabulés la nuit même lorsqu'il s'agit des bovins de trait.

Taux de couverture des besoins pour la période de pénurie fourragère

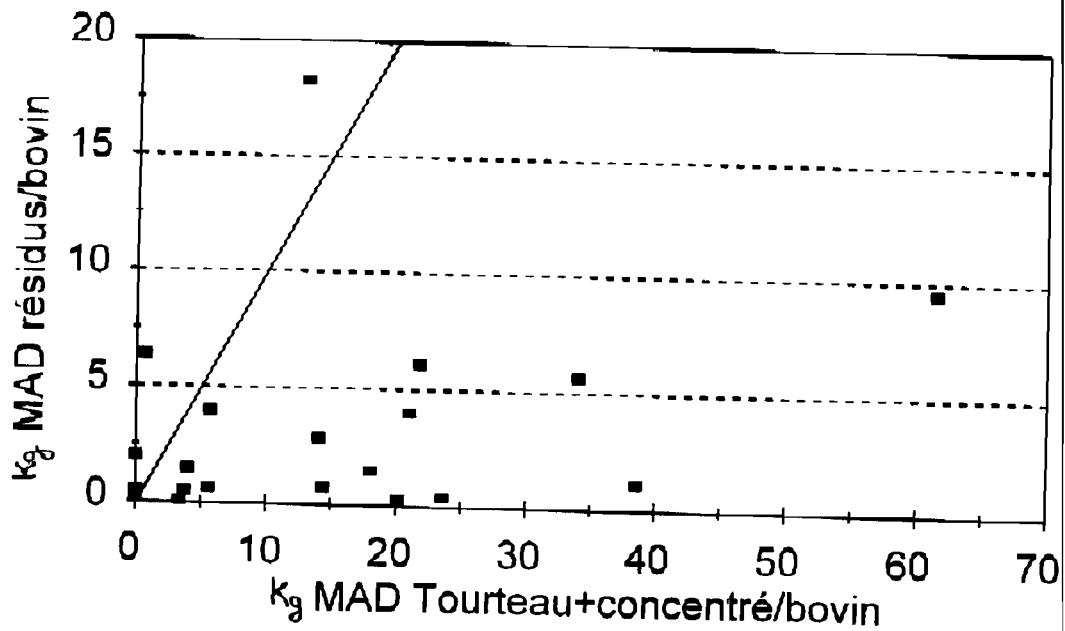
L'évolution de la conformation des bovins des exploitations enquêtées n'a pas fait l'objet de mesure durant la saison sèche. De même il est très difficile d'évaluer la quantité et la qualité

figure 21 : importance relative des différents types d'aliment de complément

a) apports d'énergie (UF)



b) apports de matière azotée (MAD)



des aliments ingérés au pâturage. Pour évaluer l'importance de la complémentation dans l'alimentation des troupeaux bovins durant la saison sèche on prendra comme hypothèse

- que les besoins d'entretien (énergie + protéine) des animaux sont satisfaits par la complémentation et le pâturage durant toute la saison sèche dans la mesure où l'on n'a pas constaté d'amaigrissement important du bétail ;

- que la période de complémentation correspond en moyenne à 105 jours (1^o février - 15 mai). Avant cette période les troupeaux couvrent leurs besoins à partir de la vaine pâture et des parcours naturels. A partir du 15 mai (parfois 1^o juin) les bovins qui ne travaillent pas peuvent s'alimenter exclusivement à partir de la pousse d'herbe.

- les besoins en énergie sont estimés en moyenne à 2,65 UF/jour pour un bovin de 250 KG marchant 5 km par jour;

- les besoins en MAD sont évalués à 189 g/jour pour le même type d'animal.

En moyenne pour les deux sous échantillons la complémentation a un rôle prépondérant dans la fourniture de MAD (tableau 51).

Tableau 51 : contribution moyenne (en %) des aliments de complément dans l'alimentation d'entretien des bovins en période de pénurie fourragère (105 jours de saison sèche).

	OUROLABO	HERI
besoins en UF	32%	12%
besoins en MAD	100%	44%

Mais ces moyennes par village cachent une forte variabilité entre exploitations (figure 22 a et b). Pour la moitié des exploitations la complémentation couvre en gros le tiers des besoins en UF pour la période (1^o février/15 mai). Un seul paysan alimente régulièrement sa paire de boeuf avec d'importantes quantités de résidus et du tourteau. Dans ce cas la complémentation correspond à 90% des besoins en énergie, les 10% restant peuvent être facilement prélevés sur les parcours et les parcelles récoltées pendant une durée très limitée⁴⁶ de pâturage.

La variabilité du taux de couverture des besoins en MAD provenant de la complémentation est encore plus élevée. On distingue trois groupes de troupeau (figure 22 b) :

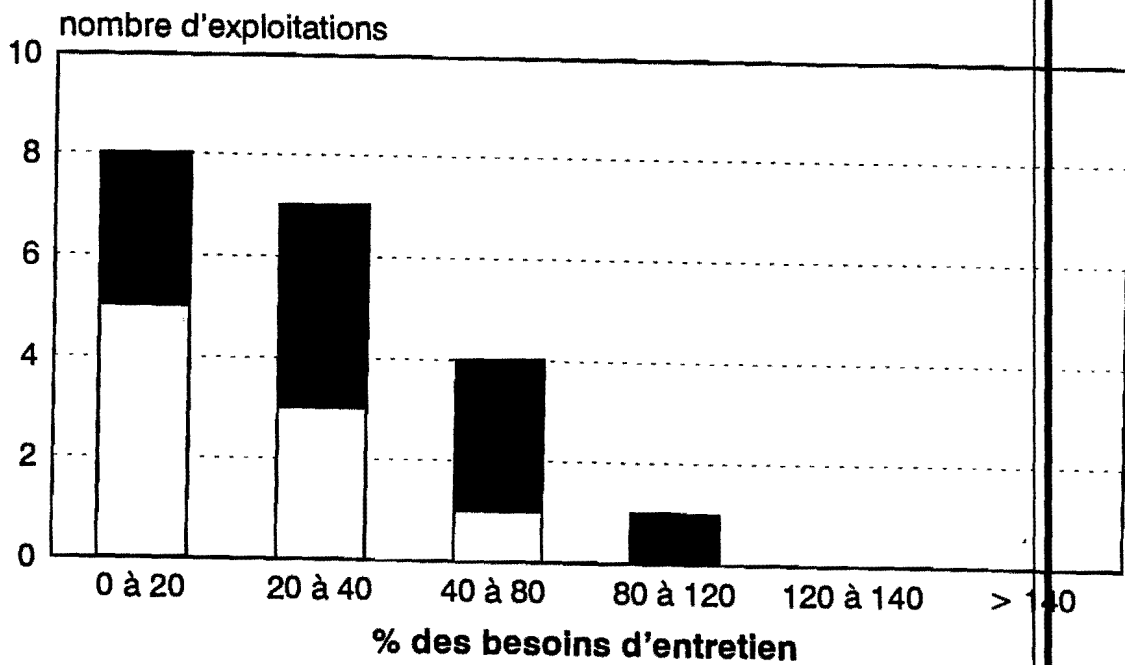
- 8 troupeaux sont très peu complémentés; moins de 40% des besoins en MAD sont couverts par la complémentation pour la période 1^o février - 15 mai . Il est probable que dans ces situations la couverture des besoins en MAD des bovins ne soit pas totalement assurée dans la mesure où les parcours et la vaine pâture à cette période renferment très peu d'azote.

⁴⁶ Ce qui entraînera une réduction des besoins d'entretien pour l'énergie

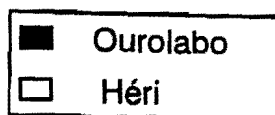
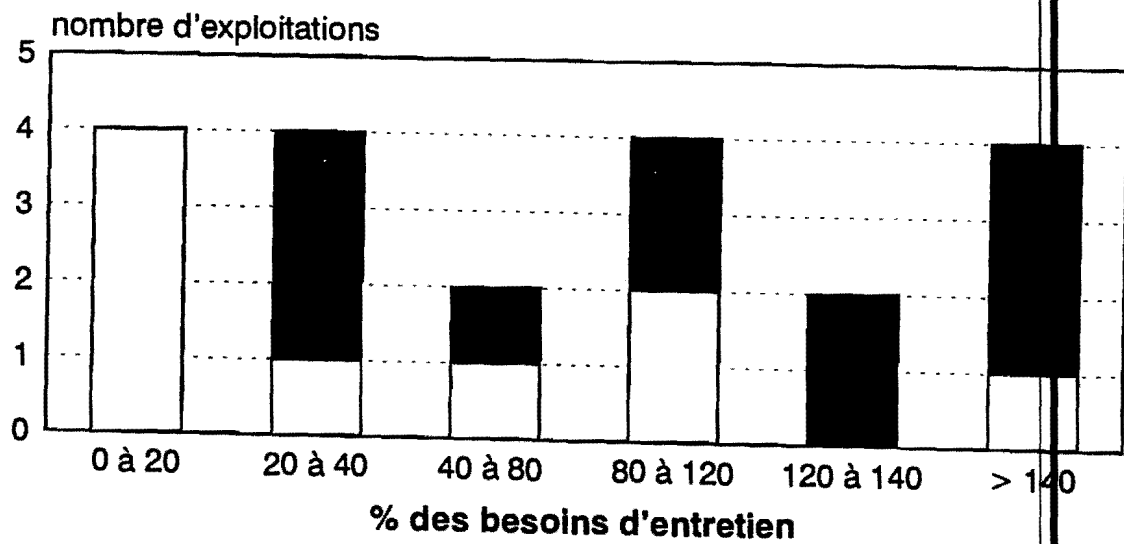
Figure 2: taux de couverture des besoins d'entretien des bovins assurés par la complémentation

a) apports d'UF

période 1^o février - 15 mai 1996



b) apports de MAD



- 2 troupeaux se trouvent dans une situation intermédiaire où la complémentation couvre respectivement 48% et 76% des besoins en MAD. Une conduite raisonnée des troupeaux sur des parcours relativement riches en azote - pâturage des zones inondables à Ourolabo ou l'émondage d'arbres fourragers à Héri - peuvent fournir le reste des besoins en protéine.

- 10 troupeaux (soit 50% de l'effectif) ont leurs besoins en MAD couverts par la complémentation en particulier par un apport important et régulier de tourteau et de drêche. Dans bien des cas l'apport de MAD est même excessif et doit être mal valorisé s'il y a un manque d'énergie. Les apports de tourteau peuvent atteindre 1,5 KG/jour voire 2 KG/jour et s'ajouter à l'apport régulier de la drêche qui renferme aussi des protéines. Il y a manifestement un surdosage en MAD pour quelques troupeaux.

La prise en compte de cette diversité et l'analyse des calendriers fourragers nous permet de proposer une typologie des stratégies de complémentation.

4.4 Stratégies de complémentation.

La diversité des pratiques de complémentation est tout à fait remarquable. Certains paysans ne s'intéressent qu'aux bovins, d'autres nourrissent aussi les ovins et parfois les caprins. Le début de la complémentation fixé arbitrairement au 1^o février dans les calculs précédents, est loin d'être la règle (figure 23). Le démarrage de la complémentation pour un aliment donné dépend principalement de sa disponibilité :

- la drêche est distribuée durant toute la saison sèche en fonction de la production de bière dans la concession ou chez les voisins. Le séchage très grossier de la drêche permet d'effectuer des reports de consommation de quelques jours seulement. En début de saison des pluies, les femmes sont mobilisées pour les travaux agricoles et la production de bière et donc celle de drêche ont vocation à diminuer;

- le tourteau est apporté principalement aux bovins dès que la Sodecoton a livré la commande au groupement. Les dates de livraison sont très variables : janvier 1995 et février 1996 à Héri, mars 1995 et avril 1996 à Ourolabo. Lorsque la livraison tarde trop certains éleveurs essayent d'acheter du tourteau sur les marchés environnants ou utilisent des graines de coton détournées. De ce fait les agro-éleveurs essayent de plus en plus de reporter l'utilisation d'un ou deux sacs de tourteau à l'année suivante.

- les résidus de culture peuvent être distribués très précocement en début décembre, période durant laquelle la vaine pâture est encore abondante. D'autres paysans attendent le mois de janvier ou de mars pour commencer à distribuer les résidus fourragers.

De cette diversité de situation il est difficile d'établir des règles d'utilisation des résidus de récolte et des aliments concentrés. Les comportements des agro-éleveurs vont aussi différer avec les quantités stockées. Si le stock de résidus est peu important il aura tendance à s'en débarrasser en début de saison sèche de crainte de voir ce stock consommé par des animaux divagants. D'une façon générale les paysans comptent sur le tourteau pour assurer la complémentation des bovins durant les mois de mars et avril. Ils peuvent donc distribuer les résidus fourragers avant cette période.

Si le stock de résidus fourrager est plus important la distribution des résidus peut s'étaler sur plusieurs mois et dans certains cas se terminer début mai après l'arrivée des premières pluies. Mais dans ce cas la distribution de résidus n'est pas journalière et se fait en fonction de l'état corporel du troupeau et de ses déplacements en brousse.

Les résidus fourragers ainsi que les autres aliments de complément sont toujours apportés tôt le matin avant le départ au pâturage. Ainsi les quantités apportées peuvent être plus importantes si l'agro-éleveur décide d'envoyer ses animaux en brousse seulement en fin de matinée (berger indisponible avant,.....). Ceci peut être le cas en période de récolte (décembre), le paysan peut préférer garder plus longuement son bétail au *saré* en l'alimentant avec des résidus de façon à réduire la période de pâturage et donc les difficultés de conduite entre les champs partiellement récoltés.

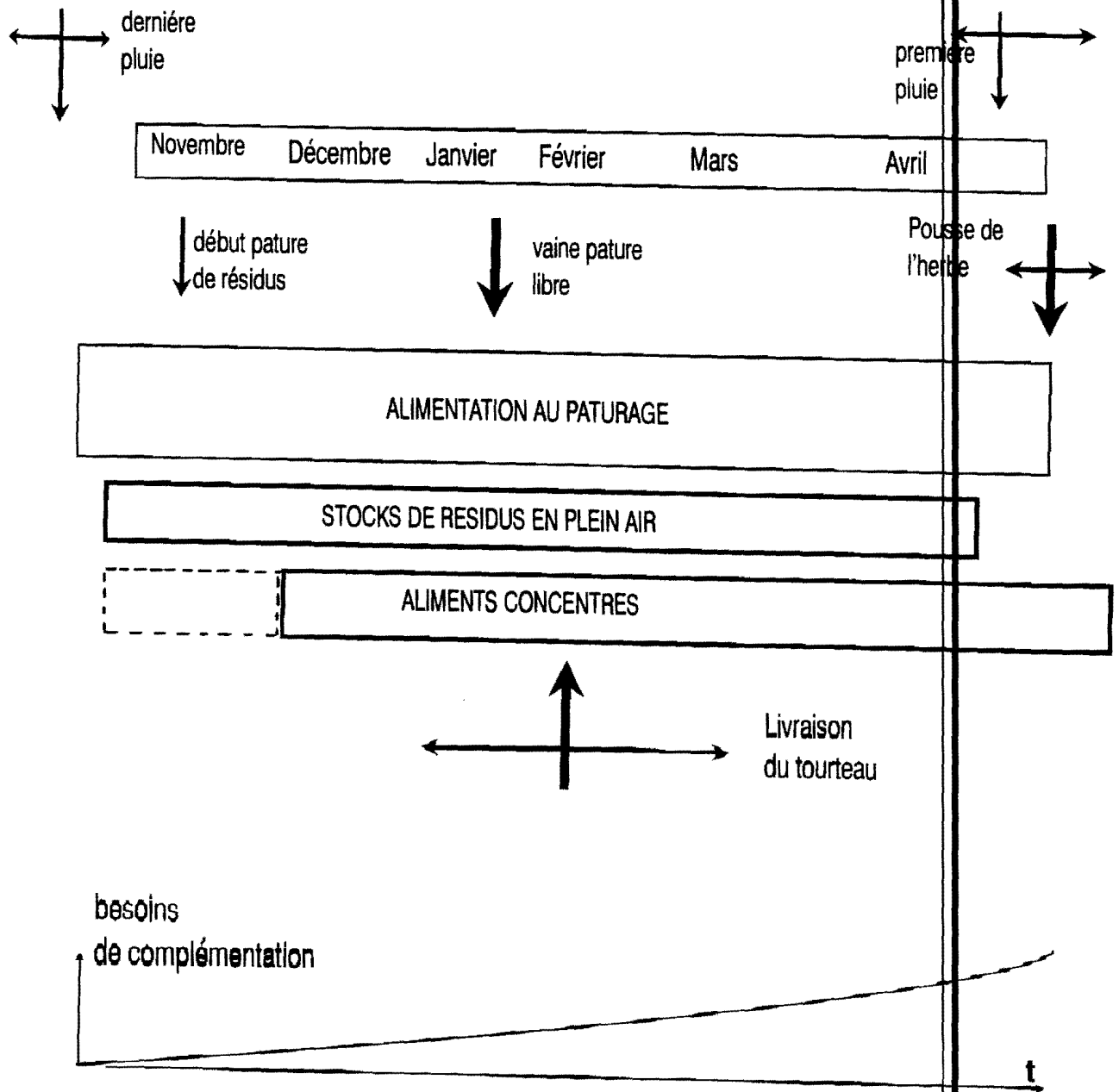
Malgré cette diversité on peut proposer 4 types de stratégies d'alimentation (tableau 52).

Tableau 52 : Stratégies de complémentation des bovins en saison sèche

Type et sous type (% /échantillon)	Compléments alimentaires	Eléments de stratégie
1. 1.1 1.2 (20%)	Aucune complémentation Apport de tourteau durant le mois précédent la période des labours	L'agro-éleveur considère que les parcours et la vaine pâture suffit à son troupeau. Recours à la transhumance observée chez deux éleveurs à Héri. La complémentation en fin de SS avec du tourteau ne concerne que les bovins de trait
2 (20%)	Apport de résidus fourragers + drèches (si non musulman) + un peu de céréale et de son. Pas de tourteau de coton	L'agro-éleveur apporte une complémentation durant toute ou une partie de la SS en la renforçant à partir de mars. Pour limiter ses dépenses ou par défaut d'organisation il n'a pas recours au tourteau mais il valorisera une large gamme de produit parfois acheté (son).
3 (35%)	Complémentation basée sur le tourteau en fin de saison sèche	L'agro-éleveur base la complémentation sur le tourteau livré par la Sodecoton mais de ce fait est très tributaire la date de livraison. Avant cela il valorise son stock de résidus fourrager.
4 (25%)	Complémentation basée sur le tourteau ou un autre aliment concentré durant trois mois de saison sèche	l'agro-éleveur souhaite compléter efficacement son troupeau dès le mois de février parfois avant. Pour cela il valorise la drèche, les résidus, du tourteau de l'année précédente, des graines de coton et si besoin des épis de sorgho.

Le Type I comprend les élevages extensifs de grande taille qui sont conduits quasi exclusivement sur parcours naturels et vaine pâture (type éleveur) et un seul agro-éleveur qui privilégie la complémentation de ces porcs.

Figure 24 : facteurs pouvant interférer sur la stratégie de complémentation



légende

↔ Date aléatoire

Le Type II regroupe des agro-éleveurs relativement âgés et disposant d'effectifs moyens (4 à 20 têtes). Ils ne souhaitent pas mobiliser une partie de leur revenu cotonnier pour acheter du tourteau mais valorisent au mieux les autres ressources fourragères disponibles.

Le Type III correspond au cas de figure le plus courant dans cette région (type agriculteur) : la (les) paire(s) de bovins de trait constitue le cheptel bovin qui est complété avec du tourteau en préparation de la campagne agricole. A cela s'ajoute deux agro-éleveurs et un éleveur (de Héri) qui scinde son troupeau en deux lots. Un premier lot est complété le deuxième part en transhumance.

Le Type IV comprend 4 exploitations de Ourolabo et une seule à Héri. Ces agro-éleveurs entretiennent un petit troupeau bovin en vue d'accroître leur capital sur pied. A Ourolabo la pression parasitaire étant forte ces paysans souhaitent nourrir régulièrement leurs animaux pour compenser un amaigrissement dû au parasitisme⁴⁷. A Héri nous sommes en présence d'un paysan qui souhaite réellement moderniser son élevage et l'intégrer pleinement à son exploitation (production de fumier, stabulation de longue durée en enclos, complémentation régulière).

Il faut noter que pour les types II, III et IV on n'a pas observé de pratiques d'embouche au piquet ou à l'étable comme cela est fréquent en Afrique de l'Ouest. Le faible prix de la viande sur les marchés locaux et la faible demande en animaux gras ne poussent pas les paysans à faire de l'embouche qui nécessite un investissement en travail et en argent qu'ils devront rentabiliser.

Dans la plupart des exploitations les difficultés d'entretien des bovins se posent en fin de saison sèche et en début de saison des pluies (du 1^{er} avril au 15 mai). Faute de stock d'aliment en quantité suffisante les agro-éleveurs arrêtent souvent la complémentation des bovins avant que les parcours naturels satisfassent pleinement leurs besoins. Dans le meilleur des cas le paysan réserve une partie du stock de tourteau ou garde quelques paniers d'épis de sorgho pour compléter les boeufs de trait après le labour (Lelandais, 1996). Mais dans 40% des exploitations suivies cette complémentation n'est quasiment pas assurée. Les propriétaires de bovins de trait de Héri se distinguent de ceux de Ourolabo par la régularité des apports d'épis de sorgho durant les 4 ou 5 premières semaines de labour (Lelandais, 1996).

4.5 Complémentation et systèmes fourragers

Les données collectées dans ces 20 exploitations permettent de faire une analyse des pratiques de complémentation en saison sèche. Selon nos hypothèses les parcours et la vaine pâture fournissent en moyenne 80% des besoins en UF des bovins durant la période de pénurie fourragère (1^{er} février - 15 mai) et seulement 30% des besoins en MAD. Durant cette période les agro-éleveurs ont recours à des systèmes de complémentation plus ou moins adaptés. Mais durant le reste de l'année comprenant la saison des pluies -15 mai au 15 octobre - et la période d'abondance de résidus fourrager au sol - 15 octobre au 1^{er} février - les troupeaux se nourrissent presque exclusivement à partir des aliments pâturés. Seuls les animaux de trait reçoivent une ration après le travail durant les 4 ou 6 premières semaines de la saison des

⁴⁷Un traitement antiparasite complet en début de saison sèche serait plus approprié.

pluies.

Les données sur la complémentation présentées ci-dessus ne donnent qu'un aperçu des systèmes fourragers élaborés par les agro-éleveurs pour la saison sèche. L'adéquation entre complémentation et pâturage est toutefois complexe et dépend de plusieurs facteurs (Figure 24):

- la taille du troupeau;
- le savoir faire des bergers en matière de conduite du troupeau au pâturage et de la possibilité de transhumer qui peut suppléer au manque de complémentation;
- la capacité financière des chefs d'exploitation pour acheter des aliments concentrés en particulier le tourteau ;
- la capacité des paysans à réaliser des stocks de résidus.

Des facteurs aléatoires peuvent aussi perturber les prévisions des paysans :

- pluies tardives en octobre et début novembre réduisant la quantité de résidus fourrager récoltable ;
- pluies précoces détruisant les restes de stock de résidus sur les hangars mais pouvant entraîner une disponibilité rapide d'herbe de qualité si la saison des pluies s'installe;
- mais surtout la date aléatoire de livraison du tourteau de coton.

CONCLUSION DE LA 3^e PARTIE

En l'absence de diagnostic sur la qualité des pâturages en saison sèche, il est difficile de conclure sur la couverture des besoins alimentaires des bovins dans les deux tempers. Par ailleurs des problèmes sanitaires (épizootie et parasitisme) peuvent limiter la productivité des troupeaux bovins et la valorisation des aliments pâturés ou apportés au saré. Notre objectif ici n'est pas de faire une évaluation des pratiques d'élevage. On s'intéresse par contre aux différents flux qu'engendre l'élevage (pâturage raisonné, brûlis de certains espaces...) et plus particulièrement ici ceux liés à la complémentation des bovins (stockage de résidus, achat de tourteau, valorisation des sous produits).

Toutefois on peut discuter des capacités des agro-éleveurs à améliorer la complémentation de leurs cheptels. Dans ce domaine on a vu que le degré de complémentation est très variable selon les troupeaux même si le recours au tourteau de coton est une constante pour la très grande majorité des producteurs.

Typologie des troupeaux et complémentation

Les exploitations possédant moins de 15 bovins et bien intégrés dans la filière coton (surface importante en coton) ont plus de facilités pour complémenter leur troupeau : revenu cotonnier permettant d'acheter le tourteau, relation facile avec les agents de la filière facilitant l'approvisionnement en tourteau ou en graine, main d'oeuvre abondante,.... La production régulière de bière de sorgho et par conséquence de drêche, est aussi un atout même si cette ressource est en partie consommée par les porcs.

La possession d'une charrette ou la localisation des parcelles à proximité du saré sont évidemment des facteurs favorisant la récolte des résidus mais là aussi tout les cas de figure

son possible d'autant plus que les quantités de résidus fourragers actuellement transportées sont peu importantes .

Les propriétaires de troupeaux d'effectifs moyens (20 à 50 têtes) ou importants (> 50 têtes) ne peuvent pas compléter tous leurs bovins. On rencontre deux types de comportement:

- les éleveurs "traditionalistes" ne complètent pas et peuvent avoir recours à la transhumance pour faire face à la pénurie fourragère ;
- les éleveurs qui procèdent à l'allotement du troupeau et complètent quelques animaux.

Dans les deux cas la dégradation des parcours dans le terroir ou à sa périphérie contraindra ces éleveurs à développer la transhumance de courte durée.

L'approvisionnement en tourteau de coton.

Globalement pour les troupeaux suivis le tourteau de coton apporte 10% des besoins en UF et 44% des besoins en MAD assurant l'entretien des bovins durant la période de pénurie fourragère. Cet aliment du bétail est donc stratégique pour bon nombre d'agro-éleveurs cependant ils doivent en améliorer la distribution (régularité et équilibre de la ration) pour ne pas gaspiller des MAD comme cela a été démontré pour certains troupeaux.

Les agro-éleveurs doivent faire face aux aléas de livraison de la Sodecoton (date tardive, livraison partielle). Un report de stock d'une année sur l'autre peut sécuriser l'approvisionnement mais ceci correspond à une immobilisation monétaire. L'organisation d'achat groupé directement auprès des huileries⁴⁸ est envisageable dès le mois de décembre mais elle implique pour les paysans de dégager de la trésorerie avant le paiement de la récolte de coton. En comparaison avec les autres pays cotonniers de la zone franc le prix du tourteau de coton camerounais est très peu cher. La Sodecoton facilite ainsi l'entretien des bovins de trait en saison sèche. Du fait d'une demande de plus en plus forte des éleveurs n'appartenant pas aux groupements "coton" le prix du tourteau pourrait augmenter dans le futur ce qui remettrait en cause les stratégies de complémentation actuelles et pousserait certainement les agro-éleveurs à récolter beaucoup plus de résidus de culture.

La réduction des pertes des sous-produits agricoles

Les sous produits agricoles autres que les résidus fourragers sont concentrés aux abords des fermes parfois au coin des champs (issus de battage, drêche, son, coque d'arachide). Seul le son de maïs fait l'objet d'un commerce actif. L'amélioration des autres sous-produits tout comme celle des résidus fourragers est envisageable par le séchage, la hachage, l'adjonction de sel et d'urée agricole,.....

⁴⁸ Les modalités de vente du tourteau de coton pourraient être modifiées (augmentation du prix, arrêt des livraisons dans les villages) si la Sodecoton était privatisée. Seuls les grands éleveurs seraient capables d'organiser de s'approvisionner sans appui extérieur .

On a pu noter un gaspillage important de drêches distribuées le plus souvent à même le sol. Alors que cet aliment est à la fois riche en UF et en MAD.

La mobilisation d'une plus grande quantité de sorgho pour l'alimentation du bétail sous forme de grain ou d'épis pleins est peu probable car ce type d'aliment est au moins trois fois plus onéreux que le tourteau de coton. Le sorgho est uniquement utilisé en cas de pénurie de tourteau et durant la période de travail des boeufs de trait.

Pour ces types d'aliment la concurrence des autres cheptels risque de s'accroître vu l'engouement des paysans pour l'élevage porcin et dans une moindre mesure pour l'embouche de mouton de Tabaski. L'élevage porcin consomme aussi une partie des achats de tourteau de coton.

Le stockage des résidus à la ferme ou la valorisation de la vaine pâture ?

En général la récolte et le stockage des résidus fourragers sont encore peu pratiqués sauf dans quelques exploitations. Le prélèvement de résidus de récolte dans les parcelles a été estimé entre 100 et 250 kg/ha. Cela représente moins de 10% de la production totale de résidus de récolte. Dans ces prélèvements sont inclus les grosses tiges de sorgho *m'bairi* qui ont une vocation artisanale.

Traditionnellement les éleveurs⁴⁹ du Nord Cameroun valorisent les résidus de culture par le pâturage au champs. A Héri les propriétaires des parcelles contrôlent l'accès à la vaine pâture pendant une courte période après la récolte. Par contre à Ouralabo les éleveurs M'bororo étrangers au terroir envoient dès la récolte leurs troupeaux dans les parcelles sans accord préalable des paysans. Il faut rappeler que le terroir d'Ourolabo était il y a encore 13 ans une zone pastorale sans culture, utilisée spécifiquement par les M'bororo.

Les agro-éleveurs d'Ourolabo auraient tout à fait intérêt à développer le stockage des résidus fourragers afin d'en limiter la consommation par les troupeaux étrangers qui transfèrent ainsi des éléments nutritifs dans les villages périphériques (voir 5^e partie).

A Héri les résidus fourragers dans les parcelles sont exclusivement consommés par les animaux du village. Toutefois le stockage d'une partie de cette ressource permettrait :

- de mieux valoriser cette ressource (déplacement du bétail réduit d'où moins de perte d'énergie pour le déplacement, réduction des pertes de fourrage au champs dues au piétinement);
- d'accroître la production de fumure animale au saré (allongement de la durée de stabulation, incorporation des refus dans la fumure).

⁴⁹ Dans l'Extrême Nord les éleveurs Foulbé du Diamaré (plaine autour de Maroua) emmenaient leur troupeau vers les piémonts juste après les récoltes pour une cure de fanes de légumineuses (niébé et arachide) cultivées par les paysans Mafa.

Relations entre systèmes fourragers et systèmes de cultures

Les systèmes fourragers actuels s'appuient pour au moins la moitié de l'année sur les sous-produits de l'agriculture (tourteau de coton inclus). Comme évoqué ci-dessus la valorisation de ces sous produits peut être améliorée. Par ailleurs on observe jusqu'à maintenant que les systèmes de cultures et les systèmes fourragers sont pilotés de façon indépendante. Les agro-éleveurs ne font que valoriser les sous produits agricoles qui sont disponibles à une période donnée de l'année. La conduite des systèmes de culture ne prend pas en compte des objectifs de production fourragère comme cela a été observé dans des régions où la collecte des résidus de récolte est bien plus stratégique (centre du Mali (de Lescure, 1997), bassin arachidier du Sénégal ,....).

Actuellement les agro-éleveurs ne sont pas intéressés par des propositions techniques modifiant les systèmes de cultures en vue de produire plus de résidus fourragers. Les essais que nous avons mené dans ces mêmes villages pour décaler la récolte de l'arachide et développer une filière "fane d'arachide" ont peu convaincu les paysans du fait des risques de baisse de rendement que cela pouvait entraîner. D'autres innovations sont actuellement en cours d'expérimentation (encadré 2).

Dans cette approche il faut aussi tenir compte de l'enherbement des champs qui est très important en début de saison sèche pour la plupart des parcelles sauf celles de coton. Les bergers reconnaissent que les adventices constituent tout comme certaines parties des cultures, une ressource fourragère de choix.

Les agro-éleveurs disposent donc d'une marge de manoeuvre non négligeable pour améliorer la production de fourrage au niveau des zones de culture.

La valorisation des espaces non cultivés

Les espaces non cultivés fournissent la quasi totalité des besoins des troupeaux durant la saison des pluies (du 15 mai au 20 octobre). Ensuite ils contribuent très partiellement à l'entretien des animaux en saison sèche. Nos enquêtes ne permettent pas de quantifier cette contribution. On peut toutefois distinguer deux situations correspondant aux deux sites étudiés :

- à Héri les parcours sont protégés du feu et les troupeaux passent du temps dans ces espaces en fin de saison sèche après que les résidus fourragers aient été consommés ;
- à Oulolabo la biomasse de la majorité des parcours inclus dans le terroir est détruite par le feu entre janvier et mars (cf 2^o partie). Mais au sud du terroir ces feux favorisent l'émission de repousses de graminées pérennes en pleine saison sèche. Par ailleurs les troupeaux peuvent exploiter quelques hectares de pâturage aquatique le long du mayo permanent.

L'amélioration des parcours inclus dans les terroirs est certes envisageable mais à ce jour peu d'expériences ont donné des résultats⁵⁰ concrets et durables en zone de savane. Plus

⁵⁰A Héri nous avons tenté d'enrichir une petite portion de parcours naturel avec du *Stylosanthes hamata* en 1995 et 1996. Outre les difficultés d'installation de cette légumineuse, l'expérience a échoué du fait d'un manque

Encadré 2 : Innovations techniques visant à accroître les ressources fourragères

Du fait de la pression sur les terres cultivables et la demande limitée en fourrage, l'option de développer des cultures fourragères en tant que telles n'a pas été retenue pour les deux terroirs étudiés.

1. Récolte et stockage des résidus de récolte sans modification des systèmes de cultures

Ce premier niveau d'intervention correspond aux recommandations habituelles des services de développement au Nord Cameroun. Un accent particulier doit être mis sur la vulgarisation du stockage des pailles de maïs.

2. Conservation des fanes d'arachide sans modification de l'itinéraire technique

Sans modifier les dates de semis et de récolte de l'arachide on a proposé aux paysans juste après l'égoussage de suspendre les fanes d'arachide sur des "perroquets" en bois. La fabrication d'un perroquet ou trépied en bois nécessite de trouver des perches assez droites et de bonne qualité (relativement rares à Héri).

Si la récolte de l'arachide est un peu tardive (fin septembre ou durant le mois d'octobre) les fanes ainsi stockées se conservent assez bien malgré les dernières pluies.

Après quelques tests réalisés en 1995 dans les deux terroirs cette technique de séchage et stockage n'a pas été retenue par les paysans car elle demande trop de travail de manipulation des fanes (chaque pied est suspendu le long de fils de fer. La qualité des fanes ainsi obtenue est médiocre et n'est guère différente de celles laissées à terre.

Le stockage/séchage sous abri nécessiterait un bâtiment et encore plus de travail (transport des fanes vertes).

2. Le décalage et la mécanisation de la récolte d'arachide

Le soulèvement mécanique de l'arachide a fait l'objet de nombreuses démonstrations réalisées par les agents de terrain de la Sodecoton avec la collaboration des paysans. Cette innovation ne s'est jamais diffusée au Nord-Cameroun. Afin de produire le maximum de fanes on a proposé à quelques paysans des deux villages de reporter la date de semis de l'arachide au 15 juin. Ainsi la récolte a lieu fin octobre, après la dernière pluie et juste à la maturité de la plante de façon à limiter la chute de folioles. Dans cette expérimentation le soulèvement mécanique n'a pas été réalisé avec la charrue (sans son versoir) comme préconisé par la Sodecoton mais avec une large dent montée au centre d'une houe occidentale.

Le soulèvement est facilement réalisable dans les sols sableux d'Ourolabo ou sablo-argileux de bord de mayo à Héri même 10 jours après la dernière pluie. Il est difficilement réalisable dans les sols caillouteux et plus argileux des glacis et hauts de pente à Héri qui couvrent la plus grande partie de la zone de culture dans ce terroir.

Le semis du 15 juin peut entraîner une baisse de production avec la variété traditionnelle de 120 jours (28-206) si la pluviométrie est déficitaire octobre. Les paysans ne souhaitent pas prendre ce risque et n'ont pas voulu poursuivre l'expérience l'année suivante.

Encadré 2 : Innovations techniques visant à accroître les ressources fourragères (suite)

3. L'association légumineuse céréale

Dans bien des cas les céréales valorisent mal les ressources en eau et en éléments nutritifs à l'échelle de la parcelle et de la saison agricole utile du fait principalement (i) de l'emploi de variétés à cycle moyen ou court (90 j à 110 jours) semées tôt et arrivant à maturité avant la fin des pluies, (ii) de la faible densité de semis,..... Ces pratiques favorisent plutôt le développement des adventices dans la culture et après sa maturité favorisant ainsi le salissement des parcelles les années suivantes. Il est possible de valoriser les réserves en eau du sol en fin de saison agricole en associant des légumineuses aux céréales (maïs, sorgho,...) en cours de cycle ou juste avant la maturité de la céréale. Trois types d'association ont été testés et commencent à se diffuser dans ces 2 terroirs :

- niébé rampant semé dans le sorgho ou le maïs juste après la levée ou au 1^o sarclage dans des parcelles peu fertiles où la densité de semis est généralement faible ;
- niébé érigé semé 15 jours avant la récolte d'un maïs précoce (semis précoce et cycle court) durant le mois d'août et se développant en culture pure après la récolte des épis et la coupe/andainage des pailles de maïs.
- mucuna semé au moment du buttage du maïs ou du sorgho qui se développe rapidement après la maturité du maïs.

Les paysans recherchent avant tout la production de graines de niébé (rampant ou érigé) mais avec ce type d'association ils peuvent récolter dans de bonnes conditions les fanes de niébé. Le mucuna produit exclusivement un fourrage de bonne qualité, cette légumineuse à grosses graines est facile à installer et demande peu d'entretien. En fait le paysan récoltera un mélange de paille de maïs + du fourrage de mucuna, cette légumineuse étant très volubile.

4. La double culture

La double culture n'a pas fait l'objet d'expérimentation en milieu paysan. On a pu observer dans quelques parcelles une pratique paysanne de double culture à base d'arachide et de niébé avec des variétés de cycle court :

- semis précoce de l'arachide fin avril (variété locale *latya*, 90 jours) , récolte en frais courant août, mise en tas des fanes au bord du champs ----> compostage éventuel ;
- labour dès la fin de la récolte de l'arachide puis semis le même jour d'un niébé variété BR1 (80 jours) permettant une récolte dans de bonnes conditions des fanes de niébé juste à maturité des gousses en novembre.

L'emploi de variété d'arachide plus précoce que *latya* vient juste d'être testé à Ourolabo avec Fleur 11, variété sénégalaise de 70-75 jours. Cette variété permettrait en cas de semis précoce fin avril, de récolter tôt en juillet et d'implanter en 2^o culture un maïs dont les pailles arriveraient à maturité en saison sèche et fourniraient ainsi un bon aliment de lest aux troupeaux.

Ces systèmes de double culture sont très peu pratiqués pour différentes raisons :

- le potentiel de rendement des variétés précoces et extra-précoce reste faible ;
- ils ne peuvent concerner que des petites surfaces car la récolte de l'arachide en pleine saison des pluies (comme celle du maïs pour la culture dérobée niébé après maïs) n'est pas facile à réaliser (transport, égoussage rapide voire séchage) ;
- l'attrait fourrager de ces systèmes de cultures intéresse peu les paysans.

simplement on pourrait tenter de valoriser la production de graminée annuelle qui représente une quantité importante de biomasse (au moins à Ourolabo) avant le passage du feu : collecte pour fabriquer du compost, faire des mulch ? Traitement à l'urée pour l'alimentation du bétail.

La contribution des arbres fourragers à l'alimentation des ruminants n'a pas pu être quantifiée dans cette étude. Les apports de fourrage aérien au saré sont très limités et réservés aux ovins. Les bergers en période de pénurie fourragère peuvent de temps en temps couper des branches en brousse et ainsi apporter un supplément d'énergie mais surtout d'azote au bétail.

Actuellement et en règle générale les paysans qui possèdent des animaux d'élevage se partagent un ensemble de ressources fourragères mais ne les gèrent pas ni collectivement ni individuellement. Par leur mobilité les troupeaux prélèvent ces ressources sur le lieu de production. L'utilisation du tourteau de coton concerne 80% des exploitations étudiées et son utilisation ne relève que d'une décision individuelle mais qui peut être perturbée par des facteurs liés au fonctionnement de la Sodécoton.

de mobilisation des agro-éleveurs pour gérer le mélange graminées naturelles/stylosanthes, cette légumineuse a fini par disparaître en 1997.

4° PARTIE : PRODUCTION ET UTILISATION DE LA FUMURE ORGANIQUE ANIMALE

INTRODUCTION

La transformation de la biomasse fourragère par les animaux d'élevage conduit à la production d'une part de fèces et d'urine riches en éléments minéraux utilisables par les cultures et la végétation naturelle et d'autre part de matières organiques pouvant participer à l'entretien du statut organique des sols cultivés. Nous n'aborderons pas les processus de transformation des aliments par le bétail. Ces processus d'excrétion varient principalement avec la qualité des aliments et de l'état de stress des animaux (température extérieure, régularité d'abreuvement). (Landais et al., 1992). On retiendra des travaux des zootechniciens les normes de production annuelle de fèces. A noter que dans toutes les études portant sur le potentiel de production de matières fertilisantes par le bétail, on ne tient pas compte des urines dans la mesure où les éléments minéraux qu'elles contiennent sont facilement lessivables (potassium) ou volatilisables (urée ou produits dérivés). De fait, les urines sont difficilement valorisables sauf dans les rares cas où les paysans fabriquent un véritable fumier en disposant de la litière sous les bovins stabulés. Dans ce cas les urines fournissent l'humidité nécessaire à la décomposition des litières et une partie de l'azote qu'elles renferment peut être fixée dans le fumier.

Dans cette quatrième partie on s'intéressera au potentiel de production de fumure animale des exploitations et des terroirs étudiés et à l'utilisation de la fumure animale par les agriculteurs. Cette utilisation va dépendre entre autre de pratiques d'élevage (la durée de stabulation nocturne, le type d'enclos), de la localisation des parcelles et des moyens de transport des paysans,.....

Deux types de résultats sont attendus :

- l'évaluation du degré d'utilisation de la fumure produite à l'échelle du terroir et pour les différents types d'exploitations agricoles possédant du bétail ;
- la localisation des apports de fumure organique afin de mettre en relief la nature et l'importance des transferts de fertilité dus à l'élevage.

Pour apporter des réponses au débat très général sur la contribution de l'élevage au maintien de la fertilité des sols, on a été amené à procéder à une quantification rigoureuse des quantités de fumure apportées au champ et à celles produites par le bétail.

1. MÉTHODES ET DISPOSITIFS DE MESURE

1.1 Le recensement du bétail

Le bétail appartenant aux paysans et aux éleveurs des deux terroirs étudiés a fait l'objet d'un recensement mis à jour chaque année. On a distingué les cheptels stabulés dans les concessions

et ceux séjournant la nuit dans les champs en saison sèche et sur des parcours en saison des pluies. A noter que la production de fumure provenant des petits ruminants, des ânes et des porcs n'est quasiment pas utilisée. Cette production sera tout de même prise en compte dans l'évaluation de la production potentielle totale de fumure organique au niveau des terroirs.

En plus du bétail possédé par les villageois, les troupeaux bovins allochtones séjournant de façon temporaire sur les terroirs ont été recensés (effectifs et durées de séjour).

1.2 Les apports de fumure animale au champ

Dans les deux terroirs et durant deux saisons sèches (1995-1996) on a quantifié et localisé les pratiques de fumure organique en distinguant les apports réalisés par le paysan depuis les enclos des animaux et les apports dus au parcage des troupeaux bovins dans les parcelles et les parcours (tableau 53).

Tableau 53 : Mesure des apports de fumure animale

Techniques de fumure	quantification	surfaces concernées	impact sur les cultures
apport au champ par le paysan	- typologie des tas - comptage des tas - pesée d'un échantillon de tas - séchage d'échantillon	mesure de la surface effectivement fumée	suivi en 1995 de placettes fumées/non fumées pour sorgho, maïs, coton
parcage du bétail	- pesée de la fumure en fin de parcage sur plusieurs placeaux de 1 m ² - mesure de la surface du parcage	idem si un épandage est réalisé après le parcage	suivi en 1995 de placettes parcagees/non parcagees pour le maïs

Dans l'ensemble du document les quantités de fumure animale sont exprimées en matière sèche.

La qualité de la fumure animale n'a pas fait l'objet d'évaluation, sa variabilité doit être limitée du fait qu'il s'agit toujours de "poudrette"⁵¹ de bovin, non mélangée à des débris végétaux ou à de la litière. Quelques étables fumières ont fonctionné à titre expérimental en 1994/95. Les apports de litière ont par la suite cessés. Par ailleurs on ne prend pas en compte ici les apports éventuels d'ordures ménagères organiques et de cendres.

A noter que les apports directs de fumure animale lors du passage du bétail sur les parcelles en saison sèche ont été évalués en même temps que l'évolution de la biomasse de résidus de récolte et d'adventices durant cette saison (2^e partie).

⁵¹ Déjections desséchées des bovins du fait d'une exposition permanente au soleil et rendues pulvérulentes par le piétinement du bétail.

Outre cette quantification, les apports de fumure animale et les parcages sont localisés dans l'espace. Ceci a permis de mieux caractériser les transferts de fertilité au sein du terroir ou avec les terroirs périphériques.

1.3 L'évaluation des pertes

Après la période d'apport de la fumure organique dans les parcelles (mars, avril, mai) on a essayé d'évaluer les quantités de fumure non utilisées restant dans les parcs, les enclos ou aux abords des piquets d'attache. Deux situations sont alors observées :

- des sites où la totalité de la production de fumure n'est pas utilisée, dans ce cas on peut avoir une bonne estimation des quantités perdues à partir de l'effectif bovin concerné et du nombre de nuitées correspondantes ;
- des sites où une partie de la fumure n'a pas été utilisée, dans ce cas la quantification des pertes est difficile car rapidement la fumure résiduelle est éparpillée sur le sol et plus ou moins emportée par les pluies ;

Il est toujours possible d'évaluer les quantités de fumure non utilisées par différence entre la quantité utilisée qui a été mesurée au champ et l'estimation de la production de poudrette à partir des effectifs des troupeaux.

2. LES PRATIQUES D'UTILISATION DE LA FUMURE ORGANIQUE

Dans bien des cas en zone soudanienne, la pratique de fumure organique se développe lorsque les possibilités de mise en jachère et de défrichement n'existent plus et que les paysans observent une baisse du potentiel de production de leurs terres (cultivées en continue). Comme pour toutes innovations, l'utilisation de la fumure animale nécessite un apprentissage que les paysans réalisent sur plusieurs années : choix de la dose à apporter, choix des cultures concernées, appréciation des différentes qualités de fumure organique,.....). Les premiers apports de fumure animale à Héri remonte à la période 1980-85 et seulement à 1993 à Ouidlabo.

2.1 Les cheptels concernés

A priori l'ensemble des cheptels présents dans ces terroirs produit de la fumure utilisable dans les parcelles. Mais du fait de certaines habitudes et surtout du manque d'informations, les paysans valorisent seulement les déjections des bovins et plus rarement celles des petits ruminants. Les déjections de l'important cheptel d'ânes de trait à Héri (tableau 54) ne sont quasiment pas utilisées⁵². Les paysans considèrent que cette fumure a peu d'effet sur les cultures et entraînent un développement des adventices et du striga. Les paysans qui possèdent des porcs sont nombreux mais dans aucun cas les déjections provenant de ce cheptel sont utilisées alors qu'elles se trouvent concentrées dans de petits enclos non loin des champs de

⁵² On peut rappeler que dans certaines régions sahélo-soudanienne les déjections des petits ruminants plus riches en azote que la poudrette de bovin, sont très recherchées et largement utilisées (Plateau Central au Burkina Faso). De même au Sine Saloum (Centre Sénégal) la quasi-totalité des déjections des chevaux et des ânes est apportée au champ.

case. Les paysans n'ont jamais testé cette fumure dans leurs parcelles pour diverses raisons : difficultés de manipulation et de transport, soucis de préserver de bonnes relations avec les populations islamisées⁵³,.....

Tableau 54 : Effectifs des cheptels villageois pris en compte dans l'évaluation de la production de fumure organique

Type	HERI		OUROLABO	
	1995	1996	1995	1996
Cheptel du village				
Bovins de trait	146	238	94	108
Bovins d'élevage *	411	454	52	56
Caprins + ovins **	1390	1508	327	457
ânes ***	86	129	10	15
équivalent UBT	657	815	173	205
porcs	183	237	286	190

* 0,8 UBT ** 0,1 UBT *** 0,5 UBT

A Ourolabo, les effectifs de bovins allochtones résidant sur le terroir le jour et la nuit en décembre et janvier sont importants et représentent selon les années de 28% à 32% du total du nombre de jours x UBT sur toute l'année. Il est par contre pas nécessaire de prendre en compte dans l'évaluation de la production de fumure animale, les troupeaux qui ne sont de passage que le jour sur le terroir en saison sèche ;

- durant la journée ces troupeaux tout en pâturant produisent des déjections qui sont réparties sur l'ensemble de la zone cultivée à des doses très faibles (100 à 200 kg/ha). Elles ne peuvent pas être collectées et servir à fumer des espaces plus petits. Seuls les quelques endroits où les troupeaux vont s'abreuver montrent une concentration de fèces mais qui n'est pas exploitée par les paysans ;

- la nuit ces troupeaux sortent du terroir et concentrent la production de fumure dans des sites dans les terroirs périphériques.

Il faut souligner qu'une partie des bovins appartenant aux paysans d'Ourolabo sortent aussi des limites du terroir durant la journée, principalement en saison des pluies, du fait de la présence d'une grande zone de parcours au Nord du terroir. Dans ce cas le transfert de fertilisé se fait dans le sens inverse au profit du terroir d'Ourolabo.

Le terroir de Héri n'accueille pas de troupeaux allochtones durant la saison sèche mais inversement de 50 à 80 bovins appartenant aux éleveurs du village partent en transhumance durant 6 à 8 semaines à la fin de cette période. Ce phénomène limité dans le temps, ne représente que 2% du total du nombre de jours x UBT de l'ensemble du cheptel bovin

⁵³ Bien qu'en saison sèche les porcs divagent dans le village et même près des points d'eau

villageois sur l'année. Comme à Oroulabo les troupeaux de Héri peuvent pâturer en saison des pluies en dehors des limites du terroir.

Tableau 55 : Effectifs des cheptels allochtones séjournant sur le terroir et des cheptels villageois partant en transhumance pris en compte dans l'évaluation de la production de fumure organique. En jours x UBT

Type	HERI		OUROLABO	
	1995	1996	1995	1996
bovins séjournant le jour et la nuit sur le terroir	0	0	26000	22000
bovins circulant sur le terroir le jour seulement	négligeable		49000	non évalué (# 50000j)
bovins autochtones partant en transhumance	3000	3700	0	0

2.2 La conduite des troupeaux et la production de fumure organique

a) les troupeaux villageois de petite taille

Si l'on exclut la courte période de transhumance qui ne concerne que 10% à 15% du cheptel bovin du village de Héri, la fumure animale produite la nuit par la totalité du cheptel villageois est concentrée dans les sites de repos du bétail. Les techniques de gardiennage et donc la disponibilité en main d'oeuvre et la qualité du logement du bétail vont influencer sur la production de fumure et sur les possibilités de la valoriser.

Les petits effectifs bovins (de 2 à 15 têtes) dorment généralement dans les concessions afin de limiter les risques de vol et de faciliter le gardiennage. Les animaux sont attachés aux piquets et plus rarement protégés par un enclos de branches d'épineux. Quelle que soit la saison, les bovins et la production de fumure ne sont pas protégés des pluies et du soleil par une toiture ou un bâtiment quelconque. Durant toute la saison sèche, la production de fèces s'accumule dans les lieux de repos en se transformant rapidement en "poudrette". Les paysans ne procèdent pas au nettoyage des enclos ou des abords des piquets et encore moins à la mise en tas de la fumure.

Durant la saison des pluies, les fèces se transforment en boue ce qui amène les agro-éleveurs à déplacer les piquets sur des endroits plus sains toujours dans la concession ou plus rarement à évacuer avec une brouette cette boue hors de la concession. Cette fumure organique devient très compacte après l'arrêt des pluies et nécessite un gros travail pour être débitée en morceaux puis transportée au champ durant la saison sèche suivante.

La production de fumure organique des petits ruminants et des ânes est très souvent dispersée

en saison sèche : le jour sur les parcelles, les parcours et près des points d'eau et la nuit aux abords des concessions. Durant cette saison, ces animaux sont rarement enfermés dans des enclos ou attachés la nuit. Quelques paysans développent la stabulation des ânes de trait la nuit et voire de façon permanente mais ne valorisent pas la fumure organique ainsi produite. En saison des pluies les petits ruminants réputés sensibles aux pluies, peuvent s'abriter dans de petits bâtiments couverts, les fèces s'y concentrent et pourraient facilement y être récupérés en saison sèche et valorisés par l'agriculture.

b) Les troupeaux villageois de plus grande taille

Pour des effectifs de plus grande taille (> 15 têtes) les paysans et les éleveurs préfèrent garder les bovins hors des concessions dans des enclos de branches d'épineux ou plus souvent de barbelés. Un gardien, le propriétaire des animaux ou son fils, dort à côté du troupeau pour des raisons de sécurité. Ces enclos sont situés le plus souvent près des quartiers d'habitation dans les champs cultivés en saison sèche et sur parcours en saison des pluies. Un seul chef d'exploitation d'ethnie M'bororo, garde ainsi son bétail à Ourolabo. A Héri on compte pour chaque saison une dizaine de parcs hors des concessions correspondant au même nombre d'agro-éleveurs.

Le parcage des troupeaux hors des concessions et parfois loin des cultures permet avant tout de faciliter le gardiennage du troupeau, la production de fumure organique ne vient qu'en second plan. Ainsi les enclos de saison des pluies sur parcours peuvent se situer loin des parcelles et la fumure produite durant cette période n'est pas valorisée par les cultures. Par contre les éleveurs recherchent des zones saines au sol caillouteux où les animaux seront hors de boue.

En saison sèche, on ne compte que trois éleveurs (Foulbè, M'bororo et Haoussa) pratiquant la technique du parcage tournant sur les champs comme cela est fréquemment observé chez les éleveurs Peuls d'Afrique de l'Ouest (TCHAKERIAN, 1979 ; GUILLONEAU, 1988 ; BERNARDET, 1984). Dans les autres cas l'enclos reste fixe mais se situe toujours sur une parcelle. Ce type de parcage ne constitue pas à proprement parlé une technique de fumure sauf si le paysan réalise avant la mise en place de la culture un épandage des déjections localisées dans l'enclos.

c) les troupeaux des éleveurs transhumants

A Ourolabo, des éleveurs M'bororo venant de zones pastorales non éloignées⁵⁴ s'installent pour une courte période sur le terroir afin de valoriser les résidus de culture laissés en vaine pâture. Ils s'installent sur des parcelles cultivées près du village ou près des zones hydromorphes où ils profitent des facilités d'abreuvement et des pâturages de graminées pérennes qui repoussent après les feux.

⁵⁴ Les M'bororo utilisent en saison des pluies de vaste parcours éloignés des villages à dominante agricoles comme Ourolabo : zone de Tchéboa Touroua à l'Ouest, zone au sud de Ngong, petite enclave M'bororo au nord d'Ourolabo.... Les distances parcourues pour venir à Ourolabo sont donc toujours inférieures à 80 km.

Les durées de séjour sur le terroir sont toujours courtes, de quelques jours à quelques semaines. Les transhumants quittent le terroir dès qu'ils considèrent que la vaine pâture de résidus de culture s'est appauvrie ce qui arrive rapidement vu la pression exercée sur cette ressource par un grand nombre de troupeaux présents la journée sur le terroir à cette époque de l'année (15 décembre - 31 janvier). La destruction des parcours par le feu généralement en février, est souvent une des raisons de leur départ. Des tensions entre agriculteurs et éleveurs peuvent aussi expliquer des durées très courtes de séjour de certains troupeaux parfois inférieures à la semaine. Les conflits sont plus fréquents en décembre lorsque les quantités de résidus de culture sont importantes et que les paysans sont encore susceptibles de les récolter. Ces derniers accusent les éleveurs de faire pâturer ces résidus qu'ils ont parfois commencé à rassembler et à mettre en bottes au coin du champ. La vaine pâture des parcelles récoltées ne fait pas l'objet d'accord entre les paysans, agro-éleveurs villageois et transhumants au niveau du terroir ou du *lawana*.

A partir de la mi-février les transhumants se déplacent vers les rives de la Bénoué où ils trouvent en permanence l'eau d'abreuvement, les résidus de sorgho de saison sèche (*muskwari*) et quelques pâturages de qualité.

L'installation des éleveurs transhumants est très sommaire. Les bovins adultes sont gardés la nuit par un membre de la famille sans être attachés, seuls les jeunes sont attachés à une longue corde tenue par deux piquets. Vu la faible durée de séjour, les éleveurs ne souhaitent pas installer des enclos en branches ou en barbelés. En l'absence de contrat de fumure entre le paysan propriétaire de la parcelle et l'éleveur, ce dernier ne cherche pas à répartir les déjections de ses bovins sur une grande surface. Mais l'absence d'enclos permet dans certains cas une assez bonne répartition des fèces sur une surface dépassant 2000 m².

On peut s'étonner de l'absence de relation entre les éleveurs transhumants et les paysans qui vont profiter de la fumure organique, deux explications peuvent être avancées :

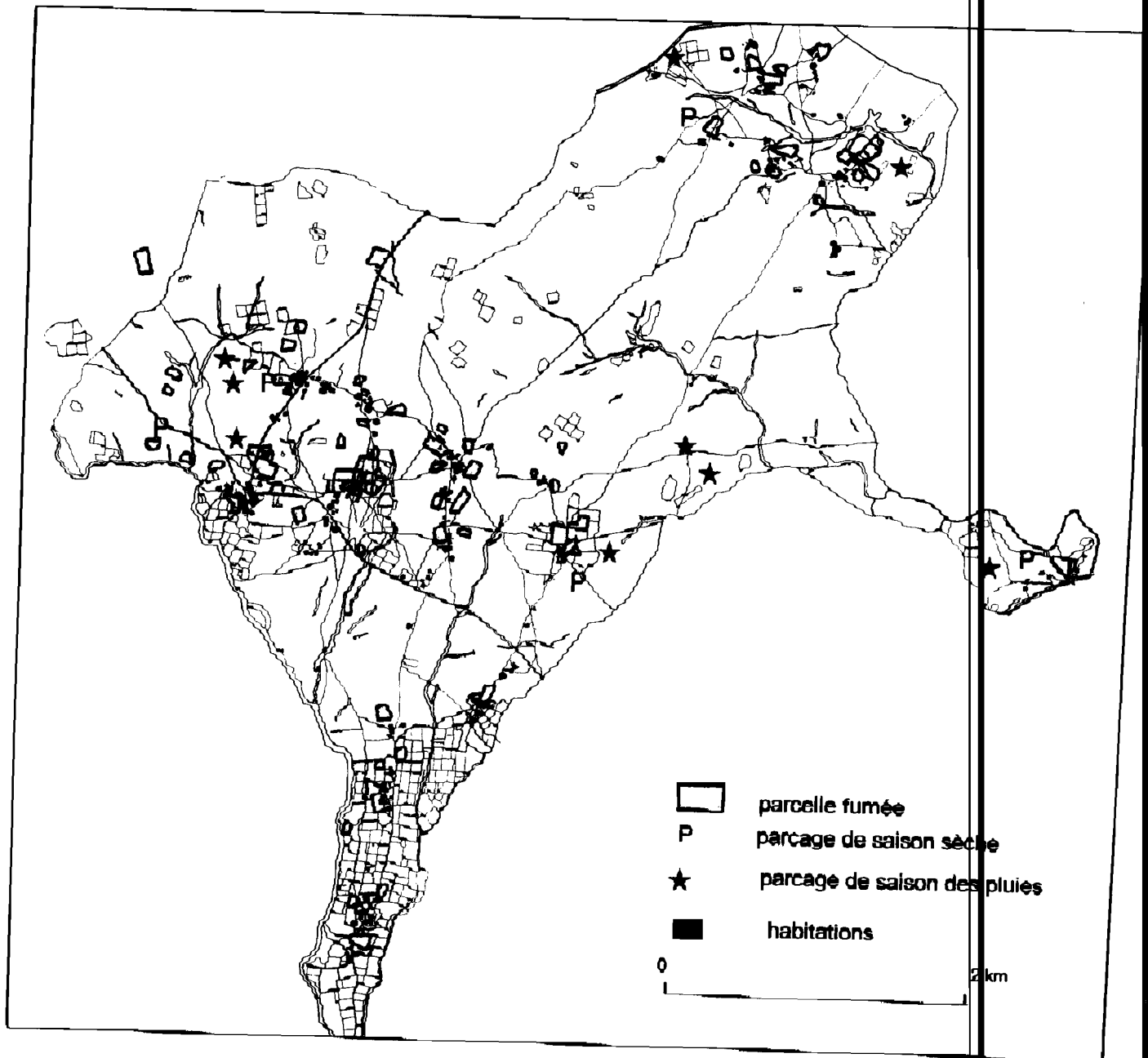
- Dans ce village les premiers apports de fumure organique remontent à 1993 et les paysans accordent encore peu d'importance à ce type de fumure. Ils considèrent que la poudrette favorise l'enherbement des champs ;

- en saison sèche, les éleveurs M'bororo et principalement ceux des campements voisins (Kajala Bouteye) considèrent que l'ensemble des terroirs agricoles de la région est ouvert à l'élevage et à la vaine pâture. Il y a une vingtaine d'années avant l'installation des paysans migrants, cette région était uniquement occupée par ces éleveurs qui considèrent aujourd'hui qu'ils n'ont à négocier l'accès aux ressources pastorales et aux points d'eau qui s'y trouvent.

2.3 Les apports de fumure organique à partir des enclos et des concessions

Avant d'aborder la quantification des apports de fumure organique dans les deux terroirs, on passera en revue les techniques liées à son utilisation : transport, épandage, culture fumée, ... Il faut préciser par ailleurs que les bouses des bovins sont utilisées de façon marginale comme combustible par les femmes qui préparent la bière de sorgho ; même pour le village de Héri où l'approvisionnement en bois de feu nécessite de sortir du terroir.

Figure 25 : Localisation des apports de fumure organique à Héri, 1995/96



d'après J. Picard, 1999

a) le nombre de parcelles et de paysans concernés

Tableau 56 : Nombre de parcelles fumées en 1995 et 1996

Année	HERI		OUROLABO	
	1995	1996	1995	1996
nombre de parcelles fumées	54	57	25	14
surface moyenne fumée par parcelle	0,13 ha	0,17 ha	0,11	0,09 ha
nombre de paysans concernés	32	35	15	14
nombre de paysans possédant des bovins *	75	92	41	46

* sans compter les éleveurs qui réalisent le parbage (1 à Ourolabo, 9 à Héri)

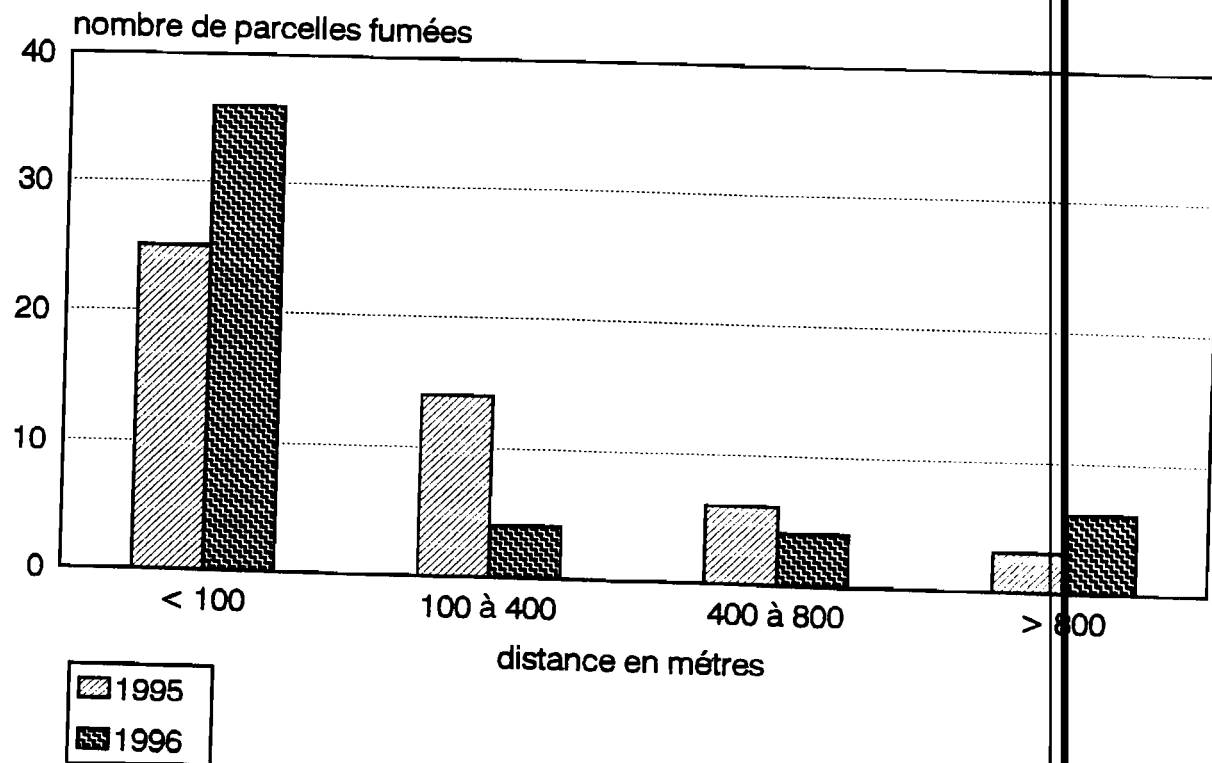
Pour les deux terroirs et quelle que soit l'année, une minorité de paysans (de 24% à 35% selon les situations) possédant des bovins apportent tout ou une partie de la fumure produite par leurs animaux. Par ailleurs deux paysans à Héri qui ne possèdent pas de bovin, fument une portion de parcelle en prenant de la poudrette dans les enclos des éleveurs. Ces cessions sont faites gratuitement sans contre partie.

A Ourolabo un seul paysan avait valorisé la poudrette de ses boeufs en 1993. 12 paysans ont réalisé une expérimentation⁵⁵ sur ce thème avec l'IRAD en 1994 et 1995. A ce groupe s'adjoignaient quelques paysans apportant de la fumure organique sur de petites surfaces dans les champs de case. L'année suivante - 1996 - et malgré les résultats prometteurs obtenus par ces essais, le nombre de parcelles fumées a diminué. Elles se sont concentrées principalement autour des habitations. Environ les 2/3 des propriétaires de bovins de ce village n'utilisent pas la fumure disponible dans leur concession.

A Héri un groupe d'une trentaine de paysans valorise assez bien leur production de fumure animale en l'épandant sur une ou deux voire même trois parcelles. Ces paysans possèdent entre 2 et 24 bovins. Mais plus de la moitié des propriétaires de boeufs ne valorisent pas la fumure produite (65% en 1995 et 68% en 1996). En fait, il y a eu une forte progression du nombre de propriétaires de boeufs de trait de 1995 à 1996 (+ 17) et ces nouveaux agro-éleveurs n'ont pas encore pris conscience de l'importance de ce type de fumure.

⁵⁵ L'expérimentation comprenait trois traitements : 1250 m² avec fumure minérale fournie par le paysan qui en détermine lui même la dose, 625 m² avec fumure organique (5t M.S/ha) et 125 kg/ha d'engrais minéral. 625 m² avec seulement de la fumure organique (5 t M.S/ha). Pour réaliser ce test le paysan doit mobiliser et transporter 625 kg de fumure organique (matière sèche).

Figure 26 : Histogramme des distances des parcelles fumées à l'enclos du bétail
Terroir de Héri



b) Localisation des parcelles fumées et transport

Les parcelles fumées se trouvent aux abords des concessions surtout à Héri où l'habitat est dispersé (figure 25). Les différents quartiers d'habitation ont une forme allongée ce qui permet à la majorité des paysans de disposer d'un ou plusieurs champs de case. Les deux tiers des parcelles fumées se situent à moins de 100 m de la concession (figure 26). A Ourolabo l'habitat est plus regroupé et les paysans arrivés tout dernièrement dans ce terroir ne disposent pas d'un champ de case. Dans ce cas ils ne sont pas motivés pour apporter de la poudrette sur des parcelles éloignées qu'ils considèrent encore fertiles car défrichées il y a moins de dix ans.

A noter qu'en 1995, la dispersion des parcelles fumées dans les deux terroirs était plus importante car les tests "fumure organique" devaient être implantés sur des terrains n'ayant pas reçu de fumure les années précédentes. Ainsi à Ourolabo les paysans ont utilisé des "pousses"⁵⁶ et des charrettes (dont les prototypes prêtés par l'IRAD) pour apporter la fumure organique sur des parcelles parfois situées à plus de 2 km de la concession (figure 27). En 1996⁵⁷ cette expérimentation n'est pas reconduite mais une minorité de paysans commencent à transporter de la fumure animale sur de plus longues distances soit avec des charrettes à traction bovine ou des pousses.

Pour les paysans de Héri le matériel le plus adapté au transport de la poudrette est la brouette⁵⁸ mais elle ne convient que pour les distances inférieures à 200 m. Dans tous les cas la poudrette est apportée sur une partie de la parcelle, le plus souvent celle qui est plus proche des enclos des bovins. Les paysans de Héri ont ainsi tendance à apporter la fumure organique sur les mêmes parcelles chaque année (voire les mêmes portions de parcelles).

La fumure est déposée en petit tas à partir du mois de mars. Les apports s'arrêtent dès les premières grosses pluies en mai.

c) Cultures fumées et précédents

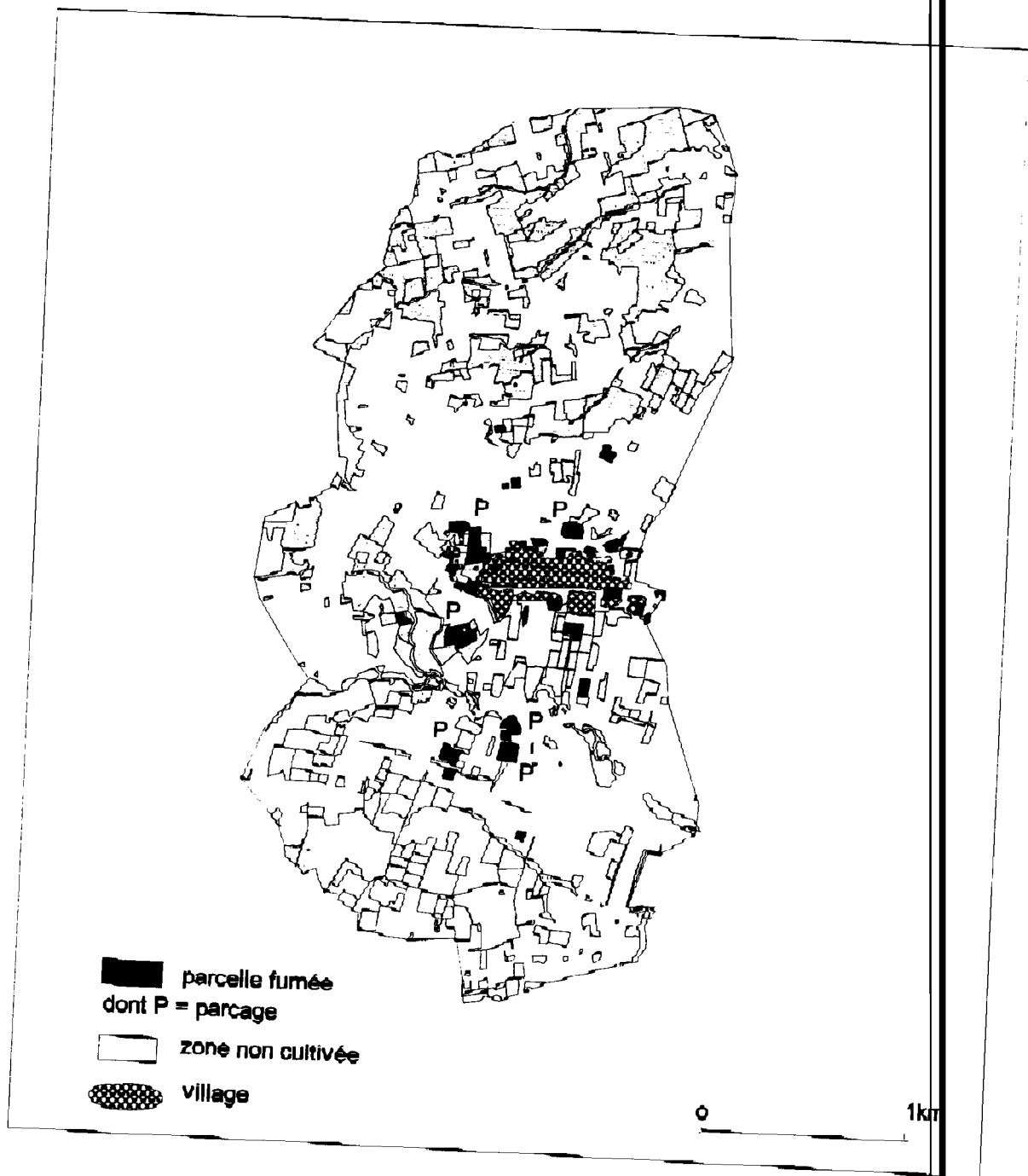
On ne retiendra que les données de 1996 dans la mesure où une partie des parcelles fumées en 1995 correspondaient à des expérimentations.

⁵⁶ Matériel de transport à traction humaine comportant deux roues de motocyclette, largement répandu au Nord Cameroun et permettant de transporter selon l'état des pistes, 100 à 150 kg de produit. Des adaptations pour la traction bovine et asine ont été inventées par les paysans (timon ou un brancard avec des perches en bois).

⁵⁷ La campagne agricole 1999 a été marquée par une forte utilisation de la fumure animale dans les deux villages.

⁵⁸ Après la vente du coton en 1996 et 1997, une quarantaine de brouettes ont été achetées par les paysans de Héri.

Figure 27 : Localisation des apports de fumure organique à Ourolabo 1995/96



d'après J. Picard, 1999

Tableau 57 : Importance relative des différentes cultures fumées et des précédents (campagne agricole 1996)

	Culture fumée	Culture précédente
HÉRI 57 parcelles	sorgho 35 % maïs 39 % coton 26 %	sorgho 54 % maïs 8 % coton 22 % arachide 16 %
OUIROLABO 12 parcelles	maïs 75 % sorgho 17 % pas cultivé 8 %	maïs 75 % sorgho 17 % jachère courte 8 %

Les céréales - sorgho et maïs - sont les cultures les plus fumées ce qui est une constante pour l'ensemble des zones sahéniennes et soudaniennes. A Ourolabo les paysans s'intéressent de plus en plus à la culture du maïs mais l'approvisionnement en engrais minéral pour cette culture reste aléatoire (SILVESTRE, 1994). Il apparaît donc logique de réserver la fumure organique actuellement disponible pour cette culture.

A Héri, le maïs est encore peu cultivé et c'est le sorgho qui bénéficie de la fumure animale sur les champs de case. En recoupant les données 1995 et 1996, on observe pour 28% des parcelles fumées en 1996, la succession "sorgho + fumure organique / sorgho + fumure organique". En fait les paysans dans ces situations choisissent de se débarrasser de leur fumure organique au plus près, sur leur(s) parcelle(s) de case sans prendre la peine de transporter la fumure organique au moins une année sur deux sur une parcelle plus éloignée. Un système de culture dominé par les céréales (sorgho/sorgho ou sorgho/maïs), localisé aux abords des habitations bénéficie donc d'apports répétés de fumure animale et se distingue des systèmes avec cotonnier ou arachide.

L'intérêt des paysans de Héri pour l'apport de fumure organique sur cotonnier est à souligner (près du quart des parcelles fumées). Cette évolution récente a été aussi observée par des enquêtes menées avec le projet DPGT/Sodecoton pour les régions de Guider, Maroua et Kaélé bien que cette pratique de fertilisation ne fasse pas l'objet de recommandation de la part de la Sodecoton (DUGUE, 1996). Dans ces régions et à Héri en particulier, les dotations d'engrais minéral fournies par la Sodecoton ne dépassent pas 150 kg d'engrais par ha de coton, ce qui rend difficile la pratique de détournement d'engrais pour des parcelles de cotonnier non déclarées ou du vivrier. On peut ainsi distinguer deux types de comportement vis à vis de cette culture :

- des paysans considèrent que la dose d'engrais de 150 kg/ha ne permet d'assurer des rendements élevés (> 1500 kg/ha coton graine) et donc renforcent cette fertilisation par un apport de poudre ;
- des paysans qui souhaitent réduire leurs charges et vont cultiver sur certaines parcelles du coton non déclaré avec peu d'engrais minéral et un apport conséquent de fumure animale.

d) Epandage, techniques d'enfouissement et entretien des parcelles fumées

La fumure animale est apportée au champ avant le labour et le semis. Les apports au poquet réalisé en même temps que le 1° sarclage sont rarissimes, les paysans ne souhaitant pas transporter de la poudrette en saison des pluies (produits humides pondéreux, manque de temps,....). Dans la plus part des cas ils déclarent épandre la fumure animale avant le labour en utilisant une daba, un râteau ou une cuvette. Mais en observant les parcelles au moment du travail du sol on note qu'environ dans le tiers des cas l'épandage n'est pas réalisé et que le paysan compte en fait uniquement sur le labour pour disperser la fumure apportée en tas.

L'enfouissement de la fumure animale par le labour est beaucoup plus systématique (100% à Ourolabo, 87% à Héri en 1996) car les paysans savent que la poudrette favorise l'enherbement des parcelles durant toute la saison agricole.

Les parcelles fumées à Héri font l'objet de soins intensifs : sarclage à bonne date afin de se prémunir d'un enherbement excessif, clôture des parcelles qui se trouvent près des passages du bétail, association de diverses légumes aux céréales (gombo, courges,...). A l'inverse à Ourolabo, les parcelles fumées ne font pas l'objet de soin spécifique, les paysans accordant la priorité aux grandes parcelles de brousse. Ainsi en 1996 pour ce terroir et sur un échantillon limité à 12 parcelles, on observe 5 parcelles fumées à proximité des concessions, mal entretenues, non clôturées et en partie détruites par les petits ruminants du village. Il est vrai que ces parcelles sont de taille modeste (de l'ordre de 200 à 500 m² chacune).

On peut considérer que les paysans des deux terroirs investissent peu de temps pour le transport et l'épandage de la fumure organique ce qui entraîne sa sous-valorisation :

- une grande partie de la fumure produite n'est pas apportée au champ (cf supra) ;
- du fait d'un mauvais épandage et d'une concentration de la fumure sur les mêmes parcelles chaque année, on aboutit à un surdosage de la fumure sur de petites surfaces. Cet important potentiel de fertilité est mal valorisé lorsque le paysan y cultive du sorgho, céréale dont le potentiel de rendement est limité à 2 - 2,5 t/ha.

2.4 Les apports de fumure organique par la technique des parcages

a) Le recensement des parcages

Pour Ourolabo les parcages sont facilement identifiables et correspondent uniquement aux troupeaux gérés par les M'bororo : un éleveur réside dans le village et une douzaine d'éleveurs transhumants séjournant sur le terroir durant une période n'excédant pas 45 jours.

Le nombre de sites et le nombre de jours de stabulation dans les parcelles ont peu varié à Ourolabo d'une année sur l'autre. En 1996, les éleveurs transhumants ont eu plus tendance à se regrouper à deux sur la même parcelle d'un paysan ce qui facilite le gardiennage la nuit. La répartition des déjections se fait un peu au hasard sans intervention de l'éleveur et en fonction des habitudes du bétail qui pour les sujets adultes, n'est pas attaché la nuit. En fait seul l'éleveur sédentaire gère à la fois le troupeau et les apports de fumure sur ses propres

parcelles. Il procède ainsi à des déplacements du parc en barbelé en saison sèche et peut ainsi fumer plus de 2500 m² chaque année.

Tableau 58 : Les parcages recensés à Ourolabo en 1995 et 1996

	saison sèche 1995	saison sèche 1996
Nombre de sites	15	16
Nombre de paysans concernés	11	8
Effectifs des troupeaux	20 à 170 têtes	22 à 177 têtes
Durée du séjour*	3 à 45 jours	4 à 43 jours
Nombre total de jours x UBT	20 470	24 700

* pour les troupeaux transhumants seulement, le troupeau sédentaire restant sur place toute l'année

Héri en saison sèche, on observe soit des enclos fixes installés dans les parcelles soit des parcages au sens strict intéressant de plus grandes surfaces. Les enclos de saison des pluies ont été observés dans ce village uniquement pour l'année 1995/96. Pour ce village on a pris en compte les 11 éleveurs et agro-éleveurs qui ne gardent pas leur troupeau dans leur concession mais dans des enclos ou parcs à l'extérieur. La période de stabulation nocturne dans les enclos d'hivernage sur parcours est plus longue que celle de parcage de saison sèche dans les parcelles cultivées (49 360 jours contre 29 941 jours). En fait ces éleveurs attendent la fin complète des récoltes vers le 15 janvier pour installer les parcs dans les champs. Fin avril, si une pluie de semis survient, les éleveurs sont obligés de déplacer rapidement leur troupeau. La période utile de parcage dans les champs est donc relativement courte, de 4 à 5 mois.

Tableau 59 : Les parcages et les enclos recensés à Héri en 1995/96

	Saison des pluies 1995	Saison sèche 1995/96
Nombre de site	11 (sur parcours)	13 (sur parcelle)
Nombre d'agro-éleveurs	11	11
Effectifs des troupeaux	18 à 67 têtes	18 à 67 têtes
Nombre total de jours x UBT	49 360	29 941

Les éleveurs considèrent par ailleurs comme très fastidieux de déplacer les enclos d'épineux ou plus simplement les piquets de support des barbelés du fait du manque de bois et de la pierrosité du terrain dans ce village. Les parcs peuvent donc rester fixe durant toute la saison sèche. Seuls deux éleveurs ont fait parquer leur troupeau sur deux parcelles différentes.

La transhumance de fin de saison sèche affecte encore peu la production potentielle de fumure dans ce terroir mais elle commence à se développer chez quelques éleveurs et entraîne une perte de fumure correspondant à 3 700 nuitées ce qui reste négligeable par rapport à l'ensemble des nuitées évalué à environ 80 000 nuitées pour toute l'année et pour les troupeaux bovins extensifs.

En saison des pluies chaque éleveur dispose sur un terrain sain (croupe, butte caillouteuse.....) l'enclos qui restera en place de mai à décembre. L'enclos est généralement large et renforcé de branche d'épineux.

b) Localisation

A Oroulabo les parcsages des éleveurs se concentrent dans deux parties du terroir (figure 27):

- aux abords du village pour des raisons de sécurité et de "confort" (accès au forage, proximité de la route et du marché,....) ;
- dans la partie sud du terroir qui dispose d'un mayo permanent facilitant ainsi l'abreuvement du bétail mais surtout de ressources fourragères de meilleure qualité (repousses de graminées pérennes en saison sèche, pâturages en bordure des zones inondées) ;

A Héri pour la période 1995/96 on observe différents comportements (figure 25):

- des parcsages et des enclos très près des concessions (moins de 100 m) en saison sèche sur un champ de case et en saison des pluies sur une bordure de parcours ou de passage à bétail (*bourtol*), l'éleveur recherche dans ce cas la proximité de sa famille pour plus de confort et de sécurité ;
- des parcsages à environ 500 m de la concession, l'éleveur écarte le troupeau de la concession soit pour réaliser un parcage en saison sèche dans une parcelle choisie soit pour faciliter la sortie de troupeaux de grands effectifs durant la campagne agricole. Ainsi trois enclos de saison des pluies se retrouvent en pleine brousse à plus de 800 m de toutes habitations.

c) Epandage de la fumure et cultures fumées

A Oroulabo les paysans "bénéficiaires" du parcage ne font que constater le séjour des troupeaux M'bororo sur leur parcelle. Ils ne sont pas a priori demandeurs de fumure. En l'absence de relation contractuelle avec les éleveurs Ils n'ont pas pris sur la façon dont ces derniers réalisent le parcage : répartition des déjections, dosage Les paysans considèrent le plus souvent que leur parcelle va profiter de cette fumure gratuite mais qu'elle entraîne certaine contrainte : enherbement excessif, trop forte concentration de fumure à certains endroits,....

Les paysans s'adaptent assez bien à cette situation qu'ils n'ont pas recherchée en y cultivant dans les trois quarts des situations du maïs (tableau 60). Le labour pratiqué dans 75% des cas permet l'enfouissement de la fumure animale et donc d'atténuer le développement des adventices. Dans quelques situations il y a une très mauvaise adéquation entre l'apport de fumure par le biais du parcage et les choix des paysans : culture d'arachide sans labour (1 seul cas sur 9 parcelles en 1995), absence de labour (25% les deux années), non mise en culture des parcelles fumées (12 % des parcelles parcagées).

La fumure apportée par les troupeaux n'est pas épanchée par les paysans même si on observe fréquemment de forte concentration de fèces en taches. Ainsi la surface fumée correspond exactement à la surface du parcage. Seul l'éleveur sédentaire qui enferme ses bovins dans un enclos de barbelé procède à cet épanchage avant le début des pluies.

Tableau 60 : Cultures et fréquence du labour sur les parcelles parquées à Ourolabo.

	1995	1996
cultures fumées	maïs 73% coton 7% sorgho 8% non cultivé 12%	maïs 78% coton 10% arachide 10% non cultivé 12%
fréquence du labour d'enfouissement	73 %	78 %

A Héri la fumure produite dans les enclos d'hivernage est largement sous utilisée. Dans deux cas seulement des personnes tiers (fils, amis de l'éleveur) ont transporté une partie de la fumure de l'enclos vers une de leur parcelle. Dans un autre cas les femmes de l'éleveur ont utilisé une petite partie des déjections comme combustible (fabrication de bière). Mais la majeure partie de cette production de fumure n'est pas utilisée. Elle a été évaluée à 70 - 75 t de poudrette (matière sèche). Les agro-éleveurs expliquent que cette fumure se détériore avec les pluies et durcit en saison sèche et que les enclos d'hivernage sont éloignés des parcelles. Il n'y effectivement pas de pratiques qui permettent de mettre facilement en relation les champs et cette production de fumure : le parcage de saison des pluies sur des portions de parcelles mises en jachère n'a jamais été observé tout comme la mise en tas de la fumure produite. Il est probable que dans certaines situations, le ruissellement pourra disperser cette fumure en contre bas dans des champs mais ceci est fortuit et non pas voulu par les responsables des troupeaux comme cela a été montré en zone de savane en Côte d'Ivoire (BERNARDET, 1984).

La fumure des enclos et des parcages de saison sèche reste sur les parcelles de culture mais elle est très généralement concentrée sur quelques tâches de surface réduite. Les agro-éleveurs procèdent alors à un épanchage de cette poudrette autour des tâches sur une superficie comprise entre 500 et 2000 m². Comme à Ourolabo on observe un épanchage partiellement réalisé laissant des taches avec une forte concentration de poudrette (jusqu'à 10 kg/m²). En fait seul trois éleveurs (Fulbè et Houssa) sur les 11 propriétaires de troupeaux suivis, pratiquent réellement la technique du parcage avec déplacement des enclos sur la parcelle durant la saison sèche ou plus simplement des animaux non attachés. Le prélèvement de fumure dans ces parcelles par des personnes tiers a été observé dans deux cas seulement sans transaction financière. Les agro-éleveurs bien qu'utilisant partiellement la fumure de leur parcage, deviennent de plus en plus réticent à céder gratuitement cette fumure qui devient de plus en plus recherchée par certains paysans (cf supra).

Après cet épanchage grossier et rapide, les agro-éleveurs gèrent les parcelles parquées de la

même façon que les parcelles où il y a eu un apport de fumure depuis les concessions : labour prépondérant (75% des cas), culture valorisant la fumure organique (sorgho 55%, maïs 27%, coton 18%).

3. QUANTIFICATION DES APPORTS DE FUMURE ANIMALE ET EVALUATION DES PERTES

3.1 Quantification à l'échelle du terroir

La quantification de l'utilisation de la fumure animale (surface, dose, quantité) et le recensement précis du cheptel bovin permet d'évaluer le degré d'utilisation de cette ressource fertilisante. Il est possible d'établir des bilans à l'échelle du terroir ou par type d'exploitation agricole. Dans un premier temps on agrégera les données relatives à la fumure animale au niveau du terroir.

a) la fumure animale provenant des concessions

Tableau 61 : Quantités de fumure utilisée provenant de l'élevage bovin intégré et surface fumée

	HERI		OUROLABO	
	1995	1996	1995	1996
Quantités de fumure apportées	36 t	71,5 t	16,8 t	10,7
surface fumée	7,36 ha	9,76 ha	2,66 ha	1,27 ha
Dose moyenne (maxi-mini)	4,9 t/ha (1,5 à 14,2)	7,3 t/ha (1,6 à 29)	6,3 t/ha (3,6 à 15)	8,4 t/ha (1,1 à 21,9)
Nombre de bovins concernés	149	242	68	40
Nombre de bovins dont la fumure est totalement abandonnée	98	171	57	114

On observe pour le terroir de Héri une progression significative de l'utilisation de la fumure organique de 1995 à 1996 concernant la surface totale fumée et les quantités apportées⁵⁹. Ceci est principalement dû à l'accroissement du nombre⁶⁰ de bovins dans les exploitations (tableau 61). Le nombre d'exploitations utilisant la fumure animale ayant peu progressé (passage de 32

⁵⁹ S'accompagnant de l'équipement de plus de 20 exploitations avec des brouettes

⁶⁰ Les bons résultats économiques des campagnes cotonnières 1994 et 1995 ont été en fait à l'origine de ces achats

à 37 pour l'ensemble du village). Toutefois la surface fumée reste très modeste (moins de 10 ha) au regard de la surface totale cultivée dans ce terroir : 1050 ha, soit 1%.

A Ouholabo du fait du moindre intérêt des paysans pour cette pratique et du plus faible effectif de bovins, la place de la surface fumée dans ce terroir est encore plus modeste (0.4% de la surface cultivée). Cette surface a même régressé en 1996, suite à l'arrêt des expérimentations menées avec l'appui de la recherche. Le nombre de bovins dont la fumure n'a pas été utilisée a aussi progressé en 1996 (passage de 57 à 114). Comme à Héri l'effectif du cheptel de bovin villageois a aussi progressé suite à des achats de boeufs de trait réalisés grâce aux bons résultats de la campagne cotonnière 1995.

Les doses de fumure organique varient beaucoup (1,1 t/ha à près de 30 t/ha) et correspondent à des choix techniques différents (figure 28). Cette notion de dose de fumure moyenne par parcelle, calculée uniquement pour la portion fumée, est toutefois discutable car même pour ces petites portions la répartition de la fumure est très hétérogène. On peut toutefois distinguer trois grands types de pratique de fumure :

- des apports à dose réduite (moins de 5t/ha et parfois moins de 2,5 t/ha) dans 41% des cas pour les deux terroirs, correspondant plutôt à un complément à la fumure minérale apportée dans tous les cas sur coton et très souvent sur maïs ;
- des apports à dose moyenne (de 5 à 10 t/ha) dans 36% des cas. La fumure animale couvre alors assez bien les besoins des cultures céréalières en début de campagne. Le coton à Héri reçoit toujours de la fumure minérale en complément ;
- des apports à forte dose (plus de 10 t/ha) pour seulement 23% des parcelles fumées qui sont principalement dus à des concentrations de fumure dans les champs de case du fait de l'exiguïté de ces champs et de la faible mobilisation en travail pour le transport et l'épandage de la poudrette sur de plus grandes surfaces ;

A Héri l'augmentation de la quantité de fumure utilisée en 1996 s'accompagne d'une progression de la dose moyenne (4,9 à 7,3 t/ha) ce qui dénote bien des difficultés ou de la faible mobilisation des paysans à transporter la fumure sur de plus longues distances.

On n'a pas observé dans ces terroirs de pratiques de régénération de sols dégradés associant fumure organique et amélioration de l'infiltration des eaux de pluies comme celles mises en oeuvre par les paysans de certaines régions d'Afrique de l'Ouest. Pourtant à Héri⁶¹ du fait de l'érosion hydrique des zones de sol dénudé apparaissent.

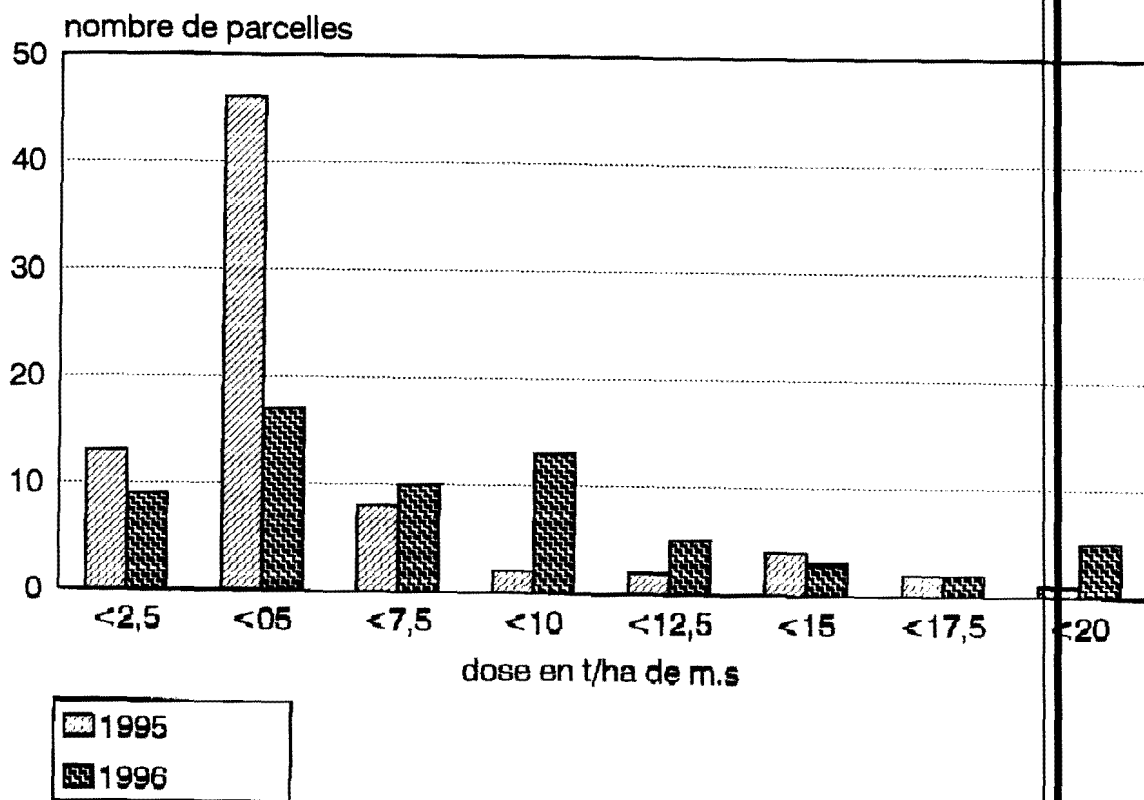
b) apport de fumure animale par le biais du parcage

Dans les deux terroirs les surfaces fumées par le biais du parcage sont très réduites : de 1 à 2 ha par an soit 0,1 à 0,2% de la surface totale cultivée (tableau 62). Ceci est dû entre autre

⁶¹ Depuis 1997 quelques paysans de Héri avec l'appui du projet DPGT/Sodecoton ont réalisé des aménagements antiérosifs avec des cordons pierreux.

Figure 28 : Histogramme de répartition des doses de fumure organique

toutes parcelles fumées à héri et Ourolabo



à la forte concentration de la fumure organique (plus de 40 t/ha) dans les parcsages, 8 à 10 fois supérieure à la dose moyenne des apports de poudrette depuis les concessions. De plus la période de parcage utile se limite à 4 ou 5 mois de saison sèche et la production de fumure des parcs d'hivernage n'est quasiment pas utilisée par les propriétaires des troupeaux.

Tableau 62 : Surface fumée par la technique du parcage et quantités de fumure correspondantes

	HERI	OUROLABO	
	1996	1995	1996
Surface parcagée et fumée	1,10 ha	1,73 ha	1,07 ha
Quantités de fumure correspondantes	42,8 t	46,7 t	41 t
Dose moyenne (maxi-mini)	39 t/ha (11 à 70 t/ha)	27 t/ha (9 à 88 t/ha)	38,3 t/ha (10 à 55 t/ha)

A Oroulabo la surface parcagée et fumée a diminué en 1996 du fait d'une plus forte concentration des déjections des bovins et de la réduction du temps passé par les troupeaux transhumants dans le terroir. Les bergers transhumants sont très sensibles à l'état des ressources fourragères dans les zones où ils s'installent. Après les grands feux de brousse de février 1996 dévastant les parcours naturels, ils ont rapidement quitté le terroir d'Oroulabo.

La fumure apportée par les parcsages est très mal répartie au niveau des surfaces fumées du fait l'absence de rotation des parcs. Il subsiste au moment du labour des taches de forte concentration de fumure (parfois plus de 100 t/ha) sur des surfaces réduites (200 à 400 m²). Autour de ces tâches la fumure est beaucoup moins concentrée et provient soit d'un épandage grossier effectué par le paysan soit de la divagation du bétail autour du parc. Cette concentration de fumure ne peut pas être atténuée par le passage de la charrue comme le déclare les propriétaire des parcelles. Elle entraîne donc un mauvais développement des cultures au niveau des taches par l'excès d'éléments minéraux (azote en particulier) et la présence de vers blancs.

c) évaluation des pertes en fumure animale pour les deux terroirs.

Les pertes en fumure animale ont diverses origines :

- la perte de la totalité de la production de fumure laissée dans les concessions ou aux abords par une majorité de propriétaires de bovins ;
- la non-valorisation de la fumure des parcs de saison des pluies à Héri, parcs situés hors des zones de culture ;
- l'utilisation partielle de la fumure dans une minorité d'exploitations des deux villages : une partie de la poudrette est laissée dans les concessions au moment du transport de la fumure au champ, partie qui sera détériorée par les pluies ;
- la non-valorisation de la fumure provenant des petits ruminants, des ânes et des porcs.

L'évaluation des pertes se fait par différence entre la production de fumure facilement récupérable et les quantités de fumure apportées au champ (ce qui a été mesuré in situ) (tableau 63). La production facilement récupérable correspond à la production du cheptel bovin stabulé la nuit dans les concessions ou sur les parcs sur la base de 1,5 kg m.s de fèces par jour et par UBT. On part de l'hypothèse que la production de fèces journalière d'un bovin adulte est d'environ 2,5 kg m.s et que la quantité déposée dans les enclos est proportionnelle au temps de stabulation nocturne (environ 14 heures, de 17 heures en soirée à 7 heures le matin). Sur l'année cette production nocturne est évaluée à 547 kg m.s.

On ne prend pas en compte dans ce bilan les fèces déposés par le bétail sur l'ensemble des parcelles lors de la vaine pâture de saison sèche. Dans ce cas il n'y a pas perte de fumure mais recyclage des résidus de culture par le bétail sans transfert de fertilité.

Pour les exploitations utilisant déjà la fumure animale on note qu'en environ la moitié de la production de poudrette facilement récupérable est perdue. Cette production correspond grosso modo à la production de fumure en saison des pluies, production qu'il est difficile de valoriser si l'on ne dispose de dispositif de stockage particulier (étable fumièrre, bâtiment d'élevage, fosse,...).

Pour l'ensemble du cheptel bovin les pertes de fumure organique sont actuellement très importantes surtout pour le terroir d'Ourolabo où l'on a observé une baisse de l'utilisation de la fumure animale malgré un accroissement du cheptel bovin en 1996 (tableau 63). Pour cette année là, seulement 18% de la production de fumure est effectivement valorisée par les paysans.

Tableau 63 : Quantités de fumure bovine non utilisées

	HERI	OUROLABO	
	1996	1995	1996
Fumure dans les parcs de saison des pluies (totalement abandonnée)	72,5 t	-	-
fumure totalement abandonnée dans les concessions	93 t	31,2 t	62,4 t
pertes partielles de poudrette des paysans apportant de la fumure au champ	61 t	20,4 t	11,2 t
(% de la production de ce groupe d'exploitations)	(46%)	(55%)	(51%)
TOTAL DES PERTES	226,5 t	51,6 t	73,6 t
(% de la production totale)	(63%)	(64,5%)	(82%)

Les pertes de fumure provenant des élevages secondaires peuvent aussi être évaluées simplement en considérant :

- qu'un petit ruminant adulte excrète 0,25 kg matière sèche par jour dont 0.15 kg est facilement récupérable lors de la stabulation nocturne ;
- qu'un âne⁶² excrète 1,8 kg m.s./jour dont 1,05 kg sont récupérables si l'animal est maintenu en enclos ou au piquet le soir et la nuit.

On a considéré que 10% seulement de la fumure des petits ruminants était actuellement valorisée et que la totalité de la fumure provenant des ânes est abandonnée. Les déjections des porcs ne sont pas prises en compte car il semble très difficile pour le moment que les paysans acceptent de d'utiliser ce type de fumure. Les effectifs porcins sont encore modestes quoiqu'en progression (de 200 à 300 têtes par village en saison sèche) mais diminuent⁶³ d'au moins 50% en saison des pluies.

**Tableau 64 : Pertes de fumure organique provenant des petits ruminants et des ânes.
En tonnes matière sèche**

	HERI	OUROLABO	
	1996	1995	1996
Petits ruminants* (ovins et caprins)	68,4	16,2	22,5
Ânes	48	3,8	5,7
TOTAL DES PERTES ELEVAGES SECONDAIRES	122,7 t	20 t	28,2 t

* production facilement récupérable - 10%

La production de fumure organique des asins, caprins et ovins potentiellement utilisable est loin d'être négligeable. Elle représente en gros le tiers des pertes de fumure animale (tous cheptels confondus) dans les deux terroirs. La récupération de ce type de fumure⁶⁴ implique que les petits ruminants et les ânes soient stabulés ou attachés la nuit. En saison sèche les paysans considèrent que ces animaux se nourrissent plus facilement s'ils divaguent le jour et même la nuit, la complémentation fourragère étant réservée en grande partie aux bovins. Une complémentation des ânes (des jeunes, des mâles et des femelles) aurait certainement un effet

⁶² Mesure réalisée à la station IRZV sur 90 jours en saison sèche (DUGUE, 1995).

⁶³ En saison des pluies les porcs sont mis en stabulation permanente dans de petits abris et leur alimentation demande beaucoup de travail d'où la pratique courante de vendre le maximum de porcs en fin de saison sèche.

⁶⁴ dont son utilité a été montrée dans d'autres situations en Afrique de l'Ouest, dans les Monts Mandara au Cameroun,...

sur leurs capacités de travail, leur gabarit et même le format de leur descendance (E.VALL. communication personnelle).

d) Conséquences d'une réduction des pertes en fumure animale

La valorisation de ces pertes en fumure animale par les paysans par simple apport à la dose de 6 t/ha entraînerait une augmentation significative de la surface fumée dans les deux terroirs : + 69,6 ha à Héri, + 20,4 ha à Ourolabo pour 1996 (Tableau 65). Une meilleure gestion des parcsages de saison sèche réalisés par les agro-éleveurs de Héri et les éleveurs transhumants à Ourolabo aurait un effet bien moindre : + 3,2 ha à Héri et + 3 ha à Ourolabo pour la même année. Cette estimation part de l'hypothèse que les éleveurs ou les agriculteurs pourraient répartir les déjections des troupeaux lors du parcage à la dose de 10 t/ha⁶⁵ de fumure. Pour aboutir à ce résultat les agriculteurs pourraient réaliser un épandage soigné de cette fumure ou demander aux éleveurs de déplacer régulièrement les enclos. Ce service rendu par les éleveurs impliquerait de la part de l'agriculture une contre partie : rétribution monétaire, en vivres ou en fourrage.

Tableau 65 : Réduction des pertes en fumure animale et évolution des surfaces fumées

	HERI	OUROLABO	
	1996	1995	1996
Pertes totales (bovins + petits ruminants + ânes)	348 t	71,6 t	101,8 t
Surface équivalente si apport à 5 t/ha	69,6	14,3	20,4
Surface fumée supplémentaire si gestion des parcsages épandage à 10 t/ha	3,2	2,9	3
Surface actuellement fumée (% de la surface pouvant être fumée)	10,8 (15%)	4,4 (24%)	2,3 (10%)
Total général (% de la surface totale cultivée)	83,6 ha (8%)	21,6 ha (3,5%)	25,7 ha (4%)

Les marges de progrès en matière d'utilisation de la fumure animale avec le cheptel actuellement en place sont très importantes pour les deux terroirs. Même à Héri où les paysans

⁶⁵ Qui correspond aux pratiques de parcage d'Afrique de l'Ouest par exemple au Sénégal (TCHAKERIAN 1979, DUGUE 1993).

montrent un intérêt pour ce type de fumure, la surface fumée pour être multipliée par 8. La marge de progrès est de la même amplitude à Ourolabo (x par 10 en 1996) mais l'augmentation de la surface fumée serait bien moindre du fait de la plus petite taille de l'ensemble des cheptels.

Cette estimation repose sur des hypothèses réalistes de simple valorisation des déjections animales laissées dans les enclos et les parcs en soirée et la nuit. D'autres simulations seront proposées dans la 5^e partie du document à partir d'hypothèses nécessitant de la part des éleveurs et des agriculteurs un investissement en travail supplémentaire : apport de litière, durée de stabulation plus longue, complémentation fourragère plus importante,.....

3.2 Variation des apports de fumure selon les exploitations agricoles

L'analyse des pratiques de fumure organique a mis en évidence une diversité de situation au sein des deux terroirs principalement fonction de la taille du troupeau et de l'origine ethnique du chef d'exploitation. Les éleveurs M'bororo, Foulbè et Haoussa ont une préférence pour le parcage en dehors des concessions alors que les paysans Guiziga, Guidar et Moundang gardent leurs bovins dans les concessions ou juste devant. Les paysans ne possédant pas de bovin possèdent quelques petits ruminants (moins de 15) et parfois un âne, cheptels dont la fumure est largement sous-utilisée.

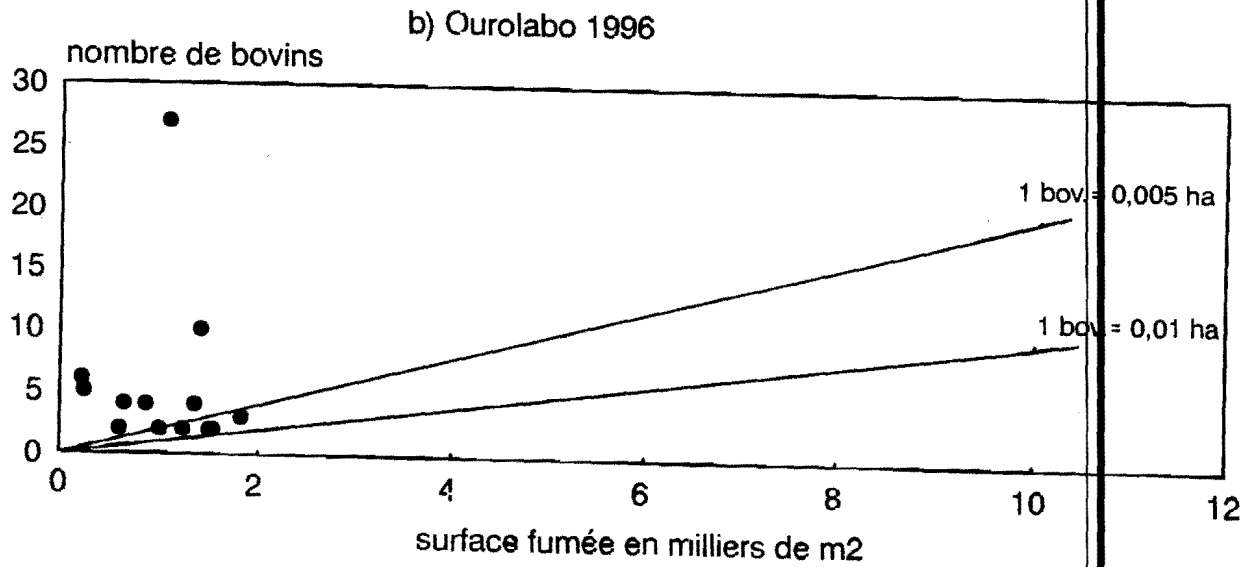
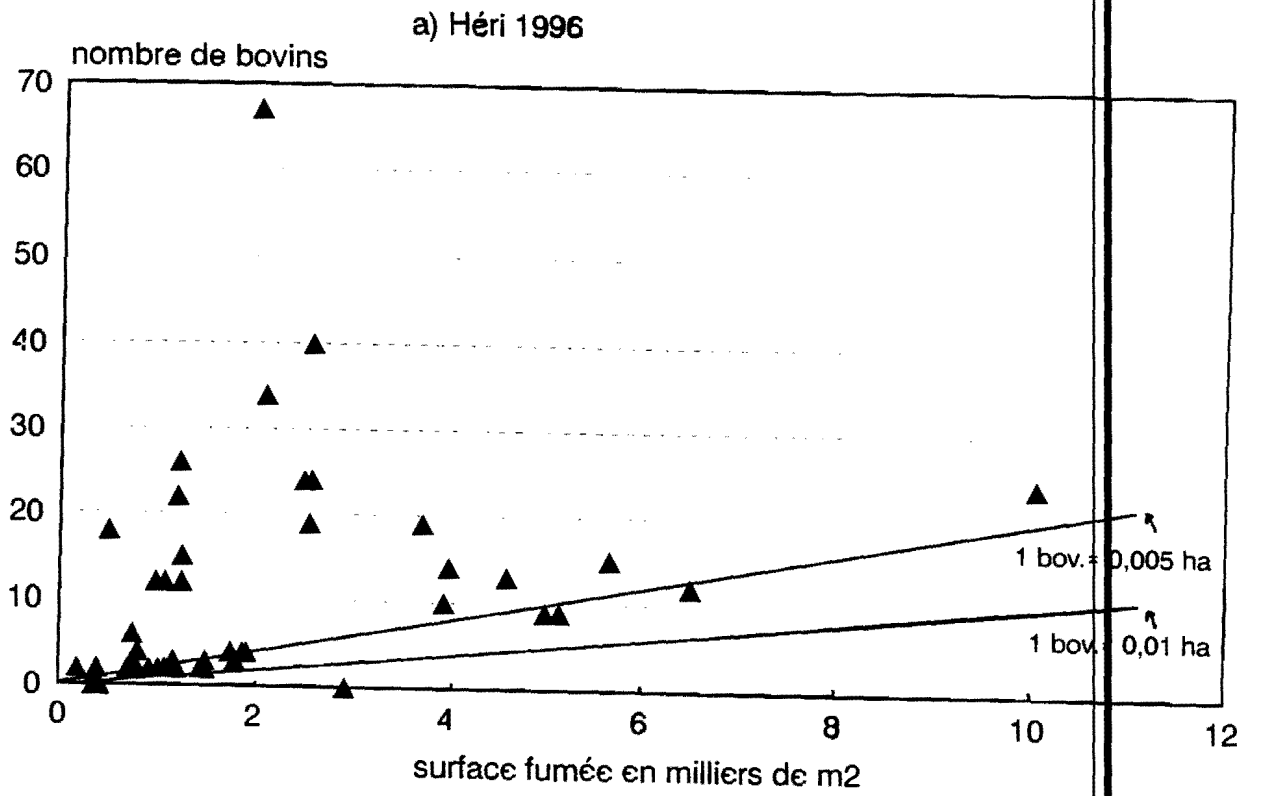
a) La taille du troupeau bovin

La répartition des propriétaires de bovins par rapport aux classes définies ci-dessus est à peu près équivalente dans les deux terroirs (tableaux 66 et 67). Le groupe des éleveurs se distingue par le fait que la fumure produite par leur troupeau est toujours partiellement utilisée même si les pertes de fumure peuvent être importantes.

Le groupe des agro-éleveurs possédant un petit troupeau d'élevage en plus des boeufs de trait (effectif compris entre 6 et 20 têtes) se distinguent à Héri par un degré d'utilisation de la fumure assez élevé, 72% des agro-éleveurs de ce groupe valorisent au moins en partie la fumure disponible. Cette situation correspond aux plus anciennes et aux plus grandes exploitations du village disposant de parcelle proche de la concession, d'une abondante main-d'oeuvre et d'équipements divers (brouette, pelle,...). Le coton tient une place importante dans leur assolement (parfois 40 à 50% de la surface totale) ce qui amène ces agriculteurs à utiliser la fumure organique sur cette culture. A Ourolabo, ces grandes exploitations disposant parfois d'une charrette, utilisent peu la fumure de leurs bovins (dans 25% des cas seulement). Elles sont le plus souvent encore en phase d'expansion et peuvent défricher de nouvelles terres en périphérie du terroir ce qui ne les incite pas à utiliser de la fumure organique.

Le groupe des paysans possédant qu'une ou deux paires de bovins de trait est le plus représenté. Mais il compte seulement 30% d'utilisateurs de fumure organique dans les deux villages. C'est pourtant sur ce groupe que le travail de vulgarisation des étables fumières et des recommandations d'entretien des boeufs de trait a été le plus intense. Mais une bonne partie de ces exploitations viennent d'acquérir des boeufs et disposent en fait de peu

Figure 29 : relation entre surface fumée et taille du troupeau bovin



d'informations sur l'intérêt de ces innovations. Par ailleurs la production de fumure organique d'un petit nombre de bovins (de 2 à 5) est considérée par bon nombre de paysans comme trop limitée pour avoir un impact significatif sur la production de leur exploitation. Ces exploitations peuvent aussi être limitées par un manque de main d'oeuvre, de matériel ou plus simplement par l'absence de champ proche des concessions.

Tableau 66 : Relations entre pratiques de fumure et taille du troupeau bovin Héri 1996

Nombre de bovins	2	3 à 5	6 à 10	11 à 20	> 20
Nombre d'exploitations pas d'apport de fumure animale	39	7	3	2	0
fumure apportée depuis la concession	12	7	3	10	4
parcages sur champs cultivés	0	0	0	2	5

Tableau 67 : Relations entre pratiques de fumure et taille du troupeau bovin Ourolabo 1996

Nombre de bovins	2	3 à 5	6 à 10	11 à 20	> 20
Nombre d'exploitation pas d'apport de fumure animale	22	1	5	1	0
fumure apportée depuis la concession	5	5	2	0	0
parcage sur champs cultivés	0	0	0	0	1

b) Variabilité du degré d'utilisation de la fumure organique

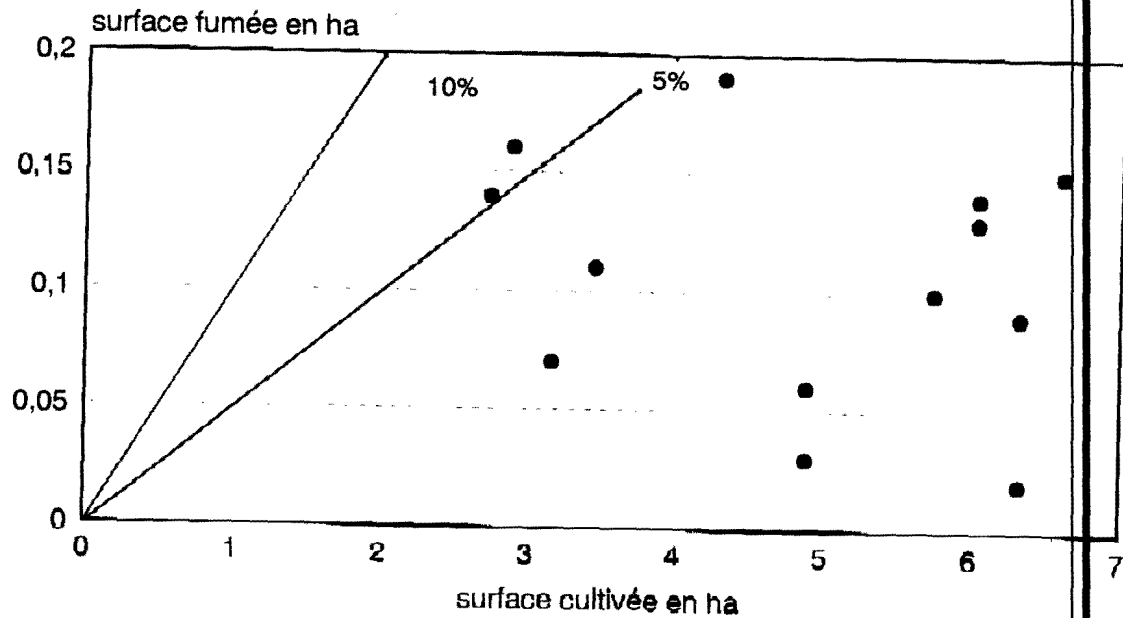
Le degré d'utilisation de la fumure animale est très variable selon les exploitations. A Héri les pertes dépassent 50% de la production totale pour les trois quarts des exploitations. Pour un effectif d'exploitations beaucoup plus faibles on note une meilleure valorisation de la fumure à Ourolabo par les propriétaires de petits effectifs bovins (2 ou 3 bovins).

A partir du graphe mettant en relation la surface fumée et l'effectif de bovins, il est possible de proposer une typologie simple des exploitations utilisant la fumure organique (figure 29):

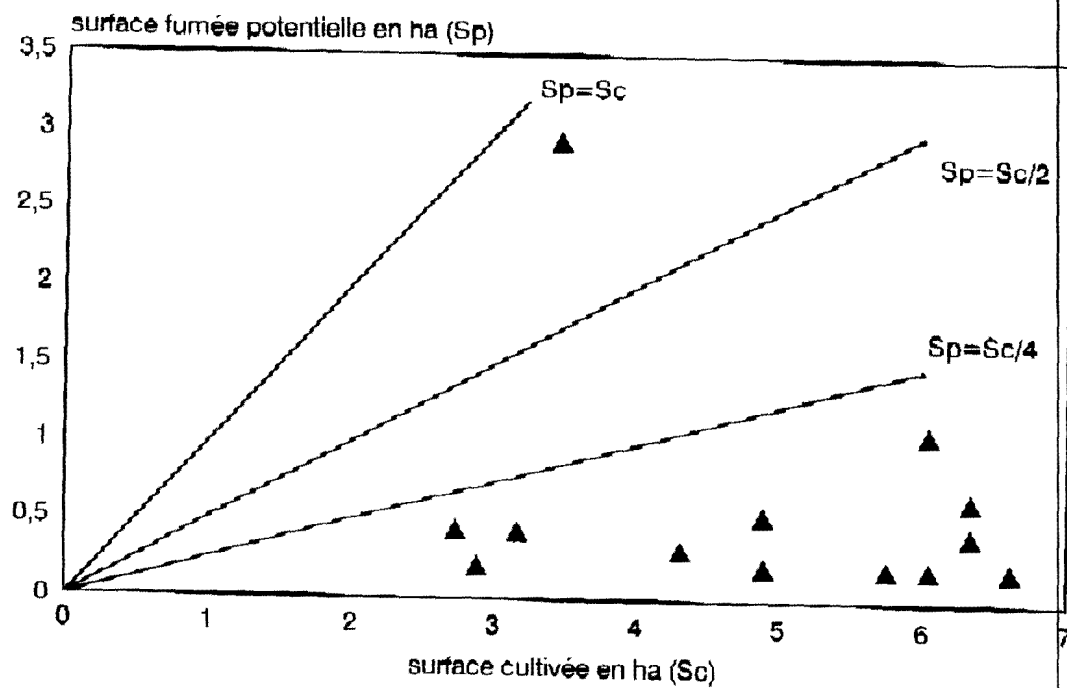
- des paysans sans bovins (3 cas seulement à Héri) qui utilisent de la fumure provenant des enclos des éleveurs. Ces cessions se font gratuitement et en fonction de rapports familiaux ou d'amitié ;

Figure 30 : Variabilité des surfaces fumées et potentiellement fumées par exploitation possédant des bovins à Ourolabo, campagne agricole 1996

a) relation entre surface cultivée et surface fumée



b) relation entre surface cultivée et surface potentiellement fumée



- des exploitations possédant entre 1 et 5 bovins dont la fumure est épandue sur des surfaces toujours inférieures à 2000 m². Pour ce groupe le degré de perte est très variable et au mieux 1 bovin permet de fumer 500 m². Les marges de progrès sont importantes pour ce groupe. On observe toutefois quelques individualités qui avec une paire de boeufs arrivent à fumer entre 1500 et 2000 m² ce qui correspond à une récupération totale des déjections produites dans les enclos toute l'année.

- des agro-éleveurs dont le cheptel dépassent 5 bovins et peut atteindre au plus une vingtaine de têtes. Le taux de perte en fumure reste élevé pour l'ensemble des exploitations de ce groupe et dépasse généralement 50%. En moyenne 1 bovin permet de fumer 500 m². Mais vu l'effectif de ces troupeaux, l'importance de la surface fumée devient plus significative que pour le groupe précédent : de 4000 m² à 12000 m² à Héri, pas de cas à Ourolabo.

- des agro-éleveurs et l'ensemble des éleveurs dont le cheptel bovin est compris entre 5 et 70 têtes qui valorisent très mal la production de fumure de leur troupeau du fait d'une récupération très partielle de la poudrette dans les enclos et de pratiques de parcage peu efficaces. Les surfaces fumées pour ce groupe ne dépassent pas 2700 m². La surface fumée par bovin est très faible de l'ordre de 100 m².

On rappellera que la production annuelle de fèces d'un bovin adulte est comprise entre 900 et 1100 kg m.s. ce qui correspond à une surface fumée comprise entre 1500 m² et 2200 m² (dose 5 ou 6 t/ha). La partie de cette production qualifiée de facilement récupérable correspond aux déjections laissées chaque nuit par le bétail dans les enclos. Elle a été estimée à 550 kg/an m.s et permettrait de fertiliser en gros une surface de 1000 m². En fait quels que soient les groupes d'exploitations définis ci-dessus, on ne rencontre que trois exploitations sur 61 qui s'approchent de ce degré de valorisation.

b) valorisation actuelle de la fumure animale et surface cultivée

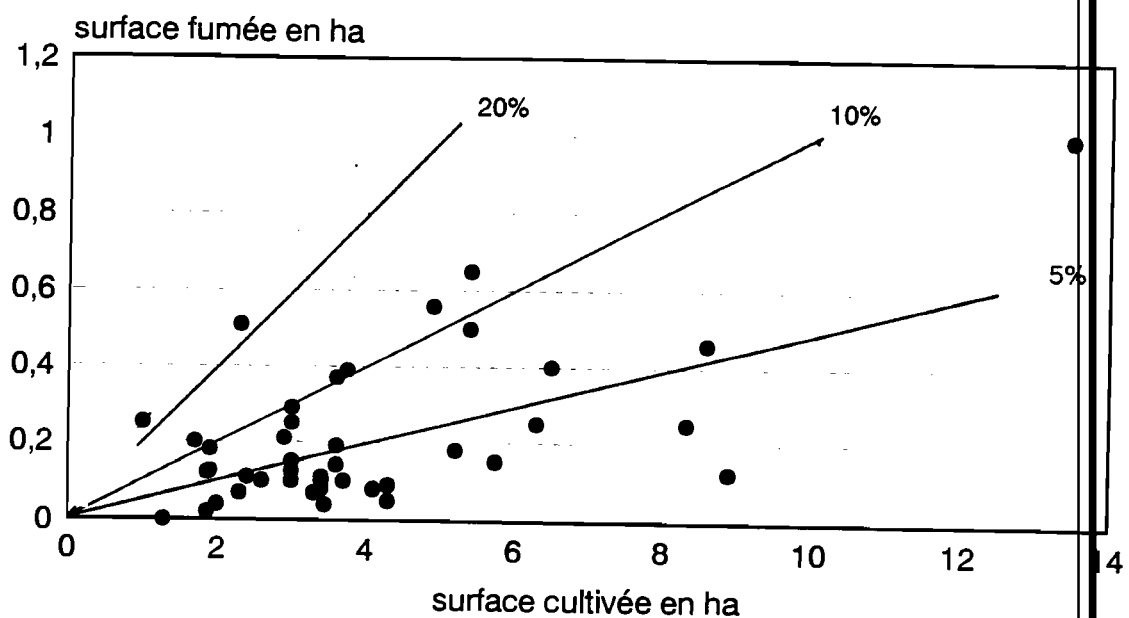
Les choix des paysans concernant la valorisation de la fumure produite par son bétail devraient dépendre de plusieurs facteurs :

- l'état de fertilité de ses parcelles et la possibilité de défricher de nouvelles terres ;
- sa capacité de travail et son équipement en matériel (transport, manutention,...) ;
- la localisation de ces parcelles (proximité ou non de la concession) ;
- ces choix techniques en matière d'utilisation d'engrais minéral et d'herbicide ;
- ces choix stratégiques à court terme (intensification ou extensification des systèmes de cultures) et à moyen terme (implantation pérenne dans le terroir ou souhait de migrer vers de nouvelles terres). Ce dernier point est souvent en relation avec l'âge du chef d'exploitation et sa situation sociale et économique dans le village.

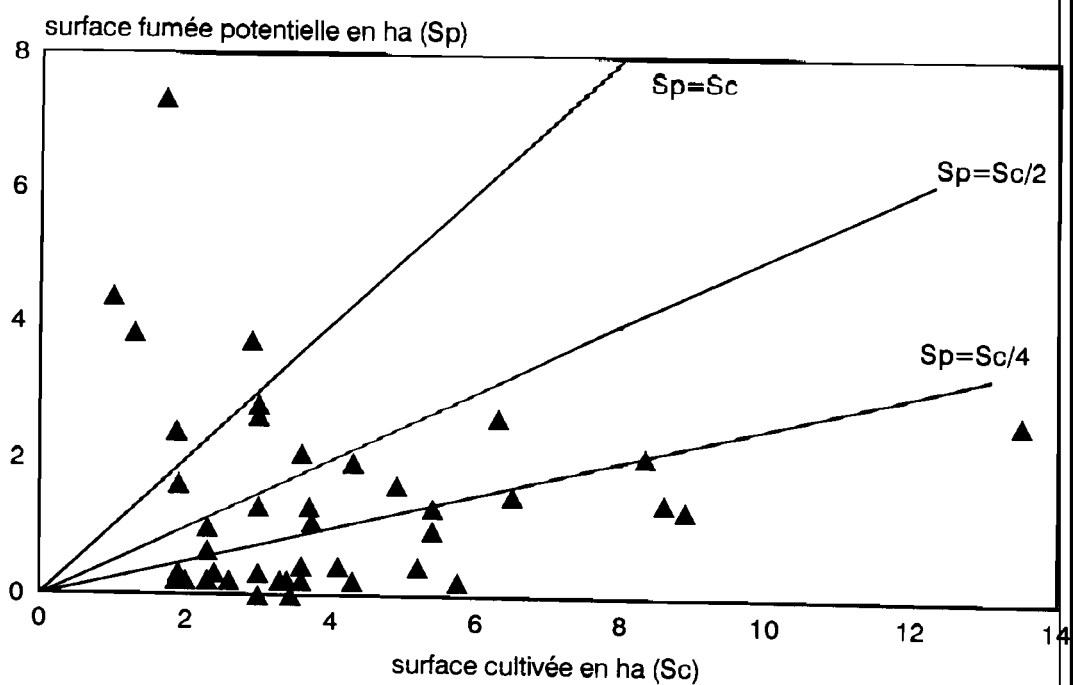
Dans la mesure où la fumure organique produite par le cheptel bovin est encore très largement sous valorisée, les paysans utilisateurs de ce type de fumure n'ont pas encore élaboré de règles très précises pour raisonner son utilisation. On présentera ici simplement la place actuelle de la fumure animale par rapport aux surfaces cultivées par exploitation (figure 30).

Figure 31 : Variabilité des surfaces fumées et potentiellement fumées par exploitation possédant des bovins à Héri, campagne agricole 1996

a) relation entre surface cultivée et surface fumée



b) relation entre surface cultivée et surface potentiellement fumée



Les surfaces concernées par la fumure organique représentent entre 1 et 6% de la surface totale cultivée en 1996 par les exploitations ayant utilisé ce type de fumure à Ourolabo. A Héri les éleveurs fument entre 10 et 20% de la surface qu'ils cultivent (2,13 ha en moyenne). Les agro-éleveurs obtiennent aussi de meilleurs résultats que ceux d'Ourolabo puisque le tiers d'entre eux épandent de la poudrette sur 5 à 10% de la surface cultivée. La capacité de fumure des exploitations dépendra d'une part du rapport entre la taille du troupeau et la surface cultivée (tableau 68) et d'autre part, de la mobilisation du paysan pour valoriser la fumure dont il dispose. La capacité de fumure par exploitation correspond donc bien au **nombre de bovins par ha cultivé**. Pour ce critère les écarts entre groupe d'exploitations et village sont assez remarquables et expliquent bien l'impact potentiel plus important de la fumure animale à Héri lié au fait que :

- les surfaces cultivées à Héri par actifs et par exploitation sont en moyenne plus faibles qu'à Ourolabo, le manque de terre défrichable en est l'origine ;
- la taille des troupeaux bovins est plus importante chez les éleveurs et surtout les agro-éleveurs possédant un petit noyau d'élevage en plus des boeufs de trait.

Tableau 68 : Potentiel de fumure organique exprimé en bovins/ha selon les types d'exploitation

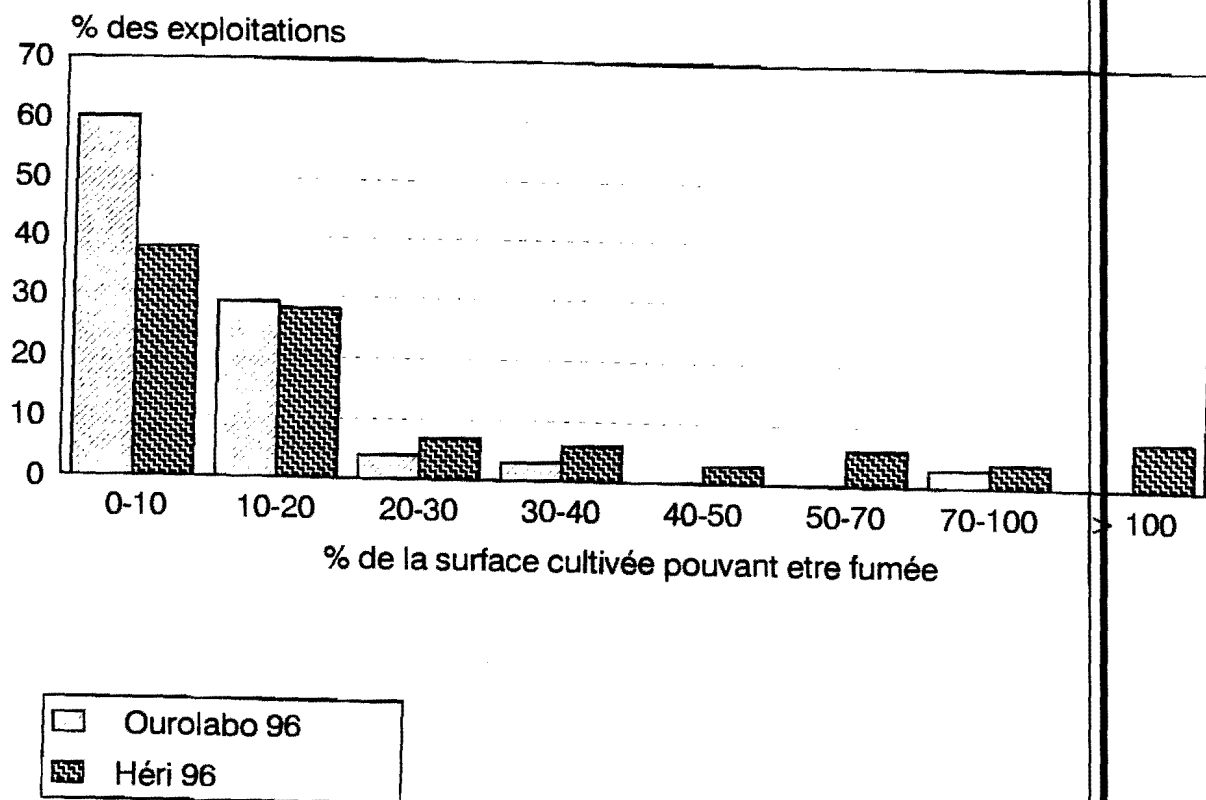
	HERI			OUROLABO		
	surface cultivée	nombre de bovins	bovins/ha	surface cultivée	nombre de bovins	bovins/ha
agriculteurs avec 1 seule paire de boeufs de trait	3,0 ha	2	0,66	4,40	2	0,45
agro-éleveurs avec plus de 2 bovins	5,38	10,2	1,9	5,27	5,0	0,94
éleveurs avec plus de 15 bovins	2,13	33	15,4	3,45	27	7,82

c) Potentiel de production de fumure organique traditionnelle et surface cultivée

La production potentielle de fumure organique traditionnelle est obtenue en considérant qu'un bovin adulte produit 550 kg (M.S) par an lors de la stabulation nocturne dans un parc ou dans un enclos ou au piquet dans la concession. A cette production s'ajoute celle des petits ruminants et des ânes. La surface cultivée est celle de 1996. La surface pouvant être potentiellement fumée correspond à l'utilisation de la production potentielle de poudrette à la dose de 5 t/ha.

Les éleveurs du fait de la taille importante de leur troupeau bovin et des faibles surfaces qu'ils cultivent se distinguent très nettement dans les deux terroirs (10 exploitations) par un potentiel

Figure 32 : variabilité du potentiel de fumure organique par exploitation



de fumure très important (figures 30 a et 31 a). Dans toutes ces exploitations 80% de la surface cultivée pourrait être fumée chaque année à la dose de 5 t/ha. A Héri et pour cette dose de fumure, 5 exploitations disposeraient d'une trop grande quantité de poudrette et pourraient en céder aux agriculteurs.

Les agro-éleveurs à Héri qui disposent d'environ 2 bovins par ha cultivé (11 exploitations) constituent un deuxième groupe d'exploitations dont le potentiel de fumure permettrait de fumer entre 25% et 50% de la surface cultivée à la dose retenue.

Enfin la grande majorité des paysans possédant un petit effectif de bovins et quelques petits ruminants ne peuvent pas espérer fertiliser avec leur poudrette plus de 25% de la surface qu'ils cultivent actuellement.

On obtient la même classification si l'on raisonne sur l'ensemble des exploitations qui possèdent des bovins dans les deux terroirs (figure 32). 38% des exploitations possédant des bovins à Héri et 60% à Ourolabo ne peuvent pas fertiliser plus de 10% de la surface qu'ils cultivent en valorisant toute la production de poudrette et environ un tiers des exploitations dans les deux villages ne pourra fumer qu'entre 10 et 20% de leur assolement. Les figures 30 et 31 mettent bien en évidence les écart entre les deux terroirs pour les exploitations possédant actuellement des bovins. A Ourolabo les surfaces cultivées sont relativement plus importantes qu'à Héri mais par contre les effectifs en bovin sont plus faibles (sauf pour l'éleveur M'bororo sédentaire).

A partir des expérimentations de longue durée menées en station en Afrique de l'Ouest on considère que le statut organique des sols est entretenu correctement lorsque l'on apporte 5 t/ha de fumure organique (m.s) tous les deux ans (SEDOGO, 1981 ; PICHOT et al., 1981) ou 6 t/ha tous les 3 ans (BERGER et al., 1987 ; BOSMA et al., 1992). La qualité de la fumure organique est aussi un critère à prendre en compte. Ainsi un fumier au rapport C/N de l'ordre de 15 et riche en matière organique (environ 30%) aura un effet nettement plus bénéfique qu'un apport de poudrette plus pauvre en matière organique et contenant des matière inerte comme de la silice.

On raisonne dans un premier temps par rapport à l'objectif d'apport de 5 t/ha/2ans, tous types de fumure organique confondus. Pour atteindre cet objectif les paysans devraient chaque année apporter de la fumure organique sur la moitié de la surface qu'ils cultivent. En dehors du groupe des éleveurs aucune autre exploitation ne peut atteindre cet objectif si l'on s'en tient à valoriser uniquement la poudrette des bovins et des cheptels secondaires. Pour ces deux terroirs deux voies sont alors envisageables pour améliorer l'entretien du statut organique des sols :

- Accroître la production de fumure organique en recyclant la biomasse végétale en fumier et en compost et parallèlement en augmentant les effectifs de bovins et des autres cheptels ;
- en développant des alternatives à la fumure organique par le biais des parcs arborés denses, des jachères de courtes durées à base de légumineuses.

Ces différentes alternatives seront abordées dans la cinquième partie du document en sachant bien que leur mise en oeuvre nécessite des changements importants dans la conduite des troupeaux et des systèmes de cultures. Toutefois il faut rappeler que la réduction des pertes de poudrette consiste une première étape que la grande majorité des exploitations n'ont pas encore mise en oeuvre.

4. EFFETS DE LA FUMURE ORGANIQUE SUR LES SYSTEMES DE CULTURES

L'effet de la fumure organique sur les cultures et l'enherbement des parcelles a été évalué pour les céréales (maïs et sorgho) et le coton. Le dispositif d'évaluation se limitait à comparer pour certaines parcelles des zones ayant reçu de la fumure organique (à dose plus ou moins forte) et des zones n'ayant pas été fumées. Concernant l'effet de la fumure organique sur la production on se limitera à présenter les rendements moyens obtenus selon les situations et les cultures dans la mesure où l'on dispose dans ce domaine de nombreux résultats obtenus par des essais menés en station et en milieu paysan. On s'attachera surtout à montrer l'impact de la poudrette sur l'enherbement des cultures.

4.1 Fumure organique et rendement des cultures

On présentera d'un part l'effet de la poudrette épanchée par les paysans sur les principales cultures fumées et d'autre part, l'impact des parcages des grands troupeaux sur le maïs où l'on a constaté de très forte concentration de poudrette.

a) Effet de l'apport de poudrette sur la production des céréales et du coton

Ces résultats sont donnés à titre indicatif car il est difficile de bien cerner ce que représente chaque situation (tableau 69). Ainsi à Héri les zones fumées en 1995 (année du suivi des cultures) l'ont certainement été les années précédentes, elles correspondent à l'auréole de forte fertilité située aux abords des concessions. Par contre les céréales des zones non fumées ne bénéficient pas de fumure organique (au moins en 1995) ni d'engrais minéral, ce qui explique que les rendements en épis ou en paille y sont en gros deux fois moins importants. Pour le cotonnier le gain de production obtenu sur les zones fumées est moindre (+45% pour le coton-graine) car sur la zone non fumée le cotonnier a reçu dans tous les cas de l'engrais minéral généralement à la dose de 150 kg/ha. Là où les paysans ont apporté la fumure organique il est probable qu'ils avaient réduit la dose de fumure minérale.

On peut comparer ces résultats à ceux obtenus dans diverses expérimentations menées avec les paysans dans les mêmes villages par l'IRAD et par le projet DPGT/Sodecoton (DUGUE 1996 ; DUGUE et al., 1997). Pour le maïs et pour l'ensemble de la Province du Nord (de Guider à Touboro) un apport annuel de 5 t/ha de poudrette entraîne un gain de rendement en grain de 43% par rapport à un témoin sans fumure organique, les deux traitements recevant une fumure minérale identique de 125 kg/ha. Ce gain de rendement est plus élevé dans les régions où les sols sont cultivés depuis de longues dates (Guider + 62%, Garoua Ouest + 52%) alors qu'à Touboro où les paysans pratiquent encore la jachère de longue durée l'effet de la fumure

organique est bien moindre (+26%). Les résultats obtenus par l'IRAD en 1994 et 1995 à Héri et Ourolabo pour la même comparaison sont similaires (+37% à + 53 % de rendement en grain). Pour le sorgho et les régions situées au Nord de Garoua, l'effet de 5t/ha de poudrette est voisin de + 40%, dans ce cas le témoin comme le traitement fumure organique ne reçoit pas d'engrais minéral.

Tableau 69 : Effet moyen de la fumure organique apportée depuis les concessions sur les rendements des cultures (kg/ha)

Culture et situation (nombre de parcelles observées)		Zone non fumée	Zone fumée (3 à 10 t/ha)	Gain de production dû à la F.O (en %)
<u>Maïs</u> Ourolabo 1995, (7)	épis	1797	2313	+ 23%
	pailles	2093	2776	+ 33%
<u>Maïs</u> Héri 1995, (6)	Epis	1633	3660	+ 124%
	pailles	1853	3880	+ 108%
<u>Sorgho</u> Héri 1995, (9)	épis	937	2218	+ 136%
	pailles	2703	5088	+ 88%
<u>Coton</u> Héri 1995, (9)	coton*	1297	1882	+ 45%
	tiges	1570	2730	+ 74%

La fumure organique a aussi un effet sur la production de paille comparable à celui observé sur la production de grain ou d'épi. A noter que les rendements en paille de maïs sont relativement proches de ceux obtenus en épis (3 à 4 t/ha au maximum) qui sont facilement consommés par le bétail ou les termites. Le sorgho produit une quantité plus importante de paille (jusqu'à 6 t/ha) moins bien consommée par les troupeaux mais qui peuvent être recyclée en fumier ou compost. La fumure organique tout comme la fumure minérale, a donc un effet sur la quantité de fourrage disponible et sur la biomasse végétale pouvant être recyclée en fumure organique.

Pour le cotonnier à Héri, les rendements sont plus élevés dans les zones fumées (+ 45%), le rendement en tige est aussi plus important (+74%). Ceci confirme bien l'effet de la fumure organique sur le développement végétatif du cotonnier. Les références relatives à l'effet de la fumure organique sur la production de coton-graine au Nord Cameroun sont peu nombreuses du fait que la fertilisation de cette culture repose principalement sur les engrais minéraux depuis la création de la Sodecoton en 1974. Des essais longue durée réalisés avant cette date mettent en relief l'intérêt de la fumure organique à forte dose (20 t/ha de poudrette, teneur en m.s non précisée) qui a permis de maintenir sans emploi d'engrais le rendement en coton graine autour de 2 t/ha pendant une dizaine d'années alors que le rendement du témoin se stagnait autour des 800 kg/ha à partir de la 3^e rotation sorgho/coton (DUBERNARD, 1978). Mais il s'agit là d'un effet d'apports cumulés de fumure organique.

b) Effet des parcsages M'bororo sur la production de maïs

Le parcage des troupeaux Mbororo concentre la fumure organique sur de petites surfaces. Dans 8 parcelles à Oroulabo, on a pu distinguer 3 situations contrastées (tableau 70) qui permet de mettre en évidence une augmentation très significative des rendements en épis et en paille de maïs due au parcage à dose moyenne (10 à 20 t/ha) (+ 188%). Une trop forte concentration des déjections (> 30 t/ha) entraîne une augmentation moindre (+120%) qui pourrait être dû à un enherbement excessif. Les situations extrêmes ont été rencontrées à Héri où les cultures (sorgho et maïs) ne se développent pas là où les bovins ont été stabulés en enclos sur de très petites surfaces. On dispose de peu de données concernant l'effet des parcsages sur la production céréalière ou cotonnière mais il semble préférable de ne pas trop concentrer les fèces sur une petite surface. Il faut plutôt viser une répartition homogène de la fumure organique sur une plus grande surface sans dépasser la dose de 10 t/ha (matière sèche).

Tableau 70 : Effet moyen de la fumure organique apportée par parcage sur les rendements des cultures (kg/ha)

Culture et situation (nombre de parcelles observées)		Zone sans parcage	Parcage avec concentration moyenne de fèces (10 à 20 t/ha)	Parcage avec forte concentration de fèces > 20 t/ha
Maïs Oroulabo 1995, (8 parcelles)	épis	1158	3334 (+188%)	2554 (+120%)
	pailles	1468	4207 (+186%)	3491 (+137%)
	adventices	1080	2475 (+129%)	3273 (+203%)

4.2 Fumure organique et salissement des parcelles

Les paysans soulignent fréquemment que la fumure animale a certes un impact positif sur les rendements des céréales et du coton mais accroît l'enherbement de ces cultures. Cette contrainte est surtout accentuée dans les terres nouvellement défrichées où :

- l'effet de la fumure organique sur la production est relativement limité du fait d'un niveau de fertilité du sol encore élevé ;
- l'enherbement est encore très limité et donc facilement contrôlable par les paysans.

Les mesures de biomasse d'adventices présentes au moment des récoltes du maïs et du sorgho montrent bien que même en fin de campagne agricole (et après au minimum 2 sarclages) l'enherbement est plus important dans les zones fumées (tableaux 70, 71). Les parcelles de cotonnier sont mieux entretenues (même au mois de septembre) de façon à faciliter la récolte et dans ce cas les zones fumées ne sont pas plus enherbées que les zones non fumées.

On rappellera que la production d'adventices en fin de campagne agricole contribue à

l'alimentation du bétail lors de la vaine pâture.

Tableau 71 : Effet moyen de la fumure organique sur le salissement des parcelles (adventices en kg m.s /ha, striga notation de 0 à 5)

Culture et situation (nombre de parcelles observées)		Zone non fumée	Zone fumée*
<u>Maïs</u> Ourolobo 1995, (7)	adventices striga	787 #0	1315 #0
<u>Maïs</u> Héri 1995, (6)	adventices striga	715 # 1,5	1250 #0,5
<u>Sorgho</u> Héri 1995, (9)	adventices striga	940 # 2	1750 #0,5
<u>Coton</u> Héri 1995, (9)	adventices	300	350

* par apport depuis les enclos

L'emploi d'herbicides et l'enfouissement de la fumure animale par un labour (généralement pratiqué) peuvent aussi limiter le salissement des parcelles fumées. Par rapport à cette contrainte de salissement, les paysans peuvent difficilement apprécier l'intérêt de fumures organiques mieux élaborées (fumier, compost) dans la mesure où ils ne les ont pratiquement jamais utilisées. Ce type de fumure subit une phase d'échauffement liée à la décomposition des litières par les microorganismes qui entraîne une destruction partielle des semences des mauvaises herbes contenues dans les fèces. Par ailleurs les éleveurs ont constaté que les déjections produites en saison des pluies ont un faible effet sur l'enherbement des champs la saison agricole suivante dans la mesure où les végétaux consommés durant cette période contiennent peu de semences matures (J.BOUTRAIS, à paraître).

Les parcelles de céréales régulièrement fumées sont moins infestées par *Striga hermontica*, adventice parasite des céréales (Hoffman, 1994), les paysans de Héri ont fait le même constat mais ils considèrent que ce parasite a peu d'effet sur la culture de sorgho rouge *djigari*. Par contre le maintien du maïs dans des terroirs comme Ourolobo et dans une moindre mesure Héri va se heurter à la prolifération de cette plante parasite. Les variétés actuellement diffusées ne sont pas tolérantes au striga ce qui pourrait amener les paysans de cette région à utiliser la totalité de la fumure animale disponible actuellement.

CONCLUSION DE LA 4° PARTIE

La quantification de l'utilisation et de la production de fumure animale a permis de montrer la sous-valorisation de cette ressource dans les deux villages étudiés. Ce n'est qu'à Héri dans les exploitations agricoles d'agro-éleveurs que la fumure animale a pris une place importante

pour l'entretien de la fertilité, au moins pour les champs proches des enclos. Toutefois cette fumure est utilisée dans ces terroirs depuis peu de temps. Des signes encourageants montrent que cette fumure est de plus en plus appréciée des paysans : achat de brouettes en grand nombre à Héri, début de transport de la fumure sur des parcelles plus éloignées, apport de poudrette sur le cotonnier. Ces signes peuvent aussi correspondre à une baisse de la fertilité des sols pour certains systèmes de culture ou à des stratégies économiques de réduction des achats d'engrais minéraux. Des observations plus récentes (mai 1999) confirment la progression de l'utilisation de la fumure animale dans les deux terroirs et plus généralement au Nord-Cameroun (PICARD J., communication personnelle).

Les marges de progrès relatives à l'utilisation de la fumure animale sont importantes : les surfaces fumées pourraient être multipliées par 8 à Héri et par 10 à Ourolabo par la simple valorisation de toute la poudrette disponible dans les villages et par une meilleure gestion des parcs des troupeaux des éleveurs. Les pertes de fumure les plus importantes ont lieu en saison des pluies lorsque les grands troupeaux parquent la nuit sur des parcours éloignés des champs et que les paysans n'ont pas le temps de stocker ou de transporter la poudrette depuis les enclos.

Mais la valorisation de la toute la poudrette produite correspond très rarement à la recommandation des agronomes (5 t/ha/2ans) sauf pour les exploitations agricoles des éleveurs (faible surface, plus de 20 bovins) et dans quelques exploitations d'agro-éleveurs qui ont pu développer leur troupeau. Il apparaît donc nécessaire de rechercher des techniques complémentaires d'entretien du statut organique des sols. Ceci est surtout vrai pour toutes les exploitations qui ne possèdent pas encore de bovin (plus de 60% dans ces deux villages⁶⁶). La possibilité de recycler la biomasse végétale non utilisée actuellement et brûlée sera étudiée dans la 5^e partie du document.

⁶⁶ On note entre 96 et 99 une forte progression des effectifs de bovins de trait dans ces villages, 60% des exploitations posséderaient aujourd'hui au moins une paire de boeufs.

5° PARTIE : EVOLUTION DES SYSTEMES DE PRODUCTION ET VALORISATION DE LA BIOMASSE DISPONIBLE.

INTRODUCTION

Dans cette partie de synthèse nous mettrons en relation les données concernant principalement 3 domaines :

- l'utilisation des résidus de culture par les agriculteurs et les éleveurs et l'évolution de la biomasse des parcours en saison sèche ;
- la complémentation des troupeaux en saison sèche et une évaluation du bilan fourrager pour la même période;
- la production et l'utilisation de la fumure organique d'origine animale.

Ces 3 domaines sont en étroite relation :

- les résidus de récolte constituent la base de l'alimentation des troupeaux en saison sèche et les sous-produits agricoles comme le tourteau de coton et les drêches permettent d'assurer en théorie la couverture de leurs besoins en azote au moins durant les 3 derniers mois de saison sèche;
- les troupeaux en produisant de la fumure organique vont contribuer à entretenir la fertilité du sol, au moins dans certaines parties du terroir. Mais il faut rappeler que la fertilisation minérale largement utilisée pour le cotonnier et le maïs, la fixation de l'azote atmosphérique par l'arachide et le niébé et le recyclage du phosphore et du potassium par le brûlis des pailles de céréales et des tiges de cotonnier contribuent positivement aux bilans minéraux des systèmes de culture;
- enfin, l'amélioration de la productivité des systèmes de culture par le biais entre autres de la fertilisation, va entraîner un accroissement des rendements mais aussi de la production de résidus de récolte consommables par le bétail.

La question de l'amélioration de la productivité des zones de parcours n'a pas été abordée mais l'on a observé que les feux en saison sèche entraînent une perte importante de biomasse herbacée dans ces espaces.

Deux types de questions seront abordés : est il possible d'améliorer la gestion des biomasses étudiées en vue d'accroître la productivité des systèmes de production mais surtout d'aboutir à une utilisation durable des sols cultivés dans ces terroirs ? Quelles seront les conséquences des modifications proposées sur le fonctionnement de ces petits espaces et sur les stratégies des différents acteurs concernés (agriculteur, agro-éleveurs, éleveurs)?

Pour répondre à ces questions on s'appuiera sur la perception de la gestion de la fertilité du milieu par les différents acteurs et sur leurs modalités de gestion des ressources renouvelables dans les deux terroirs étudiés.

En dernier lieu on proposera une analyse plus générale des relations entre l'agriculture et l'élevage pour les zones soudaniennes et sahéliennes en prenant en compte différents critères : densité démographique, importance de l'élevage, état des ressources naturelles,.....

1. LES TRANSFERTS DE FERTILITE ET L'AMELIORATION DU RECYCLAGE DE LA BIOMASSE VEGETALE

1.1 Bilan global de fertilité pour les zones cultivées

A partir principalement de la quantification des apports de fumure minérale, des exportations des productions (dont les résidus de récolte) et des disponibilités en fumure animale, il est possible d'avoir pour l'ensemble de la zone cultivée, une bonne évaluation du bilan minéral pour les 3 éléments majeurs (N,P,K) et du niveau d'entretien du statut organique des sols.

Tableau 72 : Bilan minéral pour l'ensemble de la zone cultivée exprimé en Kg/ha, 1996.

	HERI (998 ha)			OUROLABO (635 ha)		
	N	P	K	N	P	K
Bilan minéral simplifié * (apports - exportations des cultures)	- 9	- 4	- 9	+ 1	-1	- 10
Impact de la lixiviation **	- 3	tr	- 2	- 4	tr	- 2
Contribution du potentiel de fumure animale disponible ***	+ 7	+ 2	+ 9	+ 3	+ 1	+ 4
Bilan global	- 5	- 2	- 1	0	0	- 6

* voir 3° et 4° parties

** d'après Gigou 1982 et Chabalier 1976

*** 461 t de poudrette disponible à Héri et 143 t à Ourolabo comprenant 1,6 % de N, 0,5% de P, 1,9 % de K.

En prenant en compte d'une part la lixiviation et d'autre part, la contribution potentielle de toute la fumure animale produite, on précise les bilans minéraux pour la zone cultivée. Les pertes par érosion ne sont pas prises en compte dans la mesure où ce phénomène est marginal à Ourolabo et qu'il correspond à Héri à un transfert de fertilité des zones hautes vers les parcelles basses en bordure des *mayos*.

La mobilisation de toute la fumure animale produite dans les enclos et les parcs aurait un impact non négligeable à Héri (461 t de poudrette disponibles) mais elle ne suffirait pas à équilibrer le bilan minéral global à l'échelle du terroir. A Ourolabo le bilan serait équilibré sauf pour le potassium. A noter que les quantités de fèces laissées par les troupeaux dans les parcelles durant la saison sèche (de 100 à 200 kg/ha) ont été prises en compte dans le calcul des bilans minéraux simplifié (2° partie). Il en est de même pour les apports limités d'éléments minéraux dus à la coupe des arbustes et aux apports de litière des arbres se trouvant dans les champs.

L'effet de la jachère présente sur 80 ha à Ourolabo n'a pas été pris en compte dans le calcul

du bilan. Ces jachères de courte durée (1 à 3 ans maximum) composées essentiellement de graminées annuelles sont quasiment toutes brûlées en saison sèche et donc ne vont pas améliorer la fertilité du sol tant du point de vue organique que minéral.

La capacité des paysans de ces terroirs à entretenir le statut organique des sols peut être appréciée par leurs disponibilités en fumure organique en considérant que le taux de MO du sol reste stable si l'on apporte 5 T/ha de ce type de fumure tous les 2 ans (SEDOGO, 1981) ou 7,5 t/ha tous les 3 ans (POL, 1991; RIDDER et al., 1990). Ces normes sont équivalentes du point de vue des quantités de fumure à mobiliser. On ne prendra pas en considération par la suite les variations qualitative de la fumure organique.

Tableau 73 : Valorisation du disponible de fumure organique traditionnelle (poudrette)

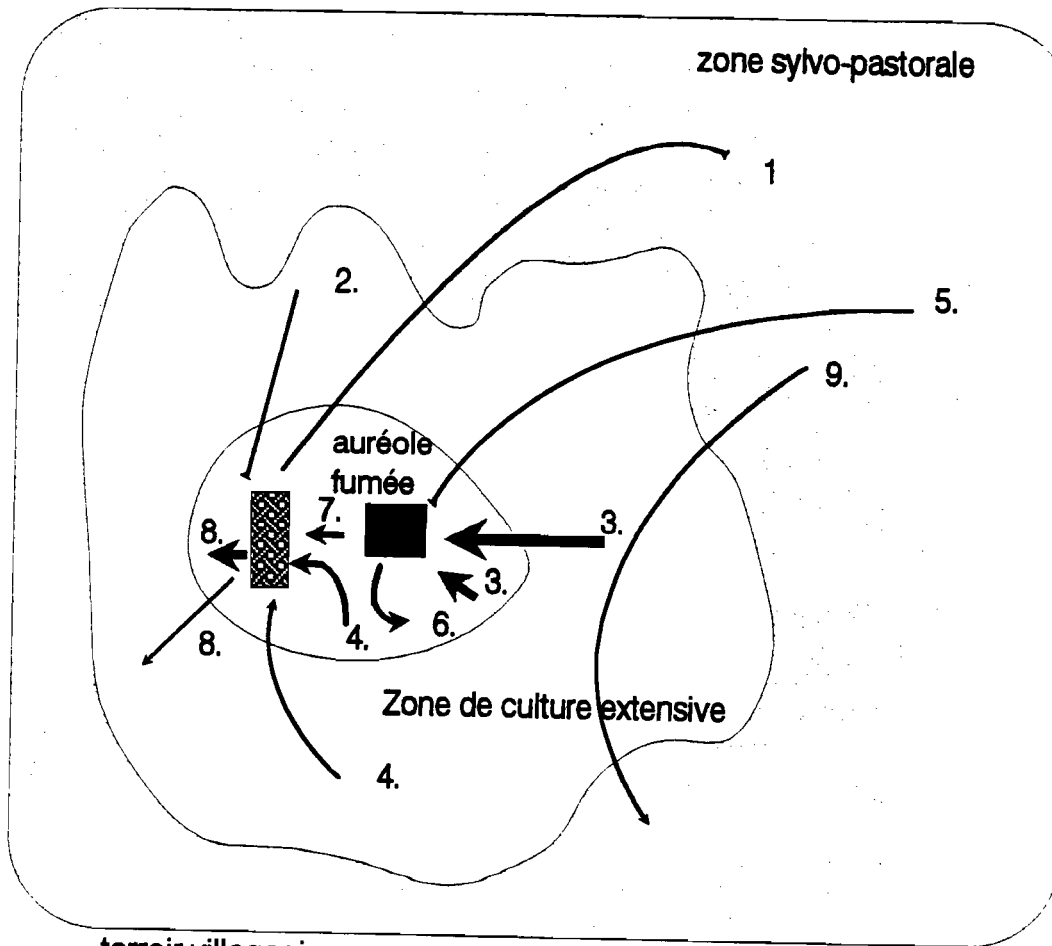
	HERI	OUROLABO
quantité de fumure animale disponible	461 t	143 t
surface correspondante à 5 t/ha	92 ha	28,6 ha
surface fumée apport de toute la poudrette disponible à dose de 5t/ha + parcage traditionnel	83,6 ha	25,7 ha

En prenant en compte cette norme de fumure et les effectifs actuels de bovins et des autres cheptels, la surface pouvant être fumée avec la production de poudrette chaque année dans les deux terroirs n'excédera pas 92 ha à Héri et 26 ha à Ourolabo. En considérant que la dose de 5t de fumure organique par hectare suffit pour deux années consécutives, les paysans de ces villages pourront maintenir le taux de MO de leur sol sur respectivement 184 ha et 52 ha soit 18% de la surface cultivée à Héri et 8% à Ourolabo. Les besoins en fumure organique pour atteindre l'objectif de 5 t/ha/2 ans sur l'ensemble de la zone cultivée sont considérables : 2495 t à Héri et 1587 t à Ourolabo. Mais d'autres alternatives techniques permettant d'entretenir le statut organique du sol sont à envisager : le recyclage de la biomasse végétale, la jachère améliorée, l'association arbres/cultures et les plantes de couverture.

Avant de discuter de la mise en oeuvre de ces alternatives et de leur faisabilité, il paraît logique d'évaluer les marges de progrès possibles en matière de production de fumure organique dans le cas de ces deux terroirs.

Si l'on peut considérer que la fumure minérale est répartie de façon relativement uniforme sur l'ensemble de la zone cultivée dans le cadre de rotation coton/céréale/arachide, il en n'est pas de même pour la fumure organique qui aura toujours tendance à être localisée à proximité des habitations. Le problème du maintien de la fertilité du sol et plus particulièrement du taux de MO se pose donc avec plus d'acuité pour les zones de culture éloignées des concessions. La caractérisation des transferts de fertilité observés actuellement ou à développer est donc essentielle avant d'entrevoir les divers moyens d'augmenter la production de fumure organique.

Figure 33 : Flux de matière au niveau d'un terroir agro-pastoral



terroir villageois

1. transferts de fertilité dus au bétail depuis la zone de parcours



enclos, étables et parcs à bétail..

2. transfert de fertilité dus au bétail depuis la zone de culture

3. transport des récoltes (grains, gousses,...)



habitations

4. stockage des résidus de récolte pour l'élevage et la construction

5. bois de feu, bois d'oeuvre et graminées non cultivées pour les constructions

6. ordures ménagères, déchets domestiques

7. sous-produits agricoles consommés par le bétail (issues de battage,.....)

8. fumure organique

9. érosion hydrique

1.2 Flux de biomasse et transferts de fertilité au niveau des terroirs

Les transferts de fertilité se caractérisent par des flux de matières organiques et minérales correspondant aux déplacements des troupeaux et aux transports de ces matières par les populations ou à des phénomènes naturels : érosion hydrique et éolienne (figure 33). On peut ainsi distinguer deux types de flux de matière :

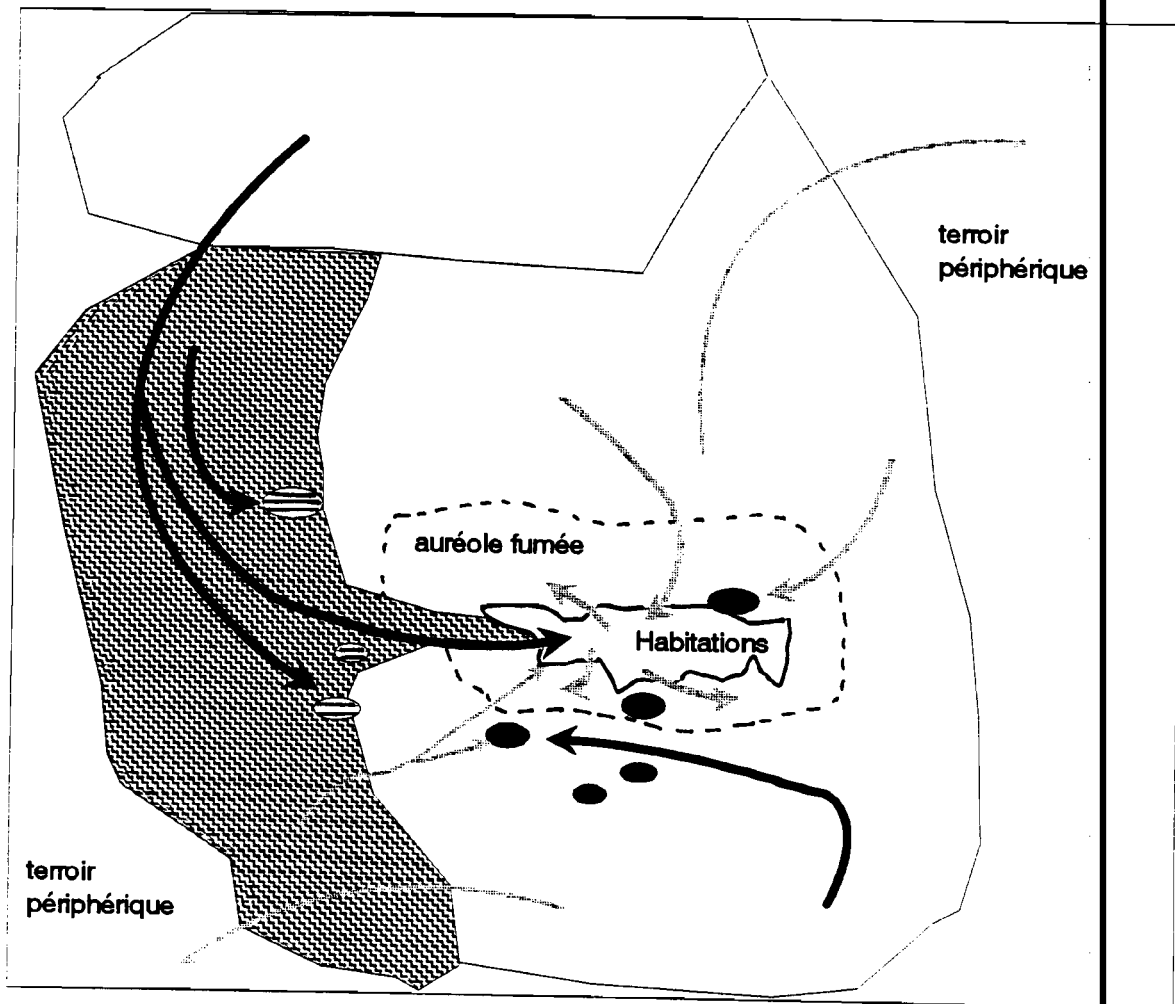
- les flux qui vont contribuer à l'enrichissement d'une partie du terroir par apport d'éléments fertilisants : la fumure animale, les stocks de résidus de récolte qui vont être recyclés par le bétail en matière organique et dans une moindre mesure les ordures ménagères (cendre, déchets de transformation des produits agricoles,...) plus ou moins bien valorisées par les agriculteurs;
- les flux qui correspondent à une exportation de biomasses qui ne seront pas recyclés pour l'agriculture (ou très partiellement) et donc à une perte d'éléments organiques et minéraux : les récoltes, le bois de feu, les matériaux de construction traditionnels (paille, bois d'oeuvre), les pertes par érosion et lixiviation (sauf dans le cas où les éléments transportés vont être déposés dans des bas-fonds cultivés).


Dans ces agro-systèmes, des transferts de fertilité peuvent s'opérer non plus horizontalement (d'un point à un autre du terroir) par le biais du bétail ou de l'érosion hydrique mais verticalement entre les couches profondes du sol et l'horizon superficiel. Ce type de transfert est principalement dû aux espèces arborées à enracinement profond et aux graminées pérennes. Ils contribuent activement aux mécanismes d'amélioration de la fertilité des sols par le biais de la jachère de longue durée et des parcs arborés denses. Dans la mesure où ces pratiques de gestion de la fertilité sont quasiment absentes des terroirs étudiés, ce type de transfert de fertilité n'a pas été pris en compte dans cette étude. Ceci n'exclut de proposer des techniques d'agroforesterie pour améliorer la gestion de la fertilité du sol et accroître les disponibilités fourragères.

Nous n'aborderons pas les transferts de fertilité dus à l'érosion hydrique ou à la consommation en bois par les populations. Notre étude se limitant aux flux de biomasse herbacée et de fumure animale.

L'analyse des transferts de fertilité dus à l'élevage nécessite tout d'abord de quantifier et de localiser les apports de fumure organique, ce qui a été réalisé pour les deux terroirs. Il est plus difficile d'avoir selon les saisons, une bonne connaissance des lieux de pâturage des troupeaux et surtout une estimation des quantités de biomasse ingérées pour chaque période et lieux de pâturage ainsi définis. A partir du suivi d'un échantillon de troupeaux bovins et d'une évaluation qualitative des pâturages, on dispose pour ces deux terroirs d'une description assez précise des déplacements des troupeaux en fonction des saisons (REISS et al., 1997, PICARD 1999). On présentera ici un modèle simplifié des transferts de fertilité en ne faisant référence qu'aux deux grandes périodes de l'année : la saison agricole durant laquelle les troupeaux ne s'alimentent que sur les parcours et la saison sèche dominée par la vaine pâture des résidus de récolte au champ. Une analyse plus exhaustive prendrait en compte les deux périodes de transition (mai-juin et octobre-novembre) durant lesquelles les bergers doivent faire évoluer rapidement les systèmes alimentaires de leur troupeau.

Figure 34 : Localisation des transferts de fertilité dus à l'élevage selon les saisons



- | | | |
|--|--|--|
| transferts de fertilité
- en saison sèche |  parcage de saison des pluies |  zone cultivée |
|  - en saison des pluies |  parcage de saison sèche |  parcours du terroir |
| | |  parcours hors terroir |

On retrouve à Héri la distribution habituelle de la fumure organique en auréole autour des habitations observée dans bien des situations en Afrique sub-saharienne. On la devine à Ourdabo où elle est complétée par des apports liés au parcage des troupeaux allochtones près du village ou en brousse à proximité des points d'eau ou de parcours riches en graminées pérennes. Les cas où les paysans transportent la poudrette sur plus de 500 m sont rarissimes (figures 25 et 27).

Pour les deux grandes périodes de l'année et en fonction des types de troupeaux présents sur les terroirs, il est possible de distinguer les principaux transferts de fertilité (figure 34). Durant la saison agricole (mai à octobre) tous les troupeaux du village s'alimentent sur les parcours naturels du terroir mais aussi en périphérie. Les animaux en retournant chaque soir dans des concessions ou dans des parcs, vont concentrer dans ces lieux de la fumure organique qui ne sera utilisée pour les cultures de l'année suivante qu'à hauteur de 15% à 20% selon nos estimations (4^o partie).

En saison sèche les bergers privilégient dans un premier temps la vaine pâture des parcelles de céréales et de légumineuses. Dans ces parcelles la consommation des adventices de fin de saison des pluies est très recherchée par le bétail. Durant la deuxième moitié de la saison sèche les troupeaux diversifient leur alimentation en alternant pâturage sur parcours naturels (lorsqu'ils ne sont pas détruits par le feu), valorisation du reste de résidus de récolte et enfin consommation des fourragers arborés et des compléments alimentaires distribués par les bergers. Durant la saison sèche, la majeure partie de l'alimentation du bétail est donc issue directement de la zone cultivée ou indirectement par le biais de la complémentation (résidus de culture stockés et tourteau de coton). En comparant les besoins des troupeaux et les quantités de résidus de culture qu'ils consomment en saison sèche on peut avancer que les parcours naturels fournissent moins de 30% des besoins en matière sèche du bétail durant cette période (cf doc. complet). La fumure organique produite durant cette période est mieux utilisée mais elle correspond principalement à un transfert d'éléments minéraux et organique de l'ensemble de la zone cultivée vers les auréoles fumées autour des habitations.

Durant la saison sèche il faut souligner les transferts opérés par les troupeaux allochtones. Les troupeaux des transhumants séjournant la nuit dans les parcelles à Ourdabo assurent le même type de transfert que ceux réalisés par les troupeaux villageois. Par contre les troupeaux qui pâturent dans ce terroir uniquement la journée vont assurer un transfert de fertilité vers les villages et les campements périphériques où ils séjournent la nuit. On a estimé le temps de présence de ces troupeaux à environ 50 000 jours x UBT par an ce qui correspond à une production nocturne de poudrette de 75 t.

On peut affiner cette analyse en considérant les éléments majeurs de la complémentation alimentaire de saison sèche. Dans ce cas le transfert de fertilité débute par les transports réalisés par les paysans : les résidus de culture mais aussi les récoltes qui vont procurer des sous-produits comme la drêche de bière de sorgho et le tourteau de coton (via les huileries). Ces aliments vont être consommés par le bétail et recyclés en fumure organique de saison sèche qui sera partiellement épandue dans les parcelles proches des habitations. Ce type de transfert s'opère là aussi entre l'ensemble de la zone cultivée vers l'auréole fumée. En dehors de faibles quantités de fourrages arborés ramenées dans les enclos, on n'a pas observé dans ces terroirs de flux importants de fourrage provenant des parcours vers les concessions

comme c'est le cas dans certaines régions du Sénégal et du Niger où les éleveurs récoltent des quantités conséquentes de paille de graminées naturelles (ANGE, 1991).

Du fait de la sous utilisation de la fumure organique produite en saison des pluies et de la faible contribution des parcours naturels à l'alimentation du bétail en saison sèche, les transferts de fertilité entre le *saltus*⁶⁷ et l'*ager*⁶⁸ sont actuellement très limités. Au sein de la zone cultivée la consommation des résidus et des sous-produits agricoles par le bétail permet un recyclage efficace de la biomasse disponible au bénéfice actuellement des zones fumées principalement aux abords des quartiers. En l'absence d'élevage les résidus au champ seraient totalement détruits par le feu (perte en MO et en N) et les sous-produits agricoles consommables par le bétail seraient exportés des terroirs (tourteau) ou non utilisés (drêches) augmentant ainsi les pertes en éléments nutritifs à cette échelle. Mais il faut bien considérer que les transferts de fertilité interne à la zone cultivée ne peuvent pas "enrichir" globalement cette portion de l'espace mais seulement limiter les pertes en éléments nutritifs.

1.3 L'augmentation de la production de fumure organique sans modification des effectifs des cheptels

Nous ne reviendrons pas sur la nécessité de valoriser dans un premier temps l'ensemble de la production de poudrette laissée par les bovins, les petits ruminants, les ânes, ... la nuit dans les enclos. Cette production permettrait de maintenir le taux de MO du sol sur 18% de la surface cultivée à Héri et 8% à Oroulabo. L'utilisation de cette fumure animale impliquerait évidemment d'améliorer la conduite des troupeaux, le stockage et le transport de la poudrette ainsi que les pratiques de parage. Par ailleurs la présence d'un cheptel important de bovins peut être valorisée pour recycler de la biomasse végétale non consommable par le bétail en vue de produire un fumier de qualité.

a) recyclage de la biomasse végétale par les bovins

Les techniques de production de fumier de ferme ont fait l'objet de nombreux travaux en station et en milieu paysan (BERGER 1996, HAMON 1972, DUGUE 1993, GANRY 1991, BOSMA et al. 1993) et ont vu un début d'application dans certaines régions d'Afrique de l'ouest (Mali Sud, Haute casamance au Sénégal, Nord Cameroun, Sud du Tchad, ...). Elles reposent toutes sur même principe : les bovins piétinent la litière que l'on place dans les enclos ou les étables, cette litière se mélange aux fèces et aux urines et se décompose petit à petit en fumier de qualité⁶⁹. Les litières sont très diverses mais proviennent généralement de la zone cultivée : paille de maïs et de sorgho et plus rarement tiges de cotonnier, tiges de pois d'angle, Il est possible aussi de valoriser par ce biais des pailles de graminées naturelles

⁶⁷ zone non cultivée réservée au parcours, à l'exploitation du bois, à la chasse,

⁶⁸ zone cultivée et en jachère

⁶⁹ Rapport C/N compris entre 10 et 15, composition minérale moyenne d'un fumier 1% à 1,5% de N, 0,35% de P205, 1,5% de K20, 30% de teneur en matière organique (par rapport à la matière sèche) (Berger, 1996)

récoltées sur les jachères et les parcours.

Selon les procédés de fabrication du fumier, les quantités de biomasse recyclées par bovin peuvent varier de 1 kg/jour à 6 kg/jour (tableau 3). La production de fumier correspondante sera comprise entre 2,2 et 6 kg/jour (matière sèche). La décomposition de la litière par les micro-organismes entraîne une perte de carbone et donc de matière sèche et une partie de la litière peut aussi être consommée par le bétail dans le cas par exemple d'une litière de paille de maïs.

Tableau 74 : Quantité de litière recyclée selon les procédés de fabrication pour un temps de stabulation de 14 heures par jour et production de fumier correspondante.

Procédés de fabrication du fumier	Kg de litière recyclée/jour/UBT	Fumier produit en kg par jour/UBT
Stabulation nocturne sans litière	0	1,5
Fumier produit sans arrosage durant la saison sèche	1	2,2
Fumier produit en étable avec arrosage hebdomadaire en saison sèche	2	2,8
Fumier produit dans un parc d'hivernage sur une période de 18 mois	5 à 6	6 à 7

La technique du parc d'hivernage (BERGER et al., 1987) est un compromis entre la compostage et la fabrication de fumier. Durant la saison sèche les bovins piétinent de grandes quantités de pailles (maïs, sorgho) à raison de 5 à 6 kg/jour/UBT et les enrichissent en fèces et urines. Ce mélange reste en tas découvert et sera ensuite décomposé en saison des pluies. La fumure ainsi produite est utilisée la saison agricole suivante.

La possibilité de transformer de la litière en fumier par les chevaux et les ânes a été testé avec succès au Sénégal et au Nord Cameroun (DUGUE, 1995) mais elle n'a pas été retenue car elle nécessite un travail trop important pour le fractionnement de la litière, et le compostage en fosse du mélange litière + déjections qui doit être arrosé en saison sèche.

L'allongement de la durée de stabulation des bovins (18 heures au lieu de 14 heures par jour) pourrait être envisagé en saison sèche en réduisant le temps de pâturage. Mais ceci impliquerait de procéder à un affouragement conséquent et les agro-éleveurs ne le souhaitent pas pour le moment surtout en début de saison sèche où le bétail peut facilement s'alimenter uniquement par la vaine pâture. Par contre ceci pourrait être envisagé pour les trois derniers mois de la saison sèche. L'accroissement de production de fumure organique attendu par cet allongement de stabulation serait de l'ordre de 20% pour la période considérée.

La période d'apport de litière est généralement circonscrite à la saison sèche, période durant laquelle les résidus de récolte sont facilement disponibles. Ceci correspond pour le Nord Cameroun (régions de Garoua et Guider) à l'intervalle 15 octobre au 15 mai soit 210 jours. Dans la plupart des tests de fabrication de fumier menés dans ces régions par l'IRAD et le projet DPGT⁷⁰, les paysans ne sont vraiment disponibles pour cette opération que 4 mois par an en saison sèche (15 décembre-15 avril), après les périodes de récolte et avant la préparation des parcelles. Il est aussi difficile d'envisager de fabriquer du fumier en saison des pluies bien que cela permettrait de valoriser les fèces produits durant cette période et qui sont souvent dispersés par les pluies. Pour limiter le temps de travail pour la fabrication du fumier durant cette période, les agro-éleveurs devraient prévoir des stocks de litière et disposer de bâtiments d'élevage hors d'eau.

Dans les calculs suivants on retiendra uniquement l'hypothèse d'un apport de litière pendant 210 jours par an en saison sèche et une durée de stabulation de 14h/jour toute l'année.

Tableau 75 : Besoins en litière et gains de production de fumure organique liés à son utilisation (1996) en t. Matière sèche.

	HERI	OUROLABO
Nombre d'UBT stabulé la nuit	459	131
Besoins en litière en tonnes, pour 210 jours de production de fumier si apport de :		
1 kg/jour/UBT	96	27
2 kg/jour/UBT	193	55
5 kg/jour/UBT	482	137
Disponibilités en résidus non consommés * :		
sorgho + maïs + arachide	551	338
cotonnier	510	208
Production de fumure organique supplémentaire en t et en (%)		
- si litière 1kg/j/UBT	67 t (+18%)	19 t (+ 13%)
- si litière 5 kg/j/UBT	433 t (+93%)	124 t (+ 86%)
Surface fumée supplémentaire en ha et en (%) si apport à 5 t/ha		
- si litière 1kg/j/UBT	13 ha (+16%)	4 ha (+ 13%)
- si litière 5 kg/j/UBT	87 ha (+104%)	25 ha (+96%)

* correspondent aux quantités de résidus brûlés en 1996

⁷⁰ Projet Développement Paysannal et Gestion de Terroir mis en oeuvre dans l'ensemble de la zone cotonnière par la Sodecoton et travaillant entre autres avec l'IRAD sur le thème de la gestion de la fertilité des sols cultivés

Les troupeaux extensifs des éleveurs Foulbè et M'bororo ne sont pas pris en compte dans cette simulation dans la mesure où il est quasiment exclu que ces éleveurs⁷¹ se mettent à fabriquer du fumier.

Même en considérant l'hypothèse du parc d'hivernage (apport maximal de 5 kg de litière/jour/UBT) les disponibilités en résidus de récolte dans les terroirs sont suffisantes dans les deux terroirs. Dans l'hypothèse d'une fabrication de fumier en saison sèche avec apport de 1 kg/j/UBT les paysans auront évidemment tendance à utiliser les résidus se trouvant non loin des étables. De même ils utiliseront les résidus facilement manipulables comme les pailles de sorgho et de maïs ou les fanes d'arachide de mauvaise qualité fourragère plutôt que les tiges de cotonnier. Avec les effectifs de bovins stabulés actuellement, les paysans n'auraient pas besoin d'avoir recours aux tiges de cotonnier comme litière quelle que soit la dose apportée. Ces tiges peuvent être transformées en fumier mais leur collecte et leur transport ne sont pas aisés.

La transformation de la litière en fumier avec un apport quotidien de 1 kg/UBT a un faible impact sur la quantité totale de fumure animale produite dans les deux terroirs (+ 18% à Héri et + 13% à Ourolabo), on obtient des progressions équivalentes en ce qui concerne la surface fumée. Ceci est lié au fait que :

- les troupeaux extensifs bovins, les petits ruminants et les ânes ne peuvent pas recycler de litière;
- que pour des faibles apports de litière, la part consommée par le bétail n'est pas négligeable : le mélange 1kg de paille + 1,5 kg de fèces produit environ 2,2 kg de fumier par jour et par UBT;
- la période de production de fumier est limitée à 210 jours par an.

Par contre l'option de recyclage massif de résidus par les bovins stabulés (5 kg/j/UBT) double à peu près la production de fumure organique et la surface fumée à l'échelle des deux terroirs. La mise en oeuvre de cette innovation pré vulgarisée au Mali et au Burkina Faso nécessite une forte mobilisation du travail de la part des paysans (TERSIGUEL, 1995). Pour limiter le transport de la litière il est envisageable pour les troupeaux d'au moins 10 têtes d'installer les parcs à proximité des grandes parcelles de brousse qui renferment de grandes quantités de paille de sorgho ou de maïs. Mais la majorité des agro-éleveurs considère que dans ces conditions leur troupeau et les bergers ne seraient pas en sécurité.

Les troupeaux M'bororo allochtones pourraient être mis à contribution dans le cadre de relations contractuelles avec les agriculteurs disposant des résidus de culture. Durant une période relativement courte (moins de deux mois) ces troupeaux d'effectifs élevés (50 à 100 têtes) pourraient recycler de grandes quantités de résidus de récolte. Cette dernière option n'a pas été prise en compte dans les calculs précédents.

b) Recyclage de la biomasse végétale par compostage

Comme pour la fabrication du fumier, les techniques de compostage des résidus végétaux sont

⁷¹ Dans la mesure où la production de poudrette des troupeaux des éleveurs si elle était bien valorisée, permettrait d'entretenir le statut organique de l'ensemble de leur parcellaire (cf document complet)

connus et sont diffusées dans certaines régions des tropiques humides à très fortes densités de population et avec peu d'élevage. En zone soudano-sahélienne ces techniques ont été testées en milieu paysan mais n'ont pas été adoptées à grande échelle. En zone sèche les paysans préfèrent utiliser cette biomasse pour faire un paillis qui aura un effet bénéfique sur l'alimentation hydrique des cultures. Dans certaines régions du Mali, les paysans déclarent fabriquer du compost mais il s'agit en fait d'un produit intermédiaire entre le fumier et le compost de végétaux (mélange de fèces, de débris végétaux et d'ordures ménagères mis en fosse à côté des habitations).

Dans le contexte des zones cotonnières le recyclage des résidus par le bétail reste prioritaire. Mais d'un point de vue théorique il est possible d'évaluer la quantité de compost qui peut être produite par la biomasse végétale disponible après fabrication du fumier. Outre les restes de pailles de céréales et d'arachide, non utilisés comme litière, les paysans pourraient composter les déchets de battage, les ordures ménagères, des pailles de graminées naturelles,..... Le compostage des tiges de cotonnier pourrait être envisagé mais cela nécessiterait de les couper en tronçons de 20 à 30 cm. Ces composts seraient fabriqués sur une période de 12 à 15 mois de façon à valoriser l'arrosage naturel des tas de biomasse végétale par les pluies.

Tableau 76 : Quantité de biomasse végétale disponible pour la fabrication de compost (en tonnes).

	HERI	OUIROLABO
Résidus de récoltes disponibles après prélèvement de litière* (sorgho + maïs + arachide dégradée)	69	201
Ordures ménagères et issues de battages**	223	146
Tiges de cotonnier	510	208
Graminées naturelles ***	-	912
Total	802 t	1467

* litière à raison de 5 kg/j/UBT pendant 210 jours/an.

** coques d'arachide et rafles de sorgho et de maïs

*** correspond à la biomasse brûlée en saison sèche 95/96

Cette évaluation prend en compte les principaux "gisements" de biomasse végétale qui pour le moment ne sont pas valorisés par les villageois. La quantité d'ordures ménagères est certainement sous-estimée puisque l'on s'est limité ici aux déchets de battage et d'égoûssage. Tous les autres types de biomasse pris en compte ci-dessus sont actuellement détruits par le feu. A Héri les parcours non brûlés dégagent un excédent global de biomasse herbacée évalué à 132 t pour 1995 (2^e partie). Mais du fait d'une augmentation des effectifs bovins, on a considéré que cette production sera rapidement utilisée par le bétail.

Les tiges de cotonnier et les graminées naturelles (à Ourolabo uniquement) constituent 66% de la biomasse compostable à Héri et 76% à Ourolabo mais elles sont plus difficilement mobilisables par les paysans que les résidus pailleux et surtout les ordures ménagères

concentrées aux abords des concessions.

On considère qu'un tonne de biomasse produira entre 600 et 700 kg de compost (SEDOGO, 1981) dont la teneur en MO est équivalente à celle d'un fumier de ferme. Le compostage des biomasses disponibles et actuellement non valorisées aboutirait à la production de 481 t de fumure organique à Héri et 880 t à Ourolabo (coefficient de transformation de la biomasse de 60%). Ces quantités de compost permettraient de fumer respectivement 96 ha et 176 ha à raison de 5 t de compost par ha. Cette évaluation reste théorique dans la mesure où la main d'oeuvre nécessaire à la fabrication de ce compost n'est peut être pas disponible⁷².

c) Impact du recyclage de la biomasse en fumier et en compost sur l'entretien du statut organique des sols

L'objectif de cette simulation est d'évaluer le potentiel maximal de fumure organique dans ces terroirs en valorisant toute la biomasse végétale mais sans faire varier les effectifs de bovins. La part des surfaces fumées par le compost est très importante à Ourolabo où le cheptel bovin est peu développé et ne peut pas consommer et recycler une grande quantité de biomasse.

Tableau 77 : Recyclage de la biomasse végétale et surface pouvant être fumée (en ha)

	HERI	OUROLABO
surface fumée supplémentaire par recyclage en saison sèche de 5 kg/jour de résidus de culture par les bovins intégrés	87	25
surface fumée en valorisant la totalité de la poudrette produite dans ces terroirs + parcage traditionnel	83	26
Valorisation de la fumure produite par les troupeaux allogènes ne résidant pas actuellement la nuit sur le terroir	0	15 (maxi)
SURFACE FUMEE VIA L'ELEVAGE	190	66
SURFACE FUMÉE PAR APPORT DE COMPOST (5 T/HA)	96	176
TOTAL GENERAL	266 ha	242 ha

Les transferts de fertilité vers les terroirs périphériques d'Ourolabo correspondent à 75 t de poudrette et la modification éventuelle de ce flux peut aussi être pris en compte dans

⁷² la période allant du 15 octobre au 15 avril n'est pas une période d'inactivité dans ces villages dans la mesure où la récolte de coton se termine vers le 15 janvier et que la réfection des habitations et le nettoyage des champs débutent à partir du 1^{er} mars.

l'évaluation du potentiel global de fumure. Cette quantité de fumure pourrait rester dans le terroir si les éleveurs et les agriculteurs y trouvaient chacun leur intérêt. Elle permettrait de fumer une surface comprise entre 7,5 ha et 15 ha selon le mode d'apport de fumure retenu (épandage depuis les enclos ou parage).

En mobilisant chaque année la totalité de la fumure organique pouvant être produite (fumier, compost, poudrette) les agriculteurs de ces terroirs pourraient maintenir le taux de MO du sol sur 532 ha à Héri et 454 ha à Ourolabo soit respectivement 55% et 72% de la zone cultivée. Mais si on exclut la possibilité de développer la technique du compostage, la surface pouvant être potentiellement fumée par le biais de l'élevage (par recyclage direct ou indirect de la biomasse végétale) se limiterait à 190 ha à Héri et seulement 66 ha à Ourolabo ce qui correspond à l'entretien du statut organique du sol sur une surface double soit : 380 ha à Héri et 132 ha à Ourolabo (seulement 38% et 21% de la surface cultivée).

Dans tous les cas les agriculteurs ne sont pas en mesure d'entretenir la fertilité organique de leur sol sur l'étendue des zones qu'ils cultivent actuellement. Le compostage pourrait être une solution efficace pour accroître fortement la disponibilité en fumure organique mais la mise en oeuvre de cette technique reste à valider avec les producteurs. A noter que cette technique ne rentrerait pas en concurrence avec l'alimentation des troupeaux dans la mesure où seule la biomasse non consommée par le bétail serait compostée.

Le recyclage par l'élevage des résidus de récolte et éventuellement d'autres types de biomasse (graminées naturelles, émondes d'arbres,...) reste la voie à privilégier dans un premier temps pour deux raisons principales :

- l'élevage permet de collecter facilement des ressources éparpillées sur l'ensemble du terroir soit par le pâturage soit en facilitant le transport de la biomasse (transport par charrette ou le bât),
- la fabrication de fumier s'accompagne généralement d'un meilleur suivi du cheptel stabulé (complémentation, bâtiments d'élevage améliorés,...) qui peut mobiliser les agro-éleveurs du fait de son impact économique possible : production de lait et de viande accrue, amélioration de la prolificité du troupeau,... (FALL et al., 1992).

Toutefois l'impact du recyclage de la biomasse par le bétail reste limité du fait principalement de la faiblesse des effectifs de bovins surtout à Ourolabo. Pour accroître les disponibilités en fumure organique dans ces deux terroirs il faudra donc **augmenter la charge en bovins**. Cette solution correspond mieux aux stratégies économiques des paysans. Par ailleurs on peut envisager d'accroître la production de biomasse végétale compostable, mais la mobilisation des producteurs sur ce thème reste à prouver.

d) Impact d'une utilisation intensive de la fumure organique sur les bilans minéraux et la production agricole.

Le recyclage de la biomasse végétale par le bétail et le compostage a pour effet de limiter les pertes en MO et en azote dues à la destruction des résidus de récolte par le feu. Il faut par ailleurs bien distinguer d'une part le recyclage des résidus de culture qui va limiter les pertes en MO et en N dans la zone cultivée et d'autre part, la transformation en fumure organique

de biomasses produites sur les parcours et les brousses. Dans ce dernier cas il y a bien transfert de fertilité du *saltus* vers l'*ager*.

Tableau 78 : Impact du recyclage de la biomasse végétale sur le bilan azoté

	HERI		OUROLABO	
	Tonnes de biomasse recyclable	KG d'azote ** supplémentaire par ha cultivé	Tonnes de biomasse recyclable	KG d'azote supplémentaire par ha cultivé
Paille (céréales + arachide) recyclée sous forme de litière :				
- 1 kg/jour/UBT	96 t	+ 0,5	27 t	+ 0,2
- 5 kg/jour/UBT	482 t	+ 2,4	137 t	+ 1,1
Résidus de culture (tiges de cotonnier) et ordures ménagères compostées *	802 t	+ 10	555 t	+ 8
Biomasse des parcours compostée	# 0	-	912 t	+ 5
TOTAL		+ 12,9		+ 14,3

* cf tableau 76

* teneur en azote de la biomasse recyclée : paille sorgho 0,4%, fane d'arachide 1,7 %, paille de maïs 0,5 %, tiges de cotonnier 1,6 %, déchets de battage dont coque d'arachide 0,75 %, paille de graminées de parcours 0,35%.

Les teneurs en azote des biomasses recyclables sont très variables, moins de 0,5% de la matière sèche pour les pailles de céréales et de graminées et environ 1,6% pour les tiges de cotonniers. Ceci explique entre autre, la faible contribution de la transformation de la litière de paille de céréales au bilan en azote. De ce point de vue, il serait préférable de recycler les biomasses les plus riches en azote comme les ordures ménagères, les restes de fanes d'arachide et les tiges de cotonnier.

Le recyclage d'au moins une partie de ces biomasses pourrait réduire le déficit annuel en azote à Héri évalué à 5 kg/ha après que toute la poudrette des différents cheptels soit utilisée (tableau 72). A Ourolabo ce recyclage préserverait l'équilibre entre apports et exportations d'azote et dans le meilleur des cas pourrait permettre une réduction de l'utilisation d'engrais azotés.

Le recyclage des résidus de culture qui sont habituellement brûlés, ne modifie pas le bilan de phosphore et de potassium si l'on raisonne à l'échelle de l'ensemble de la zone cultivée de chaque terroir. Le brûlis laisse sur place ces éléments contenus dans les cendres, la fabrication de fumier et de compost ne fera que déplacer ces éléments à l'intérieur de la zone cultivée. Seule le compostage des ordures ménagères (déchets de battage généralement non restitués au sol) et de la biomasse des parcours va améliorer quelque peu le bilan en phosphore et surtout en potassium. Le simple recyclage de ces ordures permettrait d'apporter 2 kg/ha de K₂₀ par ha cultivé ce qui correspond en gros aux pertes par lessivage. Le compostage d'une grande

quantité de biomasse provenant des parcours à Ourolabo apparaît par contre peu réaliste, mais il équilibrerait largement le bilan en potassium pour l'ensemble de la zone cultivée.

Tableau 79 : Impact du recyclage de la biomasse végétale sur le bilan en P2O5 et K2O, en kg d'élément supplémentaire par ha cultivé.

	HERI			OUROLABO		
	Tonnes de biomasse recyclable	P205	K20	Tonnes de biomasse recyclable	P205	K20
Paille (céréales + arachide) recyclée sous forme de litière :						
- 1 kg/jour/UBT	96 t	-	-	27 t	-	-
- 5 kg/jour/UBT	482 t	-	-	137 t	-	-
Résidus de culture (tiges de cotonnier) compostés	579 t	-	-	409 t	-	-
Ordures ménagères compostées *	223 t	+0,3	+2,5	146 t	+0,3	+2,5
Biomasse des parcours compostée *	# 0	-	-	912 t	+2,1	+15,0
TOTAL		+0,3	+2,5		+2,4	+17,0

*en considérant que les déchets de battage et les pailles de brousse renferment 0,15% de P2O5 et 1,1% de K2O

En augmentant la production et l'utilisation de la fumure organique, les agriculteurs recherchent avant tout une augmentation à court terme des rendements de la culture fumée et à moyen terme des cultures suivantes. Les gains de productions peuvent être globalement estimés pour ces terroirs selon différentes hypothèses de valorisation de la fumure animale et de recyclage de la biomasse végétale (annexe 7). A partir d'expérimentations menées dans ces terroirs et sur l'ensemble de la zone cotonnière avec le DPGT, on a retenu pour les trois cultures les mêmes gains de rendement obtenus par l'apport de 5 t/ha de fumier, de poudrette et de compost : + 35% pour les grains et le coton-graine et + 50% pour les pailles et les tiges de cotonnier. La fumure organique appliquée à la dose de 5 t/ha est répartie sur les 3 cultures dans les proportions suivantes :

- Héri : coton 35%, maïs 25%, sorgho 40%
- Ourolabo : coton 15%, maïs 70%, sorgho 15%

Ces proportions correspondent aux choix actuels des paysans en matière d'utilisation de la poudrette.

Tableau 80 : Gain de production obtenu par une utilisation de la fumure animale et un recyclage plus ou moins intense de la biomasse.
En tonnes et en (%) par rapport à la production globale de 1996.

	HERI		OUROLABO	
	Grain + coton	résidus de récolte	Grain + coton	Résidus de récolte
Valorisation de la poudrette des différents cheptels	41 (+4%)	110 (+6%)	10 (+2%)	26 (+2,6%)
Utilisation de la litière à 1 KG/J/UBT	7 (+1%)	20 (+1%)	1,8 (+0,3%)	4,4 (0,4%)
Utilisation de la litière à 5 KG/J/UBT	49 (+5%)	131 (+7%)	11,2 (+2%)	30 (+3%)
Compostage des restes de résidus et des tiges de cotonnier	91 (+9%)	241 (+13%)	50 (+10%)	123 (+12%)

Dans cette simulation on ne modifie pas l'assolement global des terroirs et l'on ne prend pas en compte la diversité de structure et de fonctionnement des exploitations agricoles.

Les gains de production vont dépendre directement de la quantité de fumure organique disponible et de la répartition de cette fumure entre les cultures. La valorisation de toute la production de poudrette actuellement disponible augmenterait légèrement la production agricole à Héri (+ 4% pour la production de céréales et de coton) et de façon plus marginale à Ourolabo du fait des faibles effectifs de bétail. L'utilisation de la litière à la dose minimale a un impact marginal dans les deux villages. La combinaison "valorisation de la poudrette" et "recyclage de litière à dose forte" aura par contre un effet significatif sur la production dès la première année de l'ordre de +10% à Héri et de + 5% à Ourolabo.

Cette augmentation de production permet en premier lieu d'accroître les revenus des agriculteurs et de conforter leur autosuffisance alimentaire. Il est par contre peu probable qu'ils réduisent les surfaces cultivées et pratiquent la jachère au moins dans un premier temps. Par contre un accroissement des disponibilités en fumure organique peut conforter deux stratégies opposées :

- une réduction des doses d'engrais minéral sur les surfaces en cotonnier et en maïs recevant de la fumure organique afin de limiter les charges financières;
- une réelle intensification avec combinaison des divers types de fumure et sans réduction de la fertilisation minérale.

L'accroissement de la production de résidus de culture (tableau 80) est aussi importante si les paysans combinaient la valorisation de toute la poudrette produite par le bétail et recycler les pailles sous forme de fumier : + 13% à Héri soit 231 t de résidus supplémentaires et + 5.6% à soit 56 t à Ourolabo. Toutefois ce surplus ne pourrait pas être recyclé la saison sèche suivante par le cheptel bovin en place puisque l'on dispose déjà de suffisamment de résidus pailleux pour assurer l'approvisionnement en litière pendant les 7 mois de saison sèche à raison de 5 kg/jour/UBT. Deux possibilités de recyclage de ce surplus de biomasse végétale sont toutefois envisageables :

- développer le compostage de la biomasse sans avoir recours à l'élevage, hypothèse peu réaliste;
- accroître les effectifs des cheptels qui pourraient se nourrir sans problème sur ce surplus de résidus pailleux (cheptels villageois et cheptels transhumants restituant la fumure dans le cadre de contrat de parcage). Dans le modèle présenté, 53% du surplus de résidus de culture seraient consommables par le bétail à Héri (soit 122 t de biomasse) et 59% à Ourolabo (soit 33 t) en considérant un taux de refus des pailles de céréales de l'ordre de 33%.

Si aucune de ces voies n'est mise en oeuvre, à ce surplus de production de résidus de culture correspondra un accroissement des exportations en éléments minéraux et organiques :

- si le surplus de résidus est brûlé au moment du nettoyage des parcelles (pertes en N et MO);
- si le surplus est consommé par des troupeaux allochtones retournant chaque soir dans les terroirs périphériques (pertes de tous les éléments minéraux et organiques contenus dans les résidus ingérés).

Par ailleurs l'augmentation des rendements des cultures entraîne une augmentation des exportations en éléments minéraux contenus dans les épis et le coton-graine. En considérant que les paysans ne modifient pas leurs pratiques de fertilisation minérale, le recyclage des éléments minéraux majeurs contenu dans le surplus de biomasse produit permettrait d'équilibrer le surplus d'exportation en N,P,K lié à l'augmentation des rendements des récoltes (tableau 81). Le bilan en potassium serait même amélioré.

Tableau 81 : Impact d'une augmentation des rendements des récoltes (+35%) et de résidus de culture (+50%) sur le bilan minéral d'un ha fumé supplémentaire.

	HERI *			OUROLABO**		
	N	P	K	N	P	K
Exportations supplémentaires par ha cultivé dus aux récoltes	10	4	4	8	3	3
Éléments minéraux contenus dans le surplus de résidus de culture produit qui peuvent être recyclés	10	3	16	7	2	14
Bilan	-	-1	+ 12	-1	- 1	+11

* à Héri un ha fumé supplémentaire comprend 35% de coton, 25% de maïs, 40% de sorgho

** à Ourolabo un ha fumé supplémentaire comprend 15% de coton, 70% de maïs, 15% de sorgho

e) les modifications des transferts de fertilité liées à un accroissement de la production de fumure organique .

En priorité les paysans recycleront les résidus pailleux provenant des champs les plus proches et ils privilégieront ces mêmes espaces pour les apports de fumure organique. Le recyclage de la biomasse va donc limiter les pertes en azote et en matière organique dans cette auréole. Mais le paysan peut aussi collecter des résidus dans les parcelles plus éloignées qui sont moins pâturées par le bétail en début de saison sèche. Dans ce cas le recyclage de ces résidus par le bétail et l'apport de la fumure organique aux abords des concessions entraîneront un transfert de fertilité des zones de culture éloignées vers l'auréole fumée. Le bilan pour l'azote reste globalement positif car il y a réduction des pertes par brûlis. Par contre pour le phosphore et le potassium il y a appauvrissement des zones périphériques (qui ne profitent plus des cendres) au bénéfice de l'auréole fumée qui bénéficient des éléments organiques et minéraux (figure 35). Le raisonnement est similaire lorsque le paysan composte des résidus de culture et apporte ce compost dans les parcelles proches du village. D'autres cas de figure sont envisageables si les agriculteurs orientent différemment les flux de fumure organique. Par exemple le compostage et la fabrication du fumier par le biais des parcs d'hivernage peuvent se réaliser dans les parcelles éloignées du village.

Le recyclage des ordures ménagères est à encourager car les "gisements" actuellement non utilisés ne sont même pas brûlés et constituent donc une perte en éléments minéraux et organiques en particulier de phosphore et de potassium.

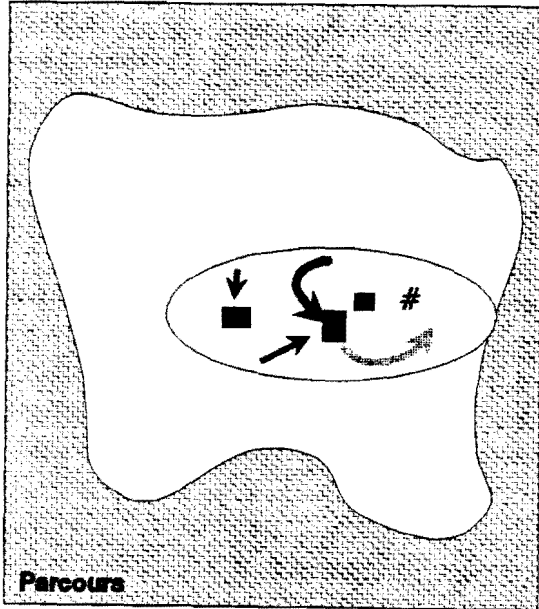
En dernier lieu, le compostage des graminées de brousse non consommées par le bétail et le plus souvent brûlés dans un village comme Oulolabo, serait le moyen le plus efficace pour transférer des éléments minéraux vers les zones cultivées. Mais cette solution bien que techniquement possible sera difficilement réalisable par les paysans du fait de l'importante charge en travail qu'elle implique. D'autre part nous n'avons pas pris en compte dans ce modèle de transfert de fertilité les phénomènes possibles de dégradation des parcours liés à leur surexploitation (surpâturage et forte collecte de paille de brousse par les populations).

Une meilleure valorisation de la fumure organique peut accroître la production agricole au niveau de ces terroirs de 2% à 10% dès la première année. Les années suivantes les paysans peuvent continuer à mettre en oeuvre ces différentes techniques de recyclage de la biomasse. La simulation de ces phénomènes sur plusieurs années est très complexe tant du point de vue de l'accroissement des rendements que des bilans minéraux et organiques. Il faudrait prendre en considération les effets cumulatifs liés à l'utilisation répétée de fumure organique. On peut toutefois proposer un scénario idéal qui consisterait :

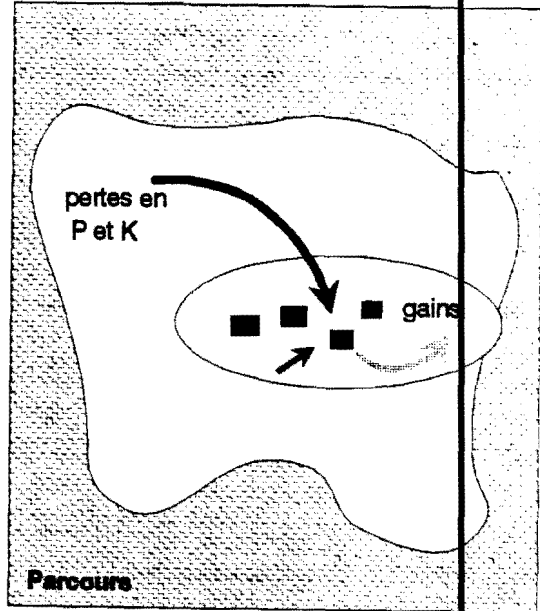
- à accroître les surfaces fumées en procédant à des apports bisannuels de fumure organique à la dose de 5 t/ha de façon à limiter les apports répétés de fumure sur les mêmes espaces qui sont en fait mal valorisés par les cultures;
- à recycler le maximum de biomasse de façon à compenser au moins partiellement les exportations minérales dues aux récoltes et à réduire les pertes par le feu. Dans ce cas un accroissement des effectifs de ruminants (en particulier de bovins) est à rechercher.

Figure 35 : Recyclage de la biomasse végétale en fumier et compost et transferts de fertilité

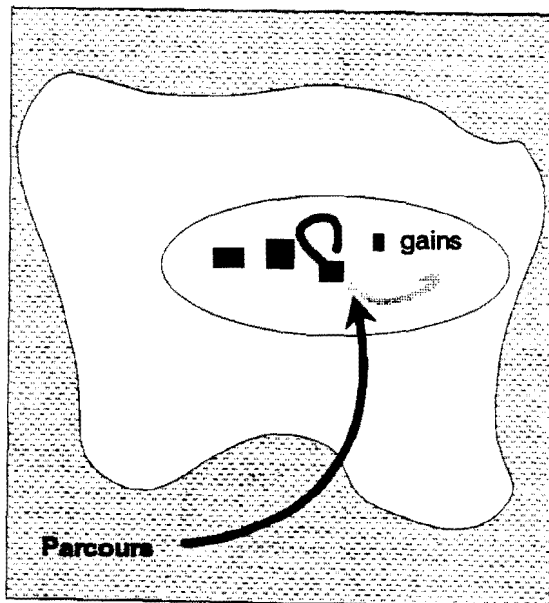
Recyclage de résidus provenant de l'auréole fumée



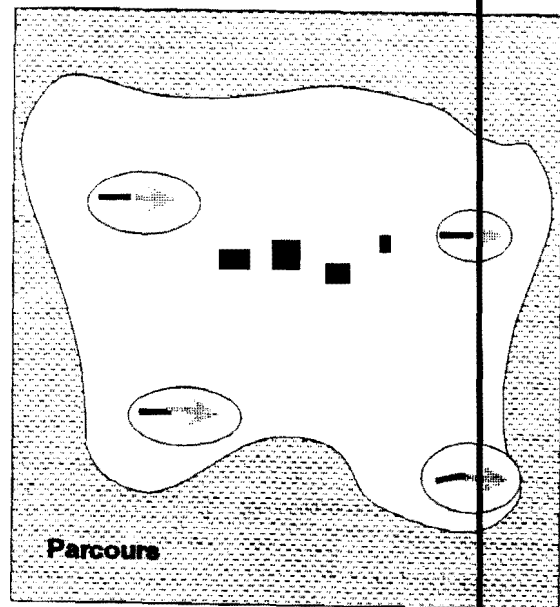
Recyclage de résidus provenant de toute la zone cultivée



Recyclage des ordures ménagères et de la biomasse de parcours



Recyclage des résidus de récolte au champ (compost et parc d'hivernage)



- habitations
- ▭ zone cultivée non fumée
- auréole cultivée fumée
- flux de biomasse recyclable
- flux de fumure organique (animale et végétale)

1.4 L'augmentation de la production de fumure organique par l'accroissement des effectifs de bovins

Les bovins peuvent recycler la biomasse végétale directement par la digestion ou indirectement en piétinant et en enrichissant la litière des étables. Les capacités de recyclage de la biomasse des petits ruminants et des ânes⁷³ sont bien moindres et une augmentation d'effectif de ces cheptels n' a pas été envisagée.

1 bovin adulte supplémentaire va produire en une année 550 kg de fèces facilement récupérables et peut recycler entre 210 kg et 1050 kg de biomasse végétale en saison sèche, ce qui fournira au total entre 0,7 à 1,5 t de fumier par an (matière sèche). Ces quantités permettent de fertiliser de 0,14 ha à 0,30 ha à la dose de 5 t/ha. Il faut rappeler par ailleurs que la disponibilité en résidus de récolte n'est pas le premier facteur limitant de la fabrication du fumier. De plus la fumure organique produite par un UBT supplémentaire va entraîner un accroissement de production de paille de céréale comprise entre 200 et 675 kg/ha ce qui accroît les disponibilités fourragères et de litière pour l'année suivante. Par contre si les paysans optent pour une utilisation massive de la fumure organique sur le cotonnier ou si plus simplement ils augmentent la place de cette culture dans leur assolement, le manque de résidus de culture pailleux pourrait se produire pour des charges en bovins élevées avec des répercussions sur l'affouragement des troupeaux et la fabrication du fumier.

Les paysans et les éleveurs ont généralement comme objectif de développer l'élevage bovin qui demeure l'élevage de prestige et le moyen de faire fructifier leur capital. Les revenus issus de la vente de coton sont en grande partie investis dans l'élevage bovin en privilégiant dans un premier temps les bovins de trait. L'accroissement des effectifs de bovins dépend par ailleurs du croît naturel qui n'a pas été évalué dans cette étude tout comme que le taux de mortalité⁷⁴ des adultes et des jeunes.

Du fait d'achats massifs de bovins de trait et d'élevage, une augmentation notable des effectifs a été enregistrée entre 1995 et 1996 et des contraintes à l'accroissement de ces effectifs sont déjà identifiées par les éleveurs et les agro-éleveurs dans ces deux villages.

A Ourolabo, la surface de parcours disponible dans le terroir (320 ha) et en périphérie (230 ha) est encore suffisante pour accueillir plus de bovins en saison des pluies dans la mesure où les paysans faciliteraient le déplacement des troupeaux vers des parcours de faibles surfaces et dispersés dans le terroir. Mais l'élevage bovin dans ce village doit faire face à diverses maladies dont la trypanosomiase, la tuberculose et la dermatophylose. Les agro-éleveurs qui viennent principalement de l'Extrême Nord manquent d'expérience pour soigner leur troupeau ce qui entraîne un renouvellement rapide des bovins de trait et une faible prolificité des femelles. Un agro-éleveur possédant une vingtaine de bovins d'élevage en 1994 et en ayant perdu plusieurs la même année a préféré envoyer son troupeau dans son village d'origine dans

⁷³ bien que le développement du transport à traction asine permettrait de collecter de grande quantité de biomasse à peu de frais et de transporter la fumure organique.

⁷⁴ Selon NJOYA et al, 1997, la mortalité des adultes ne dépasse pas 3% des effectifs par contre le quotient de mortalité des jeunes (0 - 1 an) se situe entre 10 et 15%.

l'Extrême Nord. D'autres paysans déclarent se contenter d'une ou de deux paires de boeufs de trait dans le village et investissent dans l'élevage dans leur région d'origine. Le deuxième facteur limitant la croissance du cheptel bovin dans ce terroir est le faible pouvoir d'achat des exploitations agricoles surtout les années où les rendements en coton sont faibles (< 1 t/ha). Dans ce cas les paysans achètent plutôt des petits ruminants ou des porcs. Enfin le développement de l'élevage dans ce terroir implique de maintenir en état le vaste parcours situé au Nord du terroir qui permet aux troupeaux des divers villages environnants de s'alimenter sans contrainte en saison des pluies. Cet espace pastoral relève de la chefferie Mbororo de Kassala Bouteye qui actuellement a tendance à vendre ses terres aux paysans les plus offrants.

Tableau 82 : Evolution des effectifs bovins et évaluation de la charge.

	HERI	OUROLABO
Effectifs bovins en 1996	692	164
équivalent UBT	601	153
gain 1995 --> 1996	+ 135 bovins (dont 96 de trait) soit + 24%	+ 18 bovins (dont 14 de trait) soit + 12%
surface pâturable en saison sèche, en ha/UBT/an	4,4	12,4
surface pâturable en saison des pluies en ha/UBT/an	1,9	7,2
charge acceptable * en ha/UBT/an	de 2,7 à 9	

* selon le type de végétation et pour les régions soudaniennes, d'après BREMAN et al. 1991, BOSMA et al. 1992.

A Héri, l'accroissement du cheptel bovin est très important depuis 1994 suite à l'accroissement des surfaces en coton et à l'augmentation de son prix d'achat. Les paysans en culture manuelle souhaitent acheter à moyen terme une paire de boeufs de trait, rares sont ceux qui optent définitivement pour la traction asine. Les agro-éleveurs souhaitent aussi faire prospérer leur troupeau de bovins d'élevage. Seuls les éleveurs sont de plus en plus inquiets par la raréfaction des parcours de saison des pluies. Durant cette période ils arrivent encore à exploiter des parcours hors du terroir (environ 250 ha) alors que les zones non cultivées dans le terroir (260 ha) sont de plus en plus difficiles d'accès. Pour assurer l'alimentation des troupeaux en début de saison des pluies lorsque l'aire de culture se ferme au bétail, ils envisagent de développer la transhumance de courte durée vers des zones peu peuplées à l'Ouest de Héri.

Cette analyse qualitative⁷⁵ montre des fortes contraintes à l'accroissement du cheptel bovin à Héri si les modes de conduite de l'élevage et les systèmes de cultures et fourragers n'évoluent

⁷⁵ Les charges du tableau 82 sont présentées à titre indicatif dans la mesure où il est difficile de cerner avec précision les surfaces pâturées hors terroir et surtout les effectifs de bovins appartenant aux éleveurs des autres villages qui y pâturent.

pas : recours à la transhumance, gestion des parcours, développement des cultures fourragères,...Par contre le terroir d'Ourolabo pourrait accueillir deux à trois fois plus de bovins à trois conditions:

- les espaces pâturables doivent être maintenus en état et facilement accessibles en saison des pluies ;
- les feux de brousse puissent être contrôlés;
- l'accès à la vaine pâture de résidus de récolte doit être géré conjointement par les villageois et les éleveurs allochtones.

2. LES EVOLUTIONS POSSIBLES DES SYSTÈMES D'ELEVAGE ET CONSÉQUENCES SUR LA GESTION DE LA FERTILITÉ DU SOL

2.1 L'offre fourragère actuelle et les besoins des troupeaux villageois

a) en saison des pluies

La qualité des pâturages de saison des pluies n'a pas été caractérisée et l'on a considéré à priori que les troupeaux pouvaient s'alimenter durant cette saison sans contrainte sur les parcours du terroir ou ceux se situant à la périphérie. Durant cette période et principalement en mai et juin, la complémentation alimentaire ne concerne que les animaux de trait (boeufs, ânes) (LELANDAIS, 1996). Certains indicateurs mettent en évidence des difficultés à pourvoir à l'alimentation du bétail en début et en fin de saison des pluies lorsque le développement de la végétation des parcours est lent :

- certains éleveurs de Héri préfèrent envoyer leur troupeau en transhumance à partir du mois de mars ou avril et jusqu'en fin juillet ;
- les parcours les plus empruntés par le bétail montrent une végétation très rase dès la fin septembre et ne sont plus parcourus par le bétail en saison sèche.
- les bergers exploitent dès les premières récoltes les résidus et les adventices des parcelles de maïs au risque de pénétrer dans une parcelle mitoyenne non récoltée;
- l'espace disponible par UBT est très limité à Héri, moins de 1 ha pour 6 mois de saison des pluies et largement en deçà des normes habituelles d'exploitation des parcours en zone soudanienne (de 3 à 9 ha/UBT/an).

Durant ces périodes critiques on observe surtout à Ourolabo, des espaces non cultivés portant une végétation dense de *Pennisetum pedicellatum* non exploités par les bergers car inaccessibles. Seuls les agriculteurs ne possédant qu'une paire de boeufs et quelques petits ruminants peuvent exploiter cette biomasse en attachant leur bétail au piquet durant toute la journée. Le maintien et a fortiori le développement de l'élevage bovin dans ces villages passent d'une part par le maintien des surfaces de parcours de saison des pluies dans le terroir et en périphérie et d'autre part par l'organisation de l'accès à ces espaces souvent morcelés.

b) en saison sèche

L'approche quantitative

La saison sèche comprend en fait une période de forte disponibilité fourragère liée à la présence

des résidus de culture laissés dans les champs et une période de pénurie durant laquelle les agro-éleveurs doivent compléter la ration pâturée.

A partir des mesures de biomasse dans les parcelles en saison sèche (2° partie) il est possible de mettre en correspondance l'offre en résidus fourragers et les besoins en matière sèche du bétail.

Tableau 83 : Disponibilités en résidus fourragers et besoins des ruminants en matière sèche pour la période 15 octobre - 15 mai.

	HERI	OUROLABO
Résidus de culture consommés en t :		
feuilles de cotonnier	96	52
paille de maïs	135	256
paille de sorgho et repousses	438	220
fane d'arachide	430	254
fane de niébé	35	45
Total en t	1134	827
Besoins des troupeaux en matière sèche * pour la période 15/10 - 15/05 t	917 t	230 t (bétail villageois) 450 t (bétail allochtone) ----- 680 t
Taux de couverture dû aux résidus fourrager	123%	121 % (359% bétail villageois)

* tous cheptels sauf les porçins soit 815 UBT à Héri, 205 UBT à Ourolabo et 72 000 jours x UBT troupeaux allochtones., à raison de 6,25 kg de matière sèche par UBT et par jour.

Ces bilans fourragers traduisent bien l'importance des résidus de culture dans l'alimentation du bétail en saison sèche. Il s'agit bien d'une évaluation globale à l'échelle des terroirs dont le degré de précision peut être amélioré. L'alimentation peut évidemment varier d'un troupeau à un autre selon les capacités des bergers à conduire le bétail, par exemple en recherchant en fin de saison sèche des fourrages arborés riches en azote.

A Héri le disponible de résidus de culture fourragers suffirait à alimenter le bétail en saison sèche sans que celui ne pâture les parcours naturels, mais on note dans ce cas que la marge de manoeuvre est assez limitée et qu'un accroissement de 25% du cheptel serait très problématique du point de vue de leur entretien. A Ourolabo la marge de manoeuvre est identique si l'on prend en compte l'ensemble des cheptels villageois et allochtones. Si les villageois limitent l'accès de leur terroir aux troupeaux étrangers, ils pourraient tripler la charge en bétail en saison sèche.

L'approche qualitative

le suivi de la complémentation alimentaire du bétail dans une vingtaine d'exploitations agricoles a mis en évidence l'importance des apports de tourteau et de drèches de bière de sorgho pour le cheptel bovin. Ces deux types d'aliments assurent pour la ration de complément⁷⁶ environ 70% des apports d'UF de la ration de complément et 90% des apports de MAD. L'affouragement du bétail dans les enclos à partir des résidus fourragers est encore marginal bien qu'en progression dans certaines exploitations.

Les pratiques de complémentation sont très diversifiées, ainsi certains éleveurs n'apportent aucun aliment de complément durant toute la saison sèche alors que des agro-éleveurs fournissent des quantités trop importantes de tourteau durant certaines périodes de cette saison. Un bilan global peut être réalisé en prenant en compte les statistiques de livraison de tourteau de la Sodécoton et en estimant la production de drèches durant les trois derniers mois de saison sèche.

Tableau 84 : Disponibilités en aliments du bétail concentrés et besoins du cheptel bovin pour la fin de saison sèche (15 février- 15 mai).

	HERI		OUROLABO	
Consommation 1995/96 en :				
- tourteau de coton	14,28 t		9,59 t	
- drèche *	4,5 t		3,3 t	
	UF	MAD	UF	MAD
Equivalents en UF et MAD (Tourteau + drèche)	15024	5184 kg	10313	3537 kg
Besoins des cheptels bovins intégrés pour 3 mois **	109471	7807 kg	31243	2228 kg
Taux de couverture par les aliments concentrés	14%	66%	33%	159%

* drèches produites uniquement durant cette période

** 459 UBT à Héri et 131 UBT à Ourolabo (non compris les bovins des éleveurs).

On considère que les besoins de complémentation sont négligeables avant le 1^o février, les troupeaux trouvant une ration équilibrée sur la vaine pâture. Par ailleurs ce bilan ne prend en compte que les animaux habituellement complémentés : les bovins.

Le bilan global à l'échelle du cheptel villageois confirme l'importance accordée par les agro-éleveurs aux apports d'aliments concentrés et principalement du tourteau de coton. Les besoins en MAD de l'ensemble du cheptel bovin seraient couverts aux deux tiers à Héri et plus de 100% à Ourolabo (une partie du tourteau dans ce village pouvant aller aux élevages de porcs). Nous ne disposons pas de données permettant d'évaluer les quantités d'UF et surtout de MAD

⁷⁶Apportée le matin ou le soir dans les enclos ou aux pieds des hangars de stockage des résidus fourragers.

ingérées par le bétail au pâturage pour la même période. Mais globalement on peut considérer que faute de stockage important de résidus de légumineuse (fanés d'arachide et de niébé), l'élevage bovin est très dépendant du tourteau de coton livré par la Sodecoton. Dans ces conditions un accroissement du cheptel bovin dans ces villages impliquerait que les agro-éleveurs puissent accroître leur commande de tourteau auprès de la Sodecoton ou qu'ils développent d'autres voies d'approvisionnement en aliments riches en azote : résidus fourragers de légumineuses, cultures fourragères,.... L'augmentation de la production de drêche de bière de sorgho est peu probable dans la mesure où les besoins en bière sont déjà largement couverts. Le séchage de la drêche produite durant les 3 premiers mois de saison sèche permettrait de faire des stocks et ainsi d'accroître les disponibilités en aliments concentrés pour la période critique suivante.

L'augmentation des achats de tourteau de coton peut poser des problèmes dans la mesure où les demandes des paysans producteurs de coton et des éleveurs⁷⁷ au niveau régional dépassent l'offre de la Sodecoton. Sauf modification de la politique de commercialisation⁷⁸ du tourteau par la Sodecoton, il est peu probable que les agro-éleveurs de ces deux villages puissent augmenter notablement leur commande. Par ailleurs la livraison du tourteau est étalée sur toute la saison sèche puisqu'elle est menée en même temps que les achats de coton graine. Une livraison tardive en avril prive le cheptel bovin de son aliment de complément de base en début de période de pénurie fourragère (février, mars). Ceci a certainement des conséquences sur l'état corporel des bovins en fin de saison sèche. De ce fait les agro-éleveurs auraient tout intérêt à diversifier leur source d'approvisionnement en aliments du bétail riches en azote de façon à ne pas dépendre exclusivement du tourteau de coton.

A noter que la production théorique de tourteau issue des deux terroirs dépasse largement les quantités actuellement consommées. Le bétail de Héri consomme environ 16% du tourteau issue de la sole cotonnière villageoise et 24% pour le bétail de Ourolabo.

	HERI	OUROLABO
Tourteau de coton consommé en 1995/96	14.28 t	9.59 t
Sous produit venant de la sole cotonnière villageoise :		
- graine de coton	220 t	99 t
- tourteau	88 t	39 t

La possibilité d'alimenter le bétail avec de la graine de coton brut serait envisageable si l'égrenage du coton-graine était délocalisé près des gros centres de production comme le village de Héri. Cela est peu probable dans le contexte de la filière coton camerounaise.

⁷⁷ Une partie de la production de tourteau est vendue aux éleveurs de l'Adamaoua et du Logone et Chari, deux régions non productrices de coton.

⁷⁸ La privatisation de la Sodecoton pourrait relancer les exportations de tourteau vers le Nigeria et les zones non cotonnières où les demandes sont fortes. Dans tous les cas on peut s'attendre à une augmentation importante de son prix de vente.

c) la limitation des pertes en aliments du bétail et l'amélioration du rationnement

Sans modifier les choix en matière d'assolement et la répartition des terres entre l'*ager* et le *saltas*, il est possible d'accroître significativement le disponible fourrager en développant le stockage et la transformation des résidus de récolte. En début de période de vaine pâture les troupeaux prélèvent les parties des résidus les plus appréciées : feuilles et bouts des tiges. Le piétinement des pailles dû aux passages répétés des troupeaux dans les champs entraîne des pertes de fourrage de faible qualité. La collecte d'une partie des résidus de culture permet de limiter ces pertes et surtout de piloter ensuite l'alimentation des troupeaux. Le taux de collecte des résidus de culture est actuellement inférieur à 10% dans ces deux terroirs. Au Mali dans les mêmes conditions agro-écologiques il atteint en moyenne 20%. Dans les zones les plus peuplées il peut atteindre 40% voire 50% (BOSMA et al., 1992).

Les résidus fourragers stockés sont généralement distribués tel quels. BOSMA a évalué que le simple hachage peut diviser par deux les pertes par refus. Le traitement des pailles à l'urée agricole (engrais facilement disponible en zone cotonnière) permettrait aussi d'améliorer l'ingestion de pailles de céréales et la fourniture de MAD, si les aliments du bétail comme le tourteau venait à manquer. Des essais de traitement de la paille de maïs à l'urée menés en 1996 dans ces villages ont montré que cette technique pouvait être facilement mise en oeuvre par les paysans après une courte formation.

L'amélioration du rationnement doit porter prioritairement sur le tourteau de coton qui dans bien des cas est distribué trop précocement en décembre ou janvier, à une période où la vaine pâture suffit à nourrir le bétail. De même il est important de préciser l'importance de la production de drêches dans ces systèmes de production, de vérifier sa valeur alimentaire et de tester des procédés de séchage en vue d'un stockage sur plusieurs mois. Les pertes en drêches⁷⁹ sont actuellement importantes surtout dans les exploitations sans élevage.

2.2 Accroître le disponible fourrager : améliorer les parcours naturels ou développer les cultures fourragères

a) améliorer la productivité des parcours naturels

La surface des parcours naturels en saison des pluies est réduite dans les deux terroirs et certaines zones non cultivées ne sont pas accessibles aux troupeaux bovins. Seuls les bovins de trait attachés au piquet peuvent valoriser ces espaces interstitiels de jachère ou de brousse inclus dans les zones de culture.

L'amélioration de la productivité des parcours repose principalement sur une gestion raisonnée de la ressource herbacée par le biais du pâturage tournant, la mise en défens temporaire et l'usage du feu en tout début de saison sèche dans certains cas. L'enrichissement de ces parcours par des plantes fourragères (herbacées ou ligneuses) est techniquement possible. Mais cette proposition technique est difficile à mettre en oeuvre lorsque la charge en bétail est

⁷⁹ La drêche ne fait pas l'objet de commerce ni de séchage/stockage.

importante comme c'est le cas à Héri. Le semis de *Stylosanthes hamata* sur des bandes labourées a été testé en 1995 dans ce terroir sur une petite surface en collaboration avec les principaux éleveurs. Le gardiennage de cet espace a été possible en saison des pluies mais en saison sèche les petits ruminants divagants ont surpaturé les pieds de *Stylosanthes* et après deux années cette légumineuse avait disparu.

Dans ces situations de forte charge en bétail où cohabitent différents types d'éleveurs (dont les paysans propriétaires uniquement de petits ruminants) il est très difficile de définir une stratégie collective d'amélioration de ces espaces et surtout de mettre en oeuvre les quelques propositions techniques disponibles.

b) des pistes pour accroître les disponibilités fourragères de qualité

A partir des travaux menés⁸⁰ au Nord Cameroun par la recherche et le développement en collaboration avec les agro-éleveurs, il est possible de distinguer cinq types d'intervention visant une augmentation de la production fourragère provenant de la zone cultivée (tableau 85). Ces voies d'amélioration ont été testées dans d'autres pays principalement en zone cotonnière au Mali, au Burkina Faso, en Côte d'Ivoire et plus récemment au Tchad.

Nous ne revenons pas ici sur les possibilités d'améliorer les rendements des cultures et donc ceux de résidus de cultures fourragères en modifiant la conduite des systèmes de cultures (entretien, fertilisation, densité optimale).

Suite aux essais menés avec les paysans au Nord Cameroun (DUGUE, 1995 b) et les résultats obtenus dans d'autres régions soudaniennes (BOSMA et al., 1992) il apparaît que trois voies pourraient faire l'objet d'une large diffusion :

- le stockage et le hachage des pailles de céréales;
- la valorisation des fanes d'arachide qui prendra de plus en plus d'importance lorsque la pénurie fourragère va s'accroître;
- l'association de légumineuses aux céréales (ou en culture dérobée). Au Mali et au Burkina Faso l'association maïs/dolique est vulgarisée; au Nord Cameroun et au Tchad une production plus régulière et plus importante de biomasse fourragère a été obtenue avec l'association maïs/mucuna.

⁸⁰ Par l'IRAD dans ces terroirs et en station, par le projet DPGT/Sodecoton à plus grande échelle

Tableau 85 : Les voies d'amélioration pour accroître la production fourragère à partir des zones cultivées

	Objectifs et atouts	Contraintes
Stocker et hacher les résidus fourragers actuellement disponibles	<ul style="list-style-type: none"> - limiter les pertes par piétinement du bétail et consommation par les termites, - améliorer les quantités ingérées par le bétail - valoriser la biomasse déjà disponible 	<ul style="list-style-type: none"> - transport - techniques et matériels de hachage à mettre au point
Valoriser le potentiel fourragère de la sole d'arachide	<ul style="list-style-type: none"> - récolter une partie des surfaces en arachide après les dernières pluies afin de stocker des fanes de qualité 	<ul style="list-style-type: none"> - le semis doit être retardé d'où baisse potentielle de production de graines d'arachide - le soulèvement après les pluies doit être mécanisé (culture attelée)
Développer les cultures fourragères associées aux céréales ou en dérobé	<ul style="list-style-type: none"> - installer sous couvert du sorgho ou du maïs une légumineuse volubile : niébé, Mucuna de façon à profiter des investissements en travail et en engrais sur la céréale. - ou installer en dérobé un niébé à cycle court après une culture principale à cycle court (maïs, arachide) 	<ul style="list-style-type: none"> - bien maîtriser l'association pour limiter la concurrence de la légumineuse - problèmes d'entretien des cultures et difficultés de récolte de la céréale (plantes volubiles)
Développer les cultures fourragères annuelles en culture pure	produire un maximum de biomasse fourragère	<ul style="list-style-type: none"> - carence des sols en phosphore pour les légumineuses - manque de terre
Développer les cultures fourragères pluriannuelles	<ul style="list-style-type: none"> - produire du fourrage pendant deux ou 3 années en investissant surtout la 1^o année pour installer la légumineuse - si le prélèvement de fourrage est limité, la légumineuse améliore la fertilité du sol du point de vue de N et du taux de MO 	<ul style="list-style-type: none"> - manque de terre sauf si accord pour intervenir sur les marges des zones de parcours

La culture pure pluriannuelles de légumineuses comme *Stylosanthes hamata* et *Cajanus cajan* (pois d'angle) pose différents problèmes aux paysans même s'ils disposent de suffisamment de terre pour mettre en place ces cultures :

- difficultés d'installation de la légumineuse la 1^o année (mauvaise levée du stylosanthes, manque de temps de travail pour ces cultures considérées comme secondaires par les paysans)

- possibilités de destruction de la biomasse produite par le feu en saison sèche ;

- nécessité d'enclorre⁸¹ ces parcelles dans les zones à forte densité d'élevage.

c) Les gains de production fourragère envisageables

⁸¹ Au Mali en zone cotonnière le coût de la clôture en fils barbelés réduit de moitié le gain économique que l'on peut attendre d'une parcelle de *Stylosanthes* exploitée pendant 3 ans .

Les gains de production de fourrage obtenus par ces différentes innovations à l'échelle des terroirs ou des exploitations vont dépendre de l'investissement que les paysans vont consentir pour les mettre en oeuvre mais aussi de leurs disponibilités en terre.

Concernant l'arachide (tableau 86) on ne prend en compte ici que la production fourragère supplémentaire liée au stockage qui correspond à la part non valorisée par le bétail et actuellement brûlée, consommée par les termites ou incorporée au sol, l'autre part étant consommée par le bétail lors de la vaine pâture.

Les rendements avancés ici correspondent aux moyennes obtenues dans les tests réalisés en milieu paysan dans ces villages sachant que l'on a observé une forte variabilité de ces rendements entre parcelles (tableau 86). Les rendements fourragers les plus élevés correspondent au mucuna associé au maïs (jusqu'à 4 t/ha sur certaines parcelles) et aux légumineuses pluriannuelles. A noter que pour ces dernières cultures la coupe de fourrage en 1^o année est à éviter par contre elles peuvent produire des quantités de biomasse très importantes la 2^o et la 3^o année (jusqu'à 7 t/ha). Toutes ces cultures sont des légumineuses qui vont fournir un fourrage de qualité riche en azote, par ailleurs leur capacité à fixer l'azote de l'air peut avoir un effet positif sur la culture suivante.

Tableau 86 : Productions fourragères obtenues par la mise en oeuvre des innovations techniques retenues pour ces deux terroirs.

	moyenne en kg/ha (matière sèche)	mini-maxi
Surplus de récolte de fanes d'arachide	700	500-800
Légumineuses annuelles en culture associée ou dérobée		
- niébé dérobé après maïs	600	400-1000
- <i>Mucuna pruriens</i> associé au maïs *	2500	1500-3500
Légumineuses pluriannuelles		
- <i>Stylosanthes hamata</i> **	4100 en 2 ^o année	2500-6500
- <i>Cajanus cajan</i> (pois d'angole)	3100 en 2 ^o année	1500-4500

* 1,4 à 1,9 t/ha de dolique associée au maïs au Mali sud

** en 2^o année 1,1 à 2,2 t/ha pour les parcelles non clôturées et plus de 7 t/ha en présence de clôture au Mali Sud

Il est difficile d'évaluer les surfaces qui pourraient être concernées par ces innovations. L'évaluation proposée ci-dessus part de l'hypothèse que seuls les agro-éleveurs s'intéresseraient à ces innovations et que les disponibilités en terre vont fortement déterminer l'importance des cultures fourragères pluriannuelles.

Tableau 87 : Production fourragère supplémentaire et effectif bovin correspondant

	HERI			OUROLABO		
	surface concernée	biomasse en tonnes	MAD en kg	surface concernée	biomasse en tonnes	MAD en kg
stockage fane d'arachide sur 20% de la surface des agro-éleveurs	39	27,3	1638	20	14	840
niébé associé ou dérobé	23	13,8	1283	11,5	6,9	641
Mucuna associé au maïs et sorgho	23	46	2760	11,5	23	1380
Stylosanthes 2° et 3° année	3,5	14,3	1291	5,75	23,5	2115
pois d'angole 2° et 3° année	3,5	10,8	651	5,75	17,8	1087
Total	92	112,2	7623	54,5	85,2	6063
Equivalent jours x UBT*		17952	40333		13632	32079
nombre d'UBT pour 6 mois de saison sèche		98	221		75	176

* besoins journaliers d'un UBT : 6,25 kg MS et 189 gr MAD

Les surfaces concernées par les différentes voies d'amélioration du disponible fourrager ont été fixées pour chaque village par rapport aux disponibilités en terre cultivable, aux nombres de paysans propriétaires de bovins et la surface actuellement cultivée en arachide dans ces exploitations.

On a ainsi considéré que les agro-éleveurs pouvaient récolter les fanes sur 20% de leur surface en arachide. Par ailleurs on considère qu'ils seraient en mesure de cultiver chacun 0,25 ha de niébé en culture associée (ou dérochée) ainsi que 0,25 ha de mucuna associé au maïs ou au sorgho. Enfin la surface en stylosanthes et en pois d'angole a été fixée arbitrairement à 3,5 ha pour chaque culture à Héri du fait du manque de terre ce qui correspond en moyenne à 0,07 ha par exploitation possédant des bovins. A Ourolabo où il existent encore des ressources en terre (cf les 80 ha en jachère actuellement) il est envisageable que chaque les agro-éleveurs mettent en place 0,125 ha pour chacune de ces deux légumineuses pluriannuelles.

Globalement la production fourragère ainsi produite permettrait de couvrir les besoins en MAD de 221 bovins adultes à Héri et 176 à Ourolabo en considérant que l'accroissement de ce cheptel concernerait uniquement les exploitations possédant déjà des bovins. Cette production fourragère issue uniquement de légumineuses devrait être complétée par une amélioration du stockage et de la distribution des pailles de céréales de façon à obtenir une ration supplémentaire équilibrée en énergie et en matière azotée digestible. On obtiendrait ainsi un doublement des effectifs de bovins à Ourolabo et une augmentation d'un tiers du cheptel à

Héri.

Ce raisonnement tient compte uniquement de l'alimentation des bovins pendant les 6 mois de saison sèche. Nous ne disposons pas de données précises pour évaluer si ces terroirs et les parcours périphériques associés sont capables d'accueillir ce surplus d'effectif en saison des pluies. Si les agro-éleveurs ne sont pas capables d'effectuer des reports de stocks fourragers de la saison sèche vers le début ou la fin de la saison des pluies, il est probable que les parcours naturels ne puissent pas subvenir aux besoins de l'ensemble du cheptel bovin de Héri durant ces périodes critiques (qui s'élèverait alors à plus de 800 têtes).

L'estimation du surplus de production fourragère peut évoluer si l'on modifie les surfaces concernées pour chaque innovation par exploitation et si l'on augmente le nombre de propriétaires de bovins⁸² (ce qui à terme risque de se produire si les revenus cotonniers ne régressent pas). Selon les résultats des tests "légumineuses fourragères" ces innovations ne modifient pas les rendements des cultures principales -maïs et sorgho- associées au niébé ou au mucuna.

2.3 L'impact d'une augmentation du disponible fourrager sur les transferts de fertilité au sein des terroirs.

L'accroissement de la production fourragère permet d'accroître les effectifs de bovins et par conséquent la production de fumure organique. Toutefois cette production fourragère si elle est totalement récoltée entraîne une forte exportation d'éléments minéraux du sol.

a) l'augmentation des exportations minérales et de la production de fumure organique

La caractérisation du bilan minéral d'une association de cultures est complexe. On se limitera ici à un modèle simpliste qui met en relation d'une part les exportations d'éléments minéraux liées à la récolte du fourrage de légumineuse et d'autre part l'accroissement de production de fumure organique qu'elle peut engendrer.

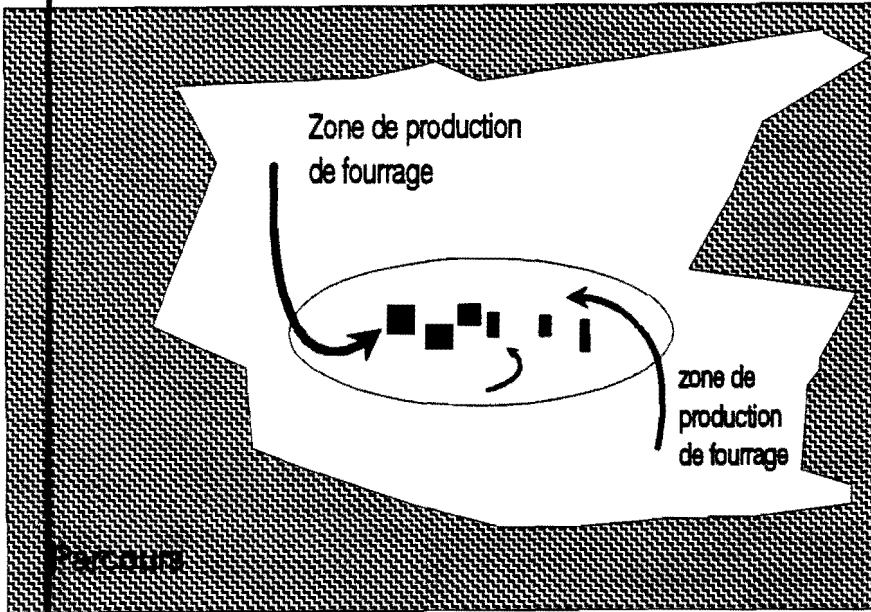
Une tonne de fourrage de légumineuse permet de couvrir les besoins azotés de 0,7 UBT pendant 6 mois de saison sèche, le complément énergétique pour obtenir une ration équilibrée sera fourni par le surplus de paille de céréales obtenus après stockage et hachage. En recyclant durant cette même période 1 kg/j/UBT de litière, ce cheptel peut fournir 0,7 t de fumier.

	N	P	K
Exportations liées à la production d'une tonne de fourrage	18	3	12
Apports d'éléments minéraux contenus dans 700 kg de fumier	11	4	13

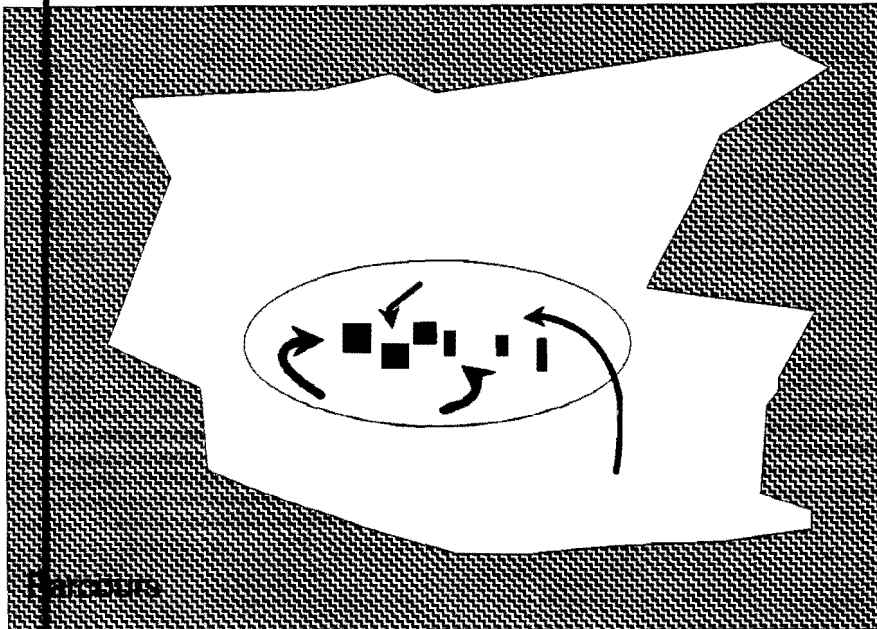
⁸² En gros 30% des exploitations au Nord Cameroun disposent de la culture attelée, elles sont près de 80% au Mali en zone cotonnière.

Figure 36 : Production fourragère et transferts de fertilité au sein de la zone cultivée

Production fourragère provenant des zones non fumées



Production fourragère provenant préférentiellement de l'auréole fumée



zone cultivée non fumée

auréole fumée

flux de fourrage

Le système [fourrage/fumier] est en équilibre si le fourrage est bien valorisé et si les pertes en fumure organique sont limitées. Si l'on prend en compte la fixation symbiotique d'azote par ces légumineuses et l'enrichissement du sol en azote par le biais du système racinaire de ces plantes, on peut en considérer en première approximation que le bilan en azote est aussi en équilibre voire positif.

Globalement si l'on considère que le bilan du système [fourrage/fumier] est équilibré pour le potassium et le phosphore, son intérêt majeur réside dans trois faits :

- une amélioration de l'entretien du statut organique des sols cultivés avec les conséquences agronomiques que cela entraîne (structure du sol, activité de la macrofaune du sol);
- une amélioration probable du statut azoté des sols concernés par ce système du fait de la fixation de l'azote atmosphérique et des apports de fumure organique;
- une meilleure utilisation des réserves en eau et en éléments minéraux du sol des parcelles "vivrière-fourragères" liée aux interactions entre céréales et légumineuses (valorisation des reliquats d'engrais après maïs par une légumineuse en culture dérobée);

b) le renforcement des transferts de fertilité au sein de la zone cultivée

La production fourragère permet d'accroître les stocks fourragers au niveau des concessions ce qui correspond à une augmentation du flux de biomasse depuis les parcelles cultivées. En retour il y a augmentation du flux de fumure organique vers certaines parcelles.

Quel que soit le type de cultures fourragères annuelles, il y a toujours transfert de fertilité depuis les parcelles portant ces cultures vers celles recevant la fumure organique (figure 36).

Deux types de situations sont alors envisageables :

- la production de fumure organique supplémentaire revient aux parcelles ayant produit cette production fourrage de façon à équilibrer exportations/apports d'éléments minéraux. Dans ce cas il n'y a pas réellement de transfert de fertilité au sein de la zone de culture mais recyclage de la biomasse produite permettant d'améliorer le statut organique du sol;
- la production de fourrage est effectuée sur des parcelles qui ne recevront pas la fumure organique pour des raisons principalement d'éloignement, dans ce cas il y a bien transfert de fertilité entre diverses parties de la zone cultivée.

Les deux cas de figure ont été observés lors des tests menés avec les paysans de Héris et de Ourolabo. Certains paysans ont préféré planter les légumineuses fourragères dans les parcelles de maïs de case généralement fumées de façon à assurer un bon développement de la légumineuse (1° situation). D'autres souhaitaient valoriser des parcelles de céréales montrant une faible densité et un faible développement végétatif (parcelle généralement non fumée) en y implantant une légumineuse en fin de saison des pluies (2° situation). L'installation d'une légumineuse en culture associée ou dérobée concerne le plus souvent les parcelles de céréales semées précocement qui peuvent se trouver dans les deux situations précédentes. En fait les paysans valorisent des opportunités pour installer ces légumineuses qui ne dépendent donc pas d'un choix à priori au moment de la constitution de l'assolement ou de l'installation de la céréale. Mais ces paysans devraient considérer qu'une parcelle qui a produit une quantité importante de biomasse doit faire l'objet d'une fumure plus soutenue la campagne agricole suivante.

c) le cas des cultures fourragères à base de légumineuses pluriannuelles

Les parcelles pluriannuelles de *Stylosanthes hamata* et de *Calopogonium muconoides* ont été testées à Ourolabo en 1994 et 1995 sur une dizaine de parcelles dans un objectif d'amélioration de la fertilité du sol et de limitation des adventices. Ces jachères à base de légumineuses sont réellement efficaces si elles restent en place au moins 3 années de suite. Ces légumineuses si elles se développent bien la 1^o année se maintiennent ensuite en place sans travail par simple resemis naturel.

Divers travaux menés au Mali et au Nigéria ont montré que ce type de jachère pouvait fournir conjointement du fourrage et améliorer la fertilité du sol (HOEFSLOOT H., et al., 1992). L'effet de trois années de *Stylosanthes hamata* sur la teneur en azote et en matière organique du sol va varier considérablement selon le taux d'exploitation de cette culture fourragère par le bétail (pâturage) ou les paysans (coupe pour réaliser des stocks fourragers). Dans le cas d'un pâturage raisonné (1,3 UBT/ha) l'azote organique du sol a augmenté de 106 kg/ha/an, inversement si la légumineuse est coupée en vert et totalement exportée il n'y a pas d'enrichissement du sol en azote (WETSELAAR et al., 1973). Les apports d'azote au sol sont dus en grande partie aux folioles de stylosanthes qui tombent à terre dès la fin de la saison des pluies et dans une moindre mesure à la décomposition du système racinaire. Ces auteurs ne proposent pas de bilans pour P et K mais ils appliquent systématiquement dans leurs expérimentations 100 à 150 kg/ha de superphosphate en 1^o année de culture de la légumineuse.

Ces légumineuses fournissent une production fourragère qui va être valorisée par du bétail fournissant de la fumure organique. Si l'on fait abstraction du problème du phosphore sur lequel on ne dispose pas de données bibliographiques précises, on peut considérer que le système [jachères pluriannuelles de légumineuses - valorisation de fumure organique] peut contribuer à améliorer la fertilité du sol de la zone cultivée. Il y a bien transfert de fertilité entre ces parcelles de légumineuses et l'espace qui va recevoir la fumure organique. De fait pendant deux voire trois années ces parcelles de stylosanthes et de pois d'angole (surtout si elles sont clôturées et bien gérées) produisent de la biomasse fourragère tout en entretenant elles mêmes la fertilité du sol qu'elles occupent. Ce statut est en fait similaire à celui d'une zone de parcours qui n'est pas surexploitée.

Malgré les qualités agronomiques et fourragères de ces légumineuses il ne faut pas sous-estimer les difficultés rencontrées par les paysans pour maintenir en place ces cultures pendant trois années de suite : préservation des feux, enclosure du cajanus, gestion rigoureuse du prélèvement de fourrage, limitation des adventices par un pâturage précoce du stylosanthes,.... En outre l'extension de ces "jachères améliorées" se heurte au manque de terres disponibles surtout à Héri même si l'on peut considérer que le pois d'angole du fait de sa production de graine consommable est aussi une culture vivrière⁸³.

⁸³ Cette qualité constitue un atout important pour les paysans de la région de Touboro (200 km au sud est de Garoua) qui ont commencé à cultiver le pois d'angole avec l'appui du projet DPGT et commercialisent une partie des graines récoltées.

3. Les modalités de gestion des flux de biomasse et la diversité des acteurs

3.1 Diversité des exploitations agricoles et transferts de fertilité au sein du terroir.

a) les transferts de fertilité entre les exploitations agricoles

L'utilisation de la fumure organique et la valorisation de la biomasse fourragère concernent principalement les exploitations agricoles possédant des bovins. Dans les exploitations sans élevage ou ne possédant que des petits ruminants, des porcs ou un âne, la valorisation des résidus de récolte et l'utilisation de fumure organique sont très limitées (3° partie). Les résidus fourragers comme la fumure animale ne font pas encore l'objet d'échanges interexploitations. A titre indicatif on a observé :

- quelques paysans sans bovin peuvent avoir un surplus de résidus fourrager non utilisé par leurs petits ruminants en fin de saison sèche. Dans ce cas ils vendent ce surplus aux agro-éleveurs avant que les premières pluies n'abîment ce stock gardé en plein air ;
- trois exploitations sans élevage à Héri ont pu récupérer de la poudrette dans des enclos d'éleveurs après simple demande.

Aucun paysan sans bétail n'a une stratégie de diversification de ses revenus en récoltant et en vendant des résidus fourragers.

Il faut rappeler que les éleveurs à Héri disposent d'un cheptel bovin important et cultivent de faibles surfaces (moins de 3 ha par exploitation en moyenne). Selon nos estimations ils disposeraient d'un surplus de fumure animale même dans le cas où ils apporteraient 5 t/Ha/2ans de fumure organique sur l'ensemble de leur parcelle. Dans tous les cas les cessions de résidus fourragers et de fumure organique sont négligeables pour le moment par rapport aux quantités actuellement utilisées. Toutefois ces cessions entre exploitations pourraient se développer si les besoins fourragers ou en fumure organique venaient à augmenter (tableau 88).

Tableau 88 : Les possibilités d'échange de biomasse et de fumure entre les types d'exploitation

Types d'exploitation agricole	L'offre	La demande
sans élevage bovin	- résidus fourrager au champs - main d'oeuvre disponible pour la récolte de biomasse	- besoins en fumure organique - besoins en transport
agro-éleveur (2 à 15 bovins)	- capacité de transport	- besoins en résidus fourragers pour les exploitations à effectifs bovins importants (> 6 têtes)
éleveur (> 15 bovins)	fumure animale excédentaire	- besoins en résidus fourragers et en aliments concentrés du bétail

Les agro-éleveurs du fait de la présence d'une ou de deux paires de boeufs de trait, cultivent une plus grande surface par actif que les paysans sans bovin et les éleveurs. Leurs besoins en fumure organique et en résidus fourragers (pour ceux qui disposent d'un petit troupeau) sont importants et ne sont pas couverts par leur propre production. Par contre c'est dans ce type d'exploitation que l'on rencontre le plus de matériel de transport facilitant la gestion de ces produits. La taille de leur troupeau bovin et de leur parcellaire va évidemment déterminer leurs capacités à satisfaire leur besoin en fourrage et en fumure animale. Une exploitation ne possédant qu'une paire de boeufs et cultivant 4 à 5 ha ne devrait pas avoir de problème pour entretenir son cheptel bovin, d'autant plus que ce type d'exploitation a un accès prioritaire au tourteau de coton.

Les paysans sans élevage bovin sont dans une position d'excédent fourrager. Pour les plus petites exploitations à Héri (moins de 2 ha, moins de 0,5 ha de coton) ces paysans disposent aussi d'un surplus de main-d'oeuvre susceptible d'être mobilisé pour la récolte et le stockage de résidus fourrager pour la vente. Ces paysans pourraient être intéressés par la fumure animale non utilisée par certaines exploitations avec bovins.

Les éleveurs pourraient fournir l'excédent de fumure organique qu'ils ne valorisent pas actuellement. Par contre ils ont d'importants besoins en résidus fourragers et en aliments concentrés comme le tourteau de coton voire le son ou la drêche qu'ils ont du mal à se procurer. Il faut toutefois relativiser l'importance de ces échanges potentiels vu le faible nombre d'éleveurs dans ces terroirs.

Cette analyse reste théorique puisque ce type d'échanges n'est pas actuellement développé. Les transferts de fertilité entre types d'exploitation agricole s'opèrent actuellement par le biais de la vaine pâture. Les parcelles des paysans sans élevage fournissent des résidus fourragers qui sont prélevés au champs par les troupeaux des agro-éleveurs et des éleveurs sédentaires et allochtones. Pour ces parcelles la vaine pâture accroît les exportations d'éléments nutritifs contenus dans les résidus de culture. Ces exportations ne sont pas compensées par les apports très limités de déjections animales qui ont lieu au moment du pâturage (moins de 200 kg/ha). Par le biais des apports de fumure organique opérés par les agro-éleveurs et les éleveurs il y a bien un transfert de fertilité des parcelles des paysans sans élevage vers certaines parcelles gérées par les exploitations possédant des bovins (figure 37).

Nous analyserons plus loin l'évolution possible de ce type de relation qui pour le moment se fait au détriment des paysans qui ne possèdent pas de bétail.

Sans rentrer dans une quantification de ces flux on considère qu'environ la moitié de la surface cultivée dans ces deux terroirs est gérée par des paysans sans bovin et renferme des ressources fourragères offertes sans contre-partie directe aux autres types d'exploitation ainsi qu'aux éleveurs allochtones.

Figure 37 : transferts de fertilité entre type d'exploitations

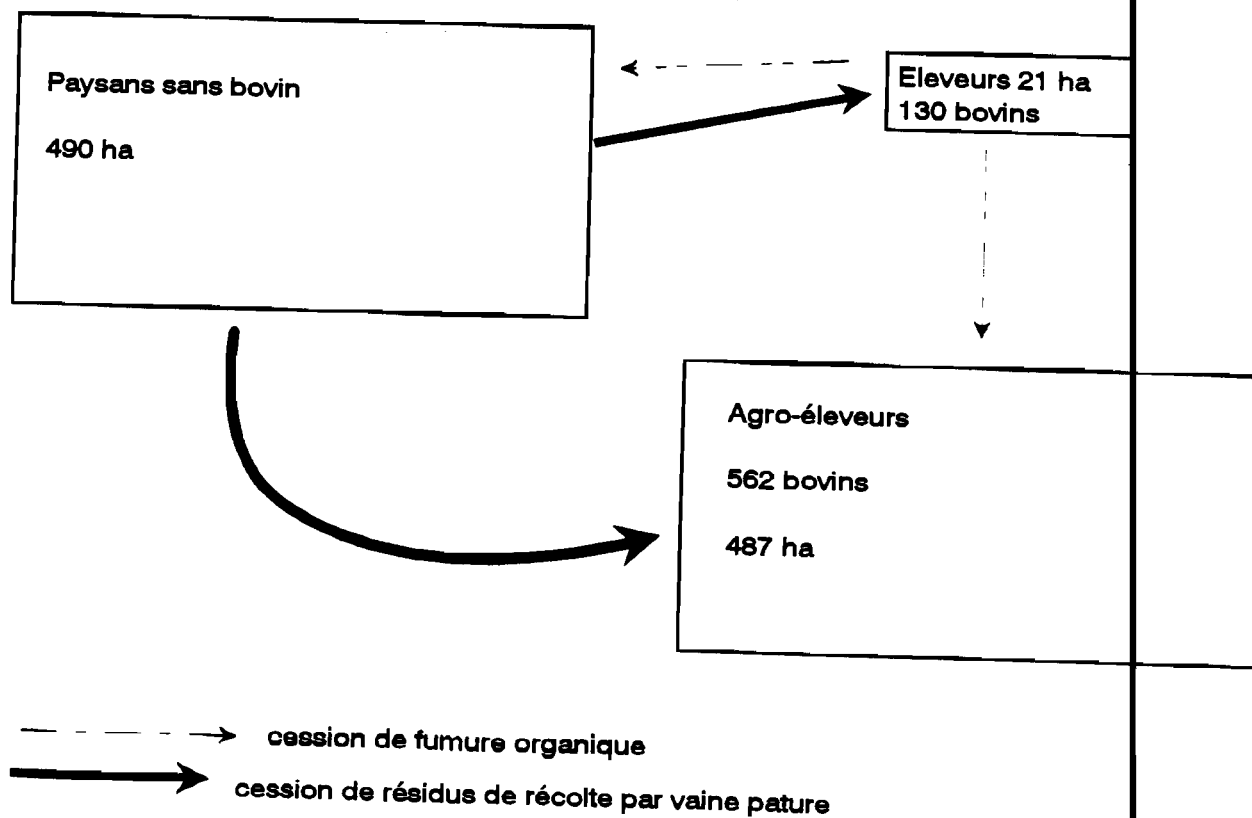


Tableau 89 : Evaluation des surfaces cultivées, des effectifs bovins et du nombre d'exploitations par type

Types	HERI	OUIROLABO
Exploitations sans bovin	- 490 ha 181	- 371 ha 102
Agro-éleveurs (2 à 15 bovins)	562 bovins 487 ha 92	146 bovins 260 ha 46
Éleveurs (> 15 bovins)	130 bovins 21 ha 7	18 4 ha 1

b) Les transferts de fertilité au sein des exploitations agricoles

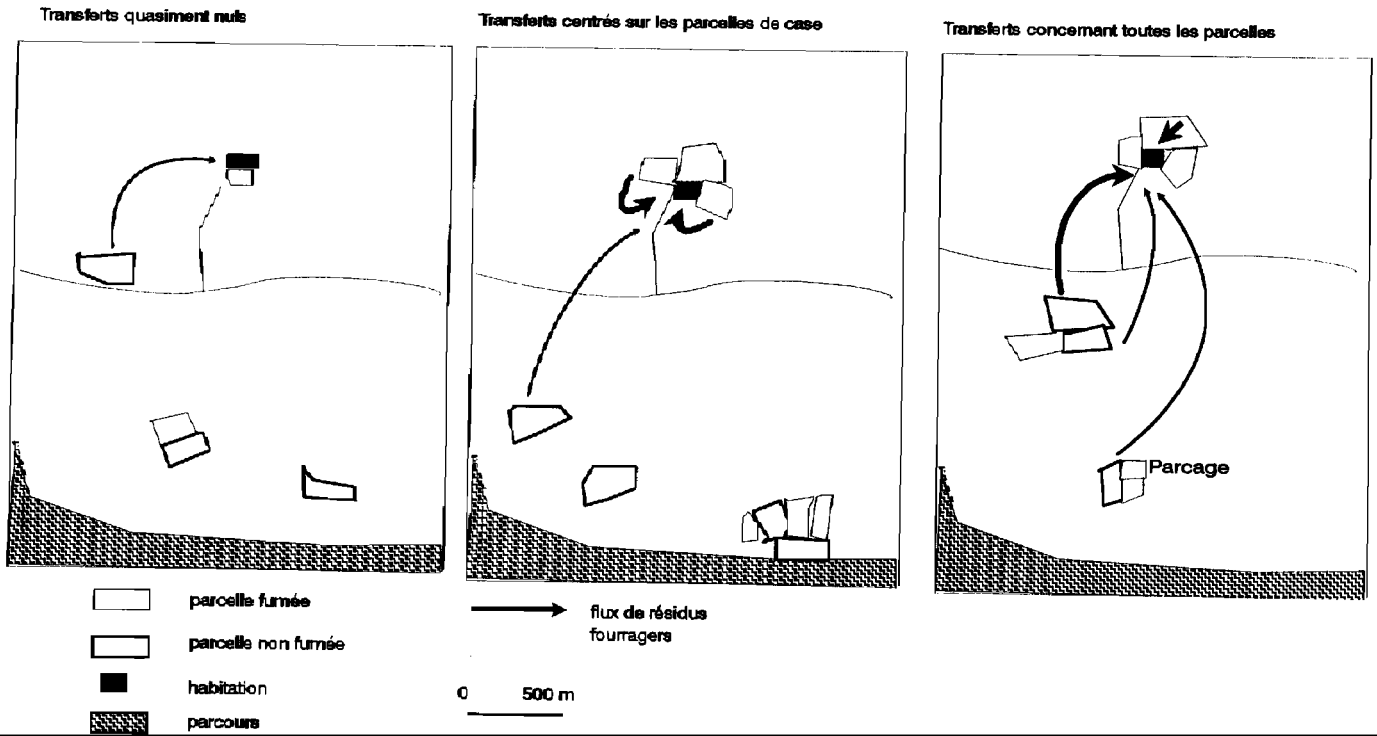
Dans les exploitations agricoles sans élevage et sans capacité de fumure organique, l'agriculteur n'a quasiment pas de possibilité de gérer des transferts de fertilité entre ses parcelles. Lors de la vaine pâture, les troupeaux prélèvent les résidus fourragers sur ses parcelles. Avant cette période le paysan peut récolter quelques dizaines de kilogrammes de fourrage qu'il revendra ensuite ou des tiges de sorgho pour la construction de ses hangars et toitures. Au moment de la préparation de la campagne agricole il brûle les restes de résidus de culture non consommés par le bétail. Les apports de fumure organique provenant des gisements d'ordures ménagères sont très limités voire inexistantes.

Les transferts de fertilité au sein des exploitations possédant du bétail bovin dépendent en grande partie de l'importance des apports de fumure organique et du choix des parcelles qui reçoivent cette fumure. Actuellement la part de la production de résidus fourragers récoltée dans ce type d'exploitation représente environ 10% de la production totale de résidus de céréales et de légumineuses. Cette récolte de résidus n'est pas programmée par les paysans au moment où il fait ses choix en matière d'assolement ou de techniques de mise en place des cultures. En fait ils se décident durant la période des récoltes lorsqu'ils peuvent apprécier d'une part la qualité fourragère des résidus de récolte au champ et d'autre part, le temps dont ils disposent à ce moment.

Pour apprécier les choix des paysans en matière de transfert de fertilité au sein de leur exploitation on se limitera à présenter les différents types de situation rencontrés à Héri. A Ouroulabo l'utilisation de la fumure animale est encore trop récente et surtout trop modeste pour pouvoir en tirer des conclusions.

Trois situations sont actuellement observées à Héri et correspondent à des degrés croissants d'appropriation des ressources fourragères et d'utilisation de la fumure organique; elles peuvent être illustrées par des études de fonctionnement d'exploitation réalisées en 1996 (annexe 8). La situation des parcelles, le mode de faire valoir et les disponibilités en main

Figure 38 : Transferts de fertilité au sein de l'exploitation agricole



d'oeuvre et bien sûr en fumure organique sont les principaux critères expliquant l'importance des transferts de fertilité au sein des exploitations.

Tableau 90 : Les types de transferts de fertilité au sein des exploitations agricoles

Types de situation	Apports de fumure organique	Récolte et stockage de résidus de récolte
1° CAS : Transferts de fertilité quasiment nuls (étude de cas A.M *)	- fumure animale sous valorisée, une partie reste en tas ; - apports à forte dose sur une petite surface (< 0,1 ha) sur la parcelle à coté de la concession	- stockage d'une faible quantité de résidus de récolte (< 200 kg/an) - complémentation des bovins basée sur le tourteau de coton
2° CAS : Recyclage de la biomasse et de la fumure animale au niveau des parcelles de case (étude de cas NGA *)	- la fumure organique bien valorisée sur 0,2 à 0,5 ha (selon taille du troupeau) - sur les parcelles à moins de 500m de la concession et parfois sur cotonnier	- récolte de résidus sur les parcelles à proximité de la concession - récolte de petites quantités de fourrage de qualité (fanés niébé) sur les parcelles éloignées
3° CAS: Transferts de fertilité peuvent concerner toutes les parcelles en propriété (étude de cas A.D *)	- apports de fumure organique peuvent aussi concerner des parcelles plus éloignées mais toujours en propriété - recherche d'accords de parage avec les éleveurs	- récolte généralisée des fourrages de qualité sur des parcelles éloignées - transport facilité par la présence d'une importante main d'oeuvre.

* annexe 8

De la situation 1 à 3 les transferts de fertilité au sein des exploitations prennent plus d'importance et correspondent à des choix précis des agro-éleveurs. Ceci correspond d'une part à une intensification croissante de l'élevage bovin (complémentation plus importante et d'autre part au soucis d'entretenir la fertilité du sol (figure 38).

Dans le 1° cas les paysans ne comptent pas sur leur production de résidus de récolte pour entretenir leur cheptel bovin parfois réduit à une paire de boeufs. Dans ce cas le tourteau de coton (pour les petits effectifs) ou le recours à la transhumance et aux pâturage arborés (pour les plus grands troupeaux) permettent d'améliorer en fin de saison sèche la ration provenant essentiellement de la vaine pâture et des pâturages herbacés. La sous utilisation de la fumure animale peut être liée soit à un manque de volonté ou de main d'oeuvre soit à l'absence d'une parcelle proche de la concession et de moyen de transport.

Le 2° cas correspond à des agro-éleveurs qui valorisent bien la fumure organique sur les parcelles proches de la concession ou de l'enclos à bovins. S'ils disposent d'une surface suffisante dans cet environnement, ils procèdent à des apports alternés de fumure en privilégiant soit les céréales (sorgho, maïs) soit le coton. Dans le cas d'une surface limitée proche de la concession les apports peuvent être répétés chaque année sur les mêmes endroits. La complémentation du troupeau est largement basée sur les achats de tourteau. Les résidus fourragers stockés à la ferme viennent en premier lieu des parcelles les plus proches.

Très peu d'exploitations de Héri se trouvent dans le 3^e cas (tableau 90. annexe 8). Le chef d'exploitation accorde une grande importance à la fumure organique qui peut être apportée sur des parcelles éloignées de la concession (jusqu'à 1,5 km pour Héri). Les exploitations disposent alors d'une forte main d'oeuvre (plus de 7 actifs), d'un ou plusieurs équipements de transport (brouette, charrette bovine ou manuelle) et d'un cheptel bovin compris entre 8 et 20 têtes. Le paysan peut chercher des reliquats de fumure organique chez les éleveurs qu'ils ne l'utilisent pas ou passer avec eux des contrats de parcage pour accroître sa capacité de fumure. Il commence à raisonner ses apports de fumure animale non pas par rapport à la proximité des champs mais par rapport à trois critères principaux :

- réduire les apports d'engrais minéraux sur le cotonnier de façon à réduire les charges et donc augmenter la marge à l'hectare;
- redresser la fertilité du sol d'une parcelle donnée suite aux observations qu'il a pu faire (baisse de rendement, envahissement par une adventice, dessèchement du sol, ...)
- rechercher une forte intensification d'une culture sur une parcelle donnée (de maïs le plus souvent) en combinant diverses pratiques d'intensification : engrais minéral et organique, herbicide, semis à densité recommandée,..... Ce dernier cas de figure correspond le plus souvent à une parcelle "encadrée" par la Sodecoton ou l'IRAD.

Pour ces mêmes exploitations les flux fourragers s'intensifient depuis des parcelles de plus en plus éloignées de l'exploitation. Ainsi la totalité des repousses de sorgho est récoltée et stockée, il en est de même pour les fanes de niébé. Certains agro-éleveurs développent sur de petites surfaces des innovations qui vont accroître leur stock fourrager : semis ou repiquage de sorgho *koïdawa*⁸⁴ en fin de saison des pluies, association du mucuna aux céréales. Le stockage de paille de maïs est encore exceptionnel et ne concerne que les parcelles proches des concessions. La forte disponibilité en main d'oeuvre familiale mais surtout la possibilité d'avoir recours à des salariés (récolte de coton) permet à ces exploitations de mener de front la récolte de résidus et celle des produits principaux. La complémentation du cheptel bovin reste encore largement tributaire des achats de tourteau de coton et de la valorisation d'une grande quantité de drèche. Enfin ces exploitations n'hésitent pas si il y a besoin, à acheter des résidus de récolte fourragers ou plus souvent des pailles de sorgho de contre saison (*muskwari*) dans les villages environnants. La volonté d'améliorer la productivité⁸⁵ du bétail constitue un objectif important pour ces agro-éleveurs qui suivent généralement bien le plan de prophylaxie vétérinaire proposé par les services de développement.

3.2 Modalités de gestion des ressources naturelles au sein des terroirs

a) présentation générale

L'étude des pratiques d'utilisation des résidus de récolte et de conduite des troupeaux met en évidence selon les saisons, des modes de gestion individuelle et collective des ressources

⁸⁴ Sorgho de cycle court cultivé en fin de saison des pluies pour sa production de fourrage de qualité et son éventuelle production de grain, il peut être semé ou repiqué après un maïs ou une arachide précoce

⁸⁵ État des boeufs de trait, prolificité des femelles, bonne santé des jeunes mais la production laitière comme l'embouche ne sont pas développées.

fourragères. Par ailleurs la valorisation de la fumure animale et le développement d'innovations techniques comme les parcelles pluriannuelles de légumineuses vont dépendre du mode de faire valoir des terres cultivées et éventuellement des possibilités d'exploiter de nouvelles parcelles. L'analyse des transferts de fertilité au sein du terroir et le développement de pratiques amélioratrices de la fertilité du sol impliquent donc de prendre en compte les modalités de gestion des ressources naturelles actuellement en vigueur dans cette région.

Tableau 91 : Modalités de gestion des ressources naturelles au sein du terroir

Type de ressources	Droits et modes d'accès	Modalités de gestion
terre cultivée	<ul style="list-style-type: none"> - la terre reste propriété de l'autorité coutumière - un droit d'usage est accordé au paysan "défricheur" qui peut céder ce droit à leur famille et descendants 	<ul style="list-style-type: none"> - le lawan du village gère la terre - la location de courte durée est fréquente - bien que prohibées, les ventes de terre de gré à gré existent
pâturage sur parcours naturels	<ul style="list-style-type: none"> - tous les troupeaux du village peuvent accéder aux zones de parcours - le passage ou le séjour des troupeaux allochtones dépend de l'autorité coutumière 	<ul style="list-style-type: none"> - pas de règle de gestion définie : les éleveurs se répartissent implicitement l'espace pâturable - les paysans doivent respecter les limites des parcours et les pistes à bétail - le feu même précoce est à priori prohibé
vaine pâture	<ul style="list-style-type: none"> - après une courte période de pâturage réservée aux animaux des propriétaires des diverses parcelles (quelques jours) à Héri seulement, la vaine pâture est accessible à tous les troupeaux 	<ul style="list-style-type: none"> - les paysans doivent protéger leurs cultures de contre saison contre le passage éventuel du bétail (sauf cas du sorgho <i>muskwari</i> parfois du manioc)
bois	<ul style="list-style-type: none"> - le bois mort est un produit de cueillette non approprié - les perches de bois d'oeuvre reviennent aux propriétaires des parcelles où se trouvent les arbres exploités 	<ul style="list-style-type: none"> - le lawan à Héri interdit la coupe de bois vert en brousse; - la coupe de bois d'oeuvre est normalement taxée par l'administration
eau	<ul style="list-style-type: none"> - l'eau de surface (marigot et de mayo) est accessible à tous 	<ul style="list-style-type: none"> - pas de règle de gestion sauf la préservation des accès aux points d'eau

b) l'accès au foncier cultivable

Depuis la fin du XVIII^e siècle, l'organisation des terroirs et des petites régions au Nord Cameroun repose en grande partie sur un pouvoir coutumier puissant dépendant des chefferies régionales foulbè (*lamibè*). Ce pouvoir coutumier représenté localement par les chefs de quartier (*ardo*) et de village ou grappe de villages (*lawan*) garde encore aujourd'hui la mainmise sur le foncier. Les paysans obtiennent un droit d'usage de la terre agricole soit par héritage soit après avoir réalisé le défrichement d'une nouvelle parcelle. La chefferie traditionnelle se garde le pouvoir de retirer ce droit d'usage en cas de conflit avec certains paysans. Dans tous les cas,

la terre ne devrait pas être vendue sauf si elle est enregistrée au cadastre ce qui n'est le cas qu'en zone urbaine et périurbaine.

Le poids démographique des paysans migrants dans ces terroirs et surtout au sud de Garoua, met en difficulté les chefferies traditionnelles qui sont obligées de passer des alliances avec certains d'entre eux. La location des terres agricoles est largement développée et permet de mieux répartir le foncier entre les exploitations. Les chefs coutumiers sont les plus grands pourvoyeurs de terres de location qui deviennent pour certains leur principale source de revenu. La location se passe de gré à gré pour une seule campagne agricole payable au comptant ou à crédit (après la vente du coton) ou en échange de travail.

Bien que prohibées, les ventes de terre prennent de plus en plus d'importance. Dans certains cas certains chefs coutumiers procèdent eux mêmes à ces ventes qui dans tous les cas ne sont jamais enregistrées et se font simplement devant témoin. Vu la complexité du parcellaire et l'absence de cadastre, il est facile de procéder à ces ventes clandestines. L'absence d'un droit de propriété intangible quel soit le mode d'accès à la terre, ne pousse pas les paysans à investir dans la terre qu'ils cultivent. Seule une baisse de production notable amène les paysans à intervenir pour améliorer la fertilité de leur terre et ceci uniquement sur les parcelles pour lesquelles ils disposent d'un droit d'usage reconnu par tous : début d'aménagement antiérosif comme à Héri, apport de fumure organique et plus rarement plantation d'arbres. Les parcelles en location ne reçoivent jamais de fumure organique, parfois un minimum de fumure minérale.

Les conflits entre paysans et autorités coutumières sont fréquents et peuvent faire l'objet de recours auprès des autorités administratives (Sous-Préfet). Par rapport à un contexte politique flou et difficilement prévisible et en l'absence de collectivité locale représentant les différentes catégories de producteurs, on comprend que chaque paysan développe une stratégie d'appropriation foncière qui va dépendre principalement des moyens financiers dont il dispose. Le défrichement est le mode d'accès au foncier préféré même si le terrain doit être acheté au préalable (cas du terroir M'bororo au Nord d'Ourolabo) car le paysan accède à une terre de bonne qualité et considère qu'il a un droit d'usage bien reconnu par la collectivité (droit de "hache"). La location peut être peu coûteuse et très rentable dans le cas où le paysan la paye en nature par exemple en labourant chez le propriétaire de la parcelle louée. La qualité des terres louées est très variable et le plus souvent médiocre car les propriétaires se réservent les meilleures parcelles.

c) l'accès aux pâturages

La préservation des limites des parcours naturels dépend aussi des autorités coutumières qui peuvent amener les paysans qui défricheraient des terres non attribuées. A Héri, les éleveurs foulbè pressent le *lawan* à intervenir en cas d'infraction mais ce dernier peut dans le même temps déclasser de petites zones de parcours pour les attribuer à des agriculteurs contre rétribution.

A Ourolabo le pouvoir coutumier est dilué entre trois chefs de quartier représentant les différentes ethnies de migrants et de fait, il est renvoyé à l'échelon supérieur, au niveau du

*lawana*⁸⁶ de Bamè. Dans cette région le poids économique des agriculteurs l'emporte largement sur les éleveurs M'bororo qui occupaient il y a trente ans une grande partie de ce *lawana*. Aujourd'hui la pression de ces agriculteurs sur les espaces non défrichés est très forte et aboutit à un "mitage" de la zone de parcours non cultivée dans le terroir de Oourolabo. Les espaces le long des petits mayos demeurent les rares voies de passage du bétail vers le nord et le sud du terroir. De ce fait les bergers préfèrent conduire leur troupeau hors du terroir en saison des pluies vers une zone de parcours plus vaste dépendant du terroir M'Bororo voisin. La délimitation et la préservation de cet espace ne sont pas actuellement assurées car les responsables coutumiers M'bororo n'hésitent plus à vendre leur brousse (donc leurs espaces de parcours) au plus offrant, révélant de leur part une stratégie de repli vers d'autres régions moins peuplées.

Si la délimitation des zones de parcours de saison des pluies commencent à poser problèmes, les ressources fourragères s'y trouvant ne semblent pas faire l'objet d'une gestion raisonnée. Les stratégies d'évitement entre bergers restent la règle, chacun exploitant une partie du parcours et ayant ses propres circuits de circulation. Toutefois à Héri les dépôts des feux dans les parcours sont efficacement contrôlés en saison sèche, preuve que les populations se sentent un peu responsables collectivement de ces espaces.

La réduction de la surface et de la qualité des parcours de saison des pluies deviendra certainement dans un proche avenir le facteur limitant le développement de l'élevage bovin dans ces terroirs.

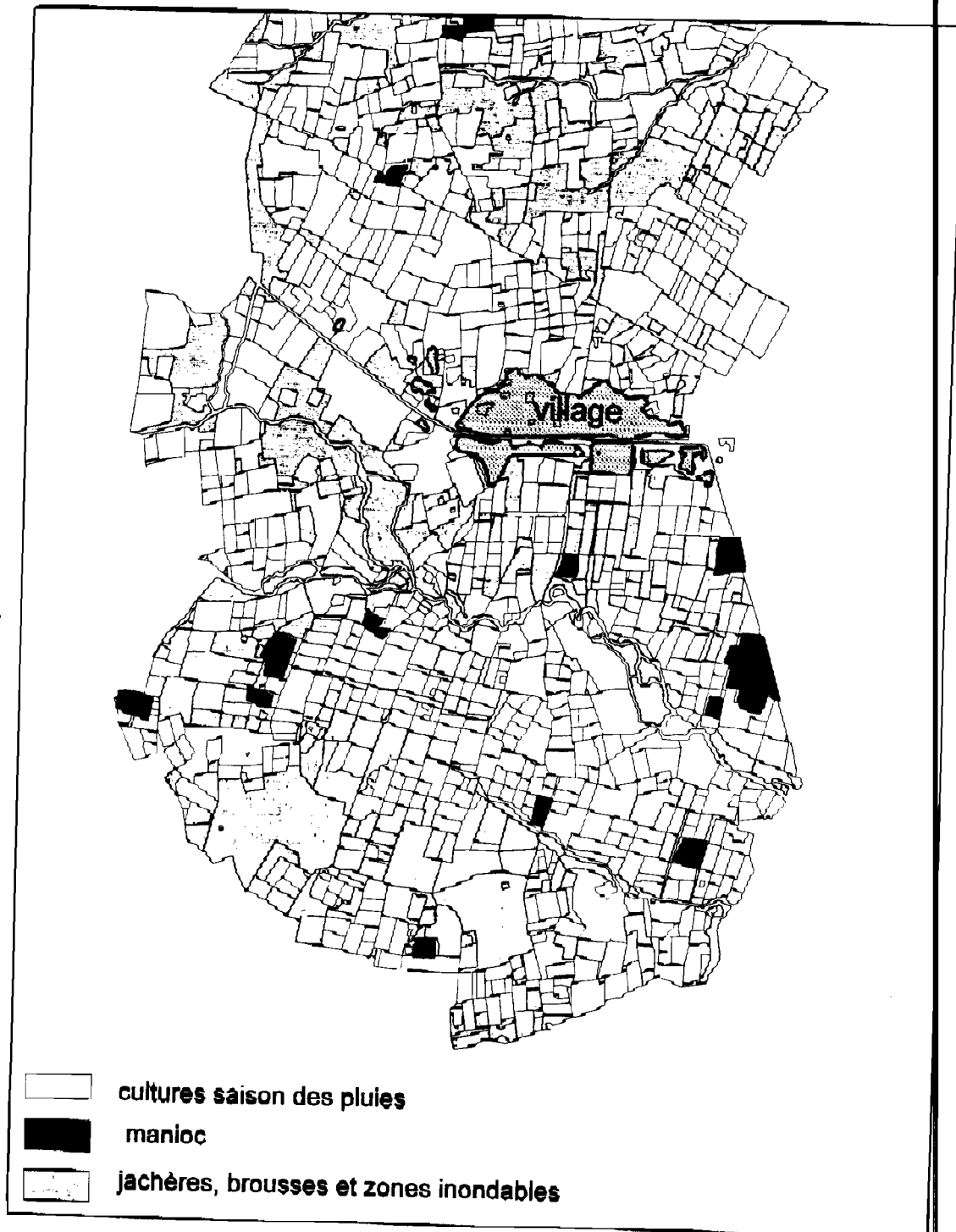
d) l'accès à la vaine pâture et aux résidus fourragers

Par définition la vaine pâture est accessible à l'ensemble des troupeaux du village. Toutefois à Héri on observe une courte période (deux à trois jours) de pâturage des résidus de récolte réservée aux troupeaux des propriétaires des parcelles. Hormis cela la vaine pâture ne fait pas l'objet d'une réglementation particulière, chaque berger fait paître son troupeau là où il veut. A Oourolabo les éleveurs Mbororo allochtones considèrent qu'ils peuvent exploiter ce type de pâturage comme ils le souhaitent dans la mesure où les récoltes sont terminées. Ces derniers entendent bien faire respecter cette règle ancestrale et apprécient mal que les paysans récoltent et stockent des résidus fourragers qui reviennent habituellement à leurs troupeaux. Les conflits entre éleveurs et paysans durant cette période de récolte sont beaucoup plus fréquents qu'en saison des pluies où chacun demeure dans l'espace qu'il exploite habituellement.

Les paysans récoltent généralement les résidus fourragers dans leur propre parcelle par contre la production de tiges de sorgho pour la construction ou comme combustible n'est pas spécialement attribuée aux propriétaires de la culture. Les agro-éleveurs souhaiteraient disposer de plus de temps pour récolter les résidus de récolte, et les stocker en tas au champs puis les transporter à la concession. Le temps disponible pour assurer les récoltes des diverses cultures et des résidus fourragers est en fait limité par la date du 1^o marché d'achat du coton et par la pression des éleveurs.

⁸⁶ Le *lawan* a autorité sur le *lawanat* qui peut être constitué d'un seul village (cas de Héri) ou de plusieurs (cas de Bamé et Oourolabo). dans ce cas le *lawanat* s'apparente à un canton.

Figure 39: Dispersion de la culture de manioc dans le terroir d'Ourolabo 1996



La tendance à l'appropriation individuelle des résidus de cultures fourragères se renforcera certainement dans les années à venir. Comment réagiront les éleveurs Mbororo de la région de Bamé qui de fait, ont permis l'occupation de cette région par les migrants avec la contrepartie (non explicitée selon nos différents interlocuteurs) d'avoir accès à la vaine pâture et aux points d'abreuvement de surface en saison sèche ?

Par ailleurs l'accès à la vaine pâture pourrait se complexifier avec le développement de la culture du manioc qui occupe le terrain pendant au moins 12 mois. Les surfaces en manioc à Ourplabo restent encore modestes (environ 4,6 ha en 17 parcelles) mais sont dispersées sur une dizaine de sites (figure 39). Jusqu'à maintenant les parcelles de manioc ne sont pas clôturées en saison sèche et les bergers doivent garder leurs troupeaux avec vigilance de façon à limiter les dégâts qu'ils pourraient occasionner à cette culture. Le développement tout azimut de cette culture est envisageable à moyen terme et pourrait être l'occasion de conflits futurs entre producteurs de manioc⁸⁷ et éleveurs ou agro-éleveurs.

3.3 Stratégies et choix techniques des producteurs

Les modalités de gestion (ou d'utilisation) des ressources naturelles et les tensions sur le foncier cultivable vont fortement déterminer les stratégies et les choix techniques des producteurs pour la gestion de leur exploitation agricole et de leur troupeau. Nous abordons ici plus précisément les choix tactiques et stratégiques des producteurs en matière de gestion de la biomasse végétale, de la fumure animale et plus globalement de la fertilité du sol.

a) Le cas spécifique des éleveurs de Héri

Les éleveurs sont largement minoritaires dans les deux terroirs étudiés même si à Héri ils gardent une position sociale et politique importante (famille du *lawan*) et donc une certaine influence dans le domaine de la délimitation des zones de parcours. L'objectif majeur de ces exploitants est de faire prospérer l'élevage bovin tout en s'adonnant à l'agriculture pour au moins assurer l'approvisionnement alimentaire de leur famille. La conduite des systèmes d'élevage reste traditionnelle et du fait des effectifs importants de bovins (> 20 têtes), la part de la complémentation dans l'alimentation du troupeau reste très limitée. Le recours au tourteau de coton n'est pas exclu pour les femelles gestantes ou allaitantes ce qui amène ces éleveurs à cultiver du coton pour pouvoir acheter via le groupement, cet aliment du bétail.

Deux stratégies complémentaires sont développées par les éleveurs de Héri :

- élargir l'espace d'élevage en recourant à la transhumance de courte durée (moins de 2 mois) vers des zones peu peuplées dans un rayon de 50 km autour de Héri;
- valoriser les ressources fourragères locales pour maintenir en permanence sur le terroir une partie du troupeau (achat de tourteau et de paille de sorgho *muskwari*,.....).

Pour le moment ces éleveurs valorisent partiellement la fumure organique provenant de leur

⁸⁷ Généralement d'origine tchadienne ou du sud de la zone cotonnière, les producteurs de manioc sont peu portés sur l'élevage. Les migrants originaires de l'Extrême Nord découvrent avec intérêt cette culture rustique et rémunératrice.

troupeau même si certains d'entre eux pratiquent efficacement le parcage tournant dans leurs parcelles en saison sèche. A terme ces éleveurs envisagent de mieux gérer cette ressource fertilisante pour leurs propres parcelles. Le parcage de leur bétail dans les champs des agriculteurs est peu probable sauf si le travail supplémentaire qu'il occasionne est bien rémunéré. Dans ce domaine les éleveurs et les agriculteurs manquent de référence⁸⁸.

b) des agriculteurs à la recherche de terre

Face à la pression croissante sur les terres cultivables, la stratégie d'accroissement des surfaces cultivées ou "en propriété" est commune à tous les agriculteurs quel que soit le type d'élevage qu'ils pratiquent. Les paysans disposent en fait d'une gamme de techniques qui leur permet d'ajuster la surface cultivée à leur disponibilité en main d'oeuvre : recours aux herbicides, culture attelée (dont le sarclage mécanisé en progression), semis rapide de l'arachide..... En dernier lieu ils peuvent avoir recours à de la main d'oeuvre salariée facilement disponible et peu chère dans cette région. Cette accroissement de la surface emblavée a un coût et s'élabore à partir des revenus du cotonnier et des autres cultures de vente (arachide, maïs). Les paysans qui ne disposent pas des moyens financiers permettant cette extension foncière, peuvent s'agrandir à la marge en grignotant les espaces de parcours (quelques mètres chaque année) ou plus efficacement en vendant leur force de travail. Par exemple ils peuvent cultiver pendant deux années des terrains qui ne leur appartiennent pas mais qu'ils ont défrichés. Le propriétaire récupère en 3^e année une terre débroussaillée et encore fertile.

L'extension des surfaces agricoles se fait de plus en plus dans des zones marginales à Héri (sols caillouteux) ou traditionnellement non cultivées à Ourolabo (dépressions et bordures de *mayo* favorables à la riziculture ou aux productions de contre saison : bananes et légumes). Là encore les paysans visent en premier lieu à contrôler ces espaces plutôt qu'à y développer actuellement des systèmes de cultures vraiment intensifiés. Rappelons enfin le développement de la culture du manioc à Ourolabo qui relève aussi d'une exploitation extensive⁸⁹ des terres (pas d'intrant, peu de travail) au détriment de la vaine pâture des résidus de la culture venant avant le manioc : le maïs ou l'arachide. Là encore cette extension de l'*ager* dans l'espace ou dans le temps (culture de contre saison, manioc) se fait au détriment de l'alimentation des troupeaux.

c) la recherche d'une forte rentabilité à court terme

L'absence de droit de propriété individuelle indéniable au Nord Cameroun n'incite pas les paysans à s'investir dans l'aménagement et l'entretien de leurs terres. Toutefois on observe des différences notables entre villages au sein d'un même territoire coutumier ou *lamidat* et évidemment entre *lamidats*. Ainsi à Héri les agriculteurs tous migrants et installés depuis près

⁸⁸ Il n'existe pas de contrat de parcage comme en Afrique de l'Ouest.

⁸⁹ Les boutures de manioc sont installées en août voire septembre entre les lignes de maïs ou d'arachide. ces cultures sont ensuite récoltées en septembre/octobre. Le manioc reste en place toute la saison sèche et il est récolté à partir du mois de juillet de l'année suivante. Si la récolte est suffisamment précoce une culture dérobée peut lui succéder.

de 50 ans, montrent un intérêt croissant pour les techniques d'amélioration de la fertilité du sol (aménagement anti-érosif, fumure organique, travail du sol perpendiculaire à la pente). Toutefois il s'agit plus d'une réaction au coup par coup en fonction de problèmes urgents (correction d'une ravine) que d'une stratégie d'entretien de la fertilité du sol raisonnée à long terme et à l'échelle de l'exploitation ou du bassin versant.

La stratégie d'accroissement des surfaces cultivées va le plus souvent à l'encontre d'une stratégie de maintien voire d'amélioration de la fertilité du sol :

- les ressources limitées en fumure organique sont "diluées" dans un plus grand espace tout comme celles en fumure minérale;
- la réduction du temps de travail disponible par unité de surface ne permet pas de contrôler des facteurs limitant la fertilité d'une parcelle : prolifération de certaines adventices, apparition de rigoles, préparations du sol peu soignées ou effectuées dans des conditions hydriques défavorables,.....;
- le développement des modes de faire valoir précaires (location annuelle⁹⁰, échange provisoire de terre contre du travail) augmente les surfaces sur lesquelles les paysans investiront un minimum de travail et de fumure;

Concernant la gestion des résidus de culture en fin de saison sèche, les agriculteurs favorisent largement le brûlis au détriment d'une préservation de la matière organique par des techniques comme le mulch ou l'enfouissement des résidus par un labour. Ce comportement commun à la grande majorité des paysans des savanes soudaniennes s'explique par :

- l'habitude ancestrale de brûler la biomasse végétale sur les parcelles avant de la mettre en culture (système défriche-brûlis/cultures/jachère de longue durée);
- la recherche d'un sol nu ne comportant aucun obstacle pouvant ralentir l'exécution des opérations culturales : le labour, le semis et les sarclages. Le contrôle des adventices par un mulch de résidus nécessite une couverture à peu près continue du sol qui correspond à au moins 2 t/ha de résidus dans les champs en fin de saison sèche, ce qui n'est pas le cas actuellement ;
- le brûlis reste la technique la moins coûteuse en temps de travail pour éliminer les restes de résidus de récolte principalement les tiges de cotonnier;

Enfin, il faut souligner le faible niveau de formation des paysans de cette région qui ne disposent quasiment pas de source d'informations techniques en dehors des efforts entrepris récemment par le projet DPGT/Sodecoton⁹¹. Dans ce contexte il est évident que la perception par les paysans de cette région de la fertilité d'un milieu et celle des agronomes sont très différentes, il en est de même pour les critères leur permettant d'évaluer l'évolution de cette fertilité. Les paysans accordent une place plus importante à l'évolution de la flore d'adventices (composition, quantité) et se réfèrent principalement à l'évolution des rendements qu'ils obtiennent sur une parcelle donnée. En fonction de ces observations, ils vont essayer de corriger les effets jugés négatifs en apportant plus de fumure minérale et/ou organique à

⁹⁰ Dans bien des cas les propriétaires préfèrent mettre ces terres en location plutôt que de les laisser en jachère : gain monétaire assuré ainsi que droit de propriété affirmé.

⁹¹ Un bulletin technique d'information "le paysan" publié en français et en ffuldé est distribué dans chaque groupement de producteurs.

certaines endroits, en jouant sur les rotations et les associations de cultures et en limitant les dégâts occasionnés par un ruissellement trop intense. Dans tous les cas ils s'agit de stratégies d'adaptation (ou curatives) face à une évolution de la fertilité jugée régressive. Les critères et les modes de raisonnement de l'agronome sont tout autres. L'établissement de bilans minéraux et organiques vise d'une part à établir les doses de fumure à apporter en fonction d'objectifs de rendement précis et d'autre part à entreprendre les corrections nécessaires pour atteindre des critères de fertilité du sol établis à partir de références régionales (phosphatage, chaulage, apport de fumure organique,...). L'agronome privilégie un raisonnement prévisionnel (ou préventif) en se souciant moins de l'adéquation entre les ressources productives disponibles et les besoins en travail et en intrants nécessaires à la mise en oeuvre des recommandations qu'il préconise.

d) des contradictions propres aux agro-éleveurs : accroître les surfaces cultivées tout en augmentant les effectifs des troupeaux

La progression de l'élevage bovin intégré aux exploitations agricoles est observée dans la plupart des zones cotonnières d'Afrique sub-saharienne. La majorité des paysans souhaite développer ce type d'élevage et dépasser le stade de la propriété d'une seule paire de boeufs de trait. Pour ces producteurs, l'élevage bovin demeure l'investissement le plus rentable. Leur savoir faire en matière d'élevage a fortement progressé ces vingt dernières années : complémentation, santé animale, conduite des animaux. Ces agro-éleveurs sont par ailleurs les plus grands producteurs de coton de ces régions et disposent donc des principaux atouts pour accroître la surface de leur exploitation.

Ces agro-éleveurs développent des stratégies contradictoires (au moins à moyen terme) en cherchant à accroître la surface cultivée au détriment des espaces de parcours tout en augmentant les effectifs de leur troupeau bovin. Cette contradiction ne leur apparaît pas clairement dans la mesure où chacun essaye de s'adapter à la réduction des espaces pâturables en saison des pluies : conduite des boeufs de trait au piquet dans des espaces résiduels non cultivés, renforcement du gardiennage ou conduite collective de plusieurs petits troupeaux pour valoriser des parcours exigus, déplacement plus longs vers des parcours hors du terroir..... En dernier lieu certains agro-éleveurs mènent ces deux stratégies dans des espaces complémentaires disjoints par le recours à la transhumance de courte durée (l'agro-éleveur à Héri) ou le confiage des boeufs d'élevage dans d'autres villages (situés dans l'Extrême Nord pour les paysans d'Ourolabo⁹²).

e) des stratégies individuelles renforcées face à la faiblesse d'une gestion collective des ressources naturelles et des espaces

Dans les domaines des productions végétales et animales les stratégies individuelles prennent de plus en plus d'importance par rapport à la gestion collective des ressources naturelles et des espaces. D'un point de vue technique ou économique il est difficile de cerner des stratégies collectives pour les différents groupes d'acteurs. Cette évolution est là encore fréquemment

⁹² Les relations entre l'élevage et l'agriculture se résument alors aux aspects économiques.

observée dans ce type de région lorsque la densité de population augmente.

L'extension de la surface cultivée repose clairement sur des stratégies individuelles qui dépendent à la fois du niveau de revenu du chef d'exploitation et des relations qu'il entretient avec les autorités coutumières. L'appropriation individuelle du foncier cultivable pourrait renforcer la valeur monétaire de la terre et donc l'intérêt pour les paysans d'entretenir sa fertilité. Ceci sera effectif au Nord Cameroun lorsque les paysans disposeront d'un droit foncier reconnu par tous et donc de la possibilité de vendre ce bien.

Cette course à la terre reposant sur des relations de clientélisme conduit à minimiser la gestion collective des ressources en terre mais aussi la gestion des espaces. Par manque de concertation entre les différentes catégories de producteurs, le potentiel fourrager et de fumure animale de ces terroirs est mal valorisé :

- des espaces non cultivés ne sont pas accessibles au bétail en saison des pluies faute de piste à bétail suffisamment large;
- lorsque ces espaces correspondent à des jachères, le bétail pourrait y prélever une partie de la production de biomasse végétale et en contre-partie apporter de la fumure organique par le biais du parcage de saison des pluies;
- les agro-éleveurs et les éleveurs doivent pouvoir déterminer la surface minimale de parcours à préserver dans le terroir ainsi que les modalités de gestion des ressources qui s'y trouvent (coupe du bois et des graminées, pâturage tournant, mise en défens,....);

De même en saison sèche des stratégies individuelles d'alimentation du bétail côtoient une utilisation collective de la vaine pâture de résidus de récolte. Il est probable qu'à moyen terme les agro-éleveurs cherchent à contrôler cette production fourragère en établissant une période plus longue de récolte des résidus. Mais pour limiter l'accès de la vaine pâture aux éleveurs allochtones dans le cas d'Ourolabo, les agro-éleveurs devront adopter une règle commune soit d'exclusion totale de ces éleveurs soit de contractualisation (parcage contre résidus de culture par exemple).

Diverses expérimentations menées en milieu paysan ont montré qu'il est possible de modifier les systèmes de cultures actuels afin de mettre en place des systèmes fourragers plus performants permettant d'améliorer qualitativement l'alimentation du bétail, d'accroître la charge en bovins au niveau du terroir et de limiter la dépendance des agro-éleveurs par rapport au tourteau de coton. Du fait de la réduction des surfaces de parcours, les systèmes fourragers futurs reposeront en grande partie sur des productions issues de l'aire cultivée. Les choix techniques en matière de production fourragère dépendront uniquement des chefs d'exploitations. Comme pour les résidus de récolte, la principale contrainte à ce type de production sera la faible disponibilité en travail en début de saison sèche pour en assurer la récolte. Les paysans devront réaliser en quelques semaines la récolte des productions vivrières et de vente ainsi que celle de fourrage. Les problèmes de gestion du temps de travail et d'organisation au sein des exploitations se poseront ainsi que la coordination entre les éleveurs exploitant principalement la vaine pâture et les agro-éleveurs souhaitant récolter les fourrages et les résidus.

D'un point de vue agronomique les parcelles pluriannuelles de légumineuses (ou "jachères améliorées") apportent une solution efficace en matière d'amélioration de la fertilité du sol tout

en fournissant un fourrage de qualité. Ces parcelles sont mises en place par les paysans au niveau de leur exploitation mais leur efficacité dépendra du respect de certaines règles collectives (contrôle des feux, gardiennage permanent du bétail en saison sèche) à moins d'avoir recours à des clôtures de qualité (grillage) renforçant la propriété individuelle mais dont la rentabilité reste à démontrer.

4. EVOLUTION DES TRANSFERTS DE FERTILITÉ EN FONCTION DE L'ACCROISSEMENT DÉMOGRAPHIQUE

4.1 Les critères de différenciation des diverses situations agro-pastorales

L'étude des flux de biomasse dans les deux terroirs du Nord Cameroun montre clairement que la nature et l'importance des transferts de fertilité dus à l'élevage dépendent de trois facteurs:

- la productivité des parcours et de la zone cultivée liée à la fertilité du milieu qui va déterminer la quantité de biomasse consommable par le bétail;
- le ratio surface agricole/surface totale et le facteur précédent vont déterminer la charge animale maximale possible en saison des pluies et en saison sèche et donc l'importance des transferts de fertilité du *saltus* vers l'*ager*;
- le ratio nombre de bovins/ha cultivé détermine la quantité de fumure animale effectivement disponible par unité de surface cultivée.

Ces trois facteurs étant fixés, les paysans et les éleveurs ont toutefois diverses possibilités pour améliorer les transferts de fertilité et limiter les pertes en matière organique en modifiant leurs pratiques comme cela a été proposé ci-dessus. Dans ce contexte les problèmes de transport sont cruciaux. L'élevage en résout une partie du fait de sa mobilité puisqu'il permet de collecter des ressources fourragères disséminées sur le terroir, de concentrer la fumure organique à certains endroits. La fabrication de compost et de fumier à partir de résidus végétaux, l'apport de ces fumures aux champs et l'affouragement du bétail dans les enclos sont des pratiques à encourager mais elles vont accroître les besoins en transport des exploitations agricoles, domaine peu abordé jusqu'à maintenant par la recherche et le développement.

Afin de dépasser le cadre de l'étude de cas "Nord Cameroun", on se propose à partir d'une revue bibliographique d'analyser la diversité des types de transfert de fertilité dus à l'élevage en Afrique sub-saharienne en prenant en compte les 3 facteurs explicatifs : surface agricole/surface totale du terroir, importance des disponibilités fourragères, nombre d'UBT par ha cultivé (LANDAIS et al, 1991).

On a ainsi retenu 5 types de situation qui couvrent une large gamme de densité de population humaine (5 à 150 habitants/km²) et animale (5 à 60 UBT /km²) (tableau 92). Dans deux d'entre elles il n'existe quasiment pas de transfert de fertilité du fait de la quasi absence de l'élevage :

- les zones à faible densité de population sans élevage bovin significatif (sud de la zone cotonnière au Nord Cameroun par exemple) où la gestion de la fertilité du sol dépend principalement de la jachère de longue durée;
- les zones très peuplées où la densité d'élevage est fortement réduite du fait d'une absence de parcours (le Nord des monts Mandara au Nord Cameroun par exemple). L'élevage résiduel

(quelques petits ruminants et parfois un bovin par exploitation) est conduit soit au piquet en saison des pluies en bordure de champs soit maintenu en stabulation permanente et affouragé avec des adventices, des herbes de bordure de parcelles et des émondes d'arbres fourragers.

Nous ne reviendrons pas sur ces situations extrêmes qui sont localisées dans quelques régions de la zone de savane.

Tableau 92 : Caractéristiques des différentes situations agro-pastorales des zones de savane.

	densité population habitants/km ²	UBT/km ²	UBT/ha cultivé	surface cultivée /surface totale
zone à faible densité de population sans élevage bovin important cultures vivrières + un peu de coton	< 10	# 0	# 0	< 10%
zone à faible densité de population avec élevage extensif surface limitée en céréales	< 10	< 10	8 à 15	< 10%
zone d'agriculture/élevage, surface agricole en progression, densité d'élevage en augmentation	20 à 80	20 à 60	1 à 2	15 à 35%
zone à forte densité de population, dominante agricole où l'élevage stagne ou régresse	> 80	30 à 50	< 0,5	> 60%
Zone à très forte densité de population, élevage quasi absent	150	# 0	# 0	> 90%

Avant d'aborder les différentes situations agro-pastorales d'élevage on peut rappeler deux références de base relatives au maintien de la fertilité du sol :

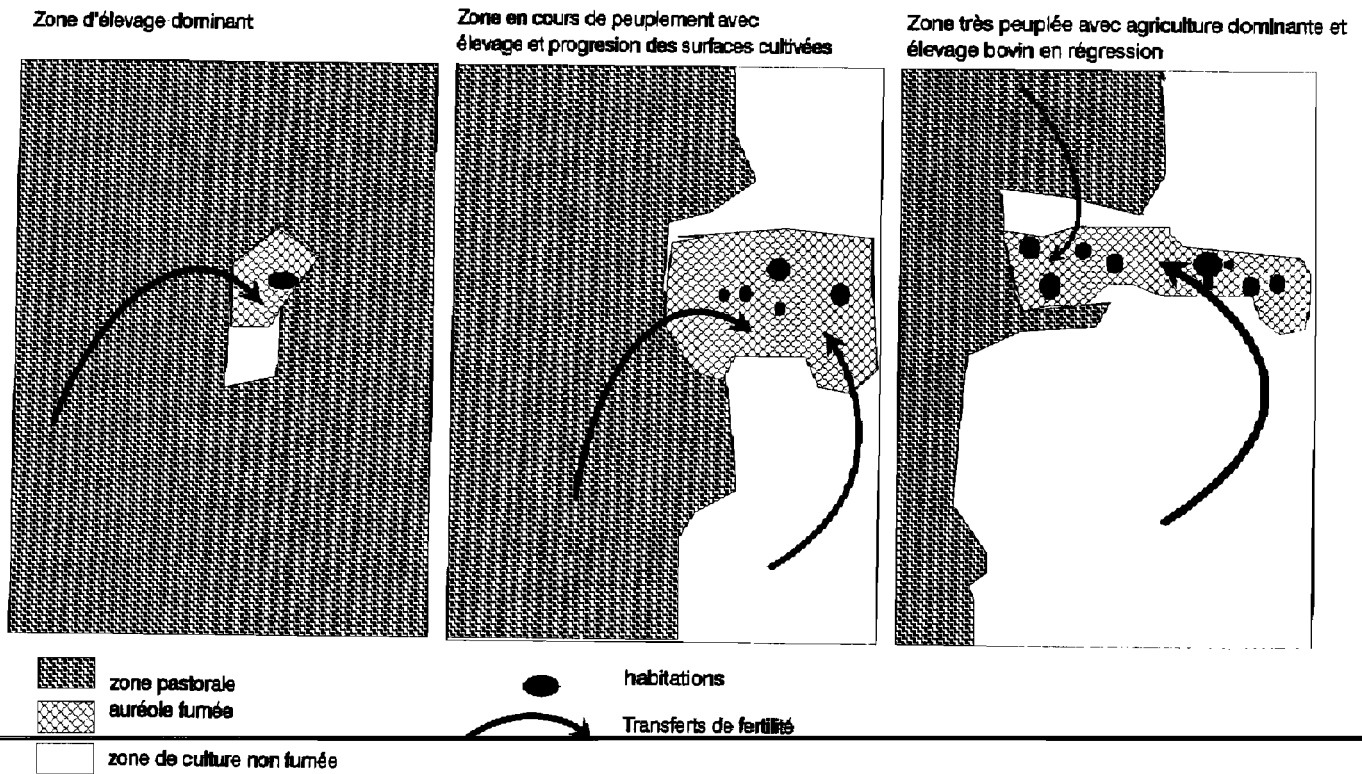
- dans le cas d'un recyclage maximum de litière de résidus de culture (5 k/j/UBT) il faut compter environ de 2 UBT/ha cultivé pour entretenir le statut organique des sols cultivés (en l'absence de jachère) en apportant 5 t/ha de fumier tous les 2 ans;
- la jachère est efficace si d'une part elle n'est pas surexploitée par le bétail et si d'autre part sa durée atteint 15 années. Cela suppose que moins de 33% de la surface cultivable soit cultivée pendant 5 à 7 ans, les 2/3 restants étant en jachère.

4.2 Caractérisation des types de transfert de fertilité selon l'importance de l'élevage

Les zones à faible densité de population et élevage extensif

Ces zones correspondent aux régions peuplées généralement par des ethnies d'éleveurs (Peuhl,

Figure 40 : Transferts de fertilité dus à l'élevage et aux types d'occupation de l'espace



Foumbè, Toucouleur, Haoussa, ...) partiellement sédentarisés où l'agriculture a pris de l'importance ces trente dernières années. Les cultures (principalement les céréales) concernent des surfaces limitées tant au niveau des unités de production que des terroirs. Les rendements obtenus sont généralement élevés du fait d'une bonne fertilité du sol entretenue par des apports réguliers de fumure animale (BOUTRAIS, 1995; ADAMOU, 1989) et si besoin le recours à la jachère. Par exemple, non loin d'Ourolabo, des éleveurs M'bororo privilégient le parage sur des jachères de courte durée en saison des pluies et le parage sur l'aire de culture en saison sèche au détriment de la jachère de longue durée. Ainsi ces éleveurs peuvent garder en permanence leurs parcelles de céréales près des habitations (gardiennage mieux assuré, transport facilité) et limiter les défrichements sur brousse qui réduiraient les surfaces de parcours. Dans toutes ces situations les transferts de fertilité se font presque exclusivement depuis les zones pastorales vers les zones cultivées (figure 40). La durabilité de ces systèmes de production est assurée tant que le ratio surface cultivée/surface totale ne dépasse pas 30%. Ce ratio peut rapidement évoluer suite à l'arrivée massive de paysans migrants. On peut considérer dans cette situation que le rapport UBT/ha cultivé se situe entre 8 et 15 ce qui devrait suffire largement à entretenir le statut organique des sols cultivés. La charge animale y est généralement limitée (< à 10 UBT/km²) du fait d'une faible densité de population.

Les zones d'élevage traditionnel où les surfaces cultivées progressent rapidement.

Ces situations sont de plus en plus fréquentes en Afrique sub-saharienne principalement dans les zones cotonnières. Elles se caractérisent par une juxtaposition sur les mêmes espaces de l'agriculture et de l'élevage. Du fait de l'accroissement démographique (naturel et lié aux flux migratoires), de l'intérêt des paysans pour les cultures de vente et des possibilités techniques offertes par la traction animale, les surfaces cultivées dans ces régions s'accroissent régulièrement. Les agriculteurs ont aussi comme objectif de développer l'élevage bovin. Lorsque la densité de population est encore modérée (20-50 hab/km²), l'entretien de la fertilité du sol est assuré à la fois par la jachère, l'utilisation des engrais minéraux et les transferts de fertilité dus au bétail. Ces transferts proviennent principalement des zones de parcours ainsi que des zones cultivées ouvertes à la vaine pâture en saison sèche (figure 40). Lorsque le rapport UBT/surface cultivée est élevé (supérieur à 1) et que les exploitations agricoles sont bien équipées en charrettes, les surfaces concernées par la fumure animale peuvent être importantes comme c'est le cas au Mali Sud : 90 % des exploitations agricoles déclarent utiliser ce type de fumure qui concerne 36% des surfaces en maïs et environ 15% des surfaces en cotonnier (GIRAUDY, 1993)

Le maintien de la fertilité du milieu est donc assuré dans ces situations par la conjonction d'une charge animale élevée et d'une pression foncière modérée de la part des agriculteurs permettant d'assurer l'alimentation du bétail sur parcours naturels une bonne partie de l'année et de pratiquer la jachère. Pour cela lorsque les surfaces cultivées augmentent, les agriculteurs devraient rechercher aussi une augmentation des effectifs de bovins (rapport UBT/surface cultivée constant) (BOSMA et al, 1995). Dans ce cas l'amélioration des disponibilités fourragères des terroirs est indispensable comme cela a été proposée dans les régions les plus peuplées de la zone cotonnière au Mali : culture de dolique associée au maïs, jachère de courte durée améliorée par des légumineuses à vocation fourragère.. La notion de transfert de fertilité du *saltus* vers l'*ager* repose sur la capacité des zones de parcours à produire de la biomasse

et donc leur capacité à assurer par des mécanismes biologiques naturels l'entretien de la fertilité de sol de cette portion de terroir. L'entretien de la productivité des zones de parcours par une gestion raisonnée des formations végétales arborées et herbacées qui s'y trouvent est donc essentiel dans ces régions où la charge en bétail est en progression.

Mais ce type de situation peut évoluer du fait de la pression démographique comme ce fut le cas dans le pays Serer (Centre Sénégal). Jusque dans les années soixante et malgré une densité de population d'environ 80 hab/km², les agro-éleveurs de cette région ont pu maintenir des systèmes de production performants et reproductibles grâce à la présence d'un cheptel bovin important bien intégré aux terroirs villageois (PELISSIER, 1966). L'entretien de la fertilité des sols dans cette situation exemplaire était assuré par la conjonction de trois éléments :

- la présence d'un parc à *Faidherbia albida* dense dans les zones cultivées qui fournissait du fourrage aux troupeaux en fin de saison sèche et apportait au sol une litière de feuilles riche en azote;
- le parcage en saison des pluies des troupeaux dans une portion du terroir mis en jachère pour une année;
- le maintien d'un espace pastoral suffisamment vaste dans les zones plus argileuses permettant d'alimenter le bétail en saison des pluies.

La mise en oeuvre de cette combinaison de pratiques nécessitait le respect de règles de gestion collectives des ressources (utilisation modérée des *Faidherbia*) et des espaces (décision collective de mise en jachère d'une portion de l'ager). L'accroissement continu de population, le développement de la culture de l'arachide et l'augmentation des surfaces cultivées par actif due à la généralisation de la culture attelée ont abouti à la régression de l'élevage bovin dans cette région et donc à la disparition de cet agro-système (GARIN et al, 1995).

Les zones à dominante agricole où l'élevage régresse.

Cette troisième situation découle directement de la précédente du fait de l'accroissement de la population (plus de 60 à 80 habitants/km²) et des surfaces cultivées au détriment des espaces pastorales. On peut se référer aux dynamiques agraires du Sine Saloum au Sénégal (LHOSTE, 1987), du Yatenga au Burkina Faso (DUGUE, 1985) et des zones les plus peuplées du bassin cotonnier camerounais (DUGUE et al, 1997). Dans un premier temps l'élevage extensif régresse ou migre vers des zones moins peuplées. Cette baisse d'effectif peut être compensée par un accroissement du cheptel bovin intégré aux exploitations (cas du terroir de Héri). Les cultures peuvent concerner 60% à 80% de la surface du terroir et l'impact de l'élevage sur l'entretien de la fertilité des sols cultivés devient forcément très limité. La baisse du ratio UBT/surface cultivée (souvent inférieur à 0,5) peut s'accélérer du fait principalement de mauvaises conditions pluviométriques qui affectent les cultures et donc les rendements en résidus de culture fourragers mais aussi la production des parcours naturels. Les conséquences de ces crises agro-écologiques sont bien connues dans les zones soudano-sahéliennes : les paysans sont obligés de vendre une partie de leur cheptel pour assurer leur approvisionnement vivrier, la mortalité du cheptel augmente du fait d'une réduction drastique des disponibilités fourragères, les agro-éleveurs préfèrent déplacer de façon temporaire ou permanente tout ou une partie de leur cheptel dans des régions plus favorables à l'élevage. Un autre indicateur de l'évolution de ces systèmes de production est la progression du cheptel de petits ruminants et la régression du cheptel bovin réduit parfois à quelques paires de boeufs de trait par village.

Dans ces situations de plus en plus fréquentes en zone soudano-sahélienne, les transferts de fertilité dus à l'élevage sont très limités même si les paysans gèrent avec beaucoup d'attention leurs maigres ressources en fumure animale (figure 40). Dans le village Serer de Lambock (Centre Sénégal) on a évalué les pertes de fumure organique à seulement 20% de la production totale de poudrette des troupeaux. Dans ce même terroir le recyclage de la totalité des restes de paille de céréales pourrait au mieux doubler la surface fumée qui représenteraient alors que 15% de la surface cultivée (DUGUE, 1996). Il semble alors difficile de modifier notablement l'importance de ces transferts ce qui nécessiterait une recapitalisation des exploitations agricoles (achat de bovins et de matériels de transport) ainsi qu'un accroissement très conséquent du disponible fourrager. Les autres alternatives d'entretien de la fertilité du sol reposant non plus sur l'élevage mais sur des transferts verticaux sont certainement à privilégier dans ces situations : parcs arborés dans les situations plus sèches (400-800 mm) et systèmes de cultures avec mulch de plantes de couverture dans les régions à pluviométrie plus importante (800-1200 mm).

4.3 Gestion de la fertilité du sol et accroissement démographique

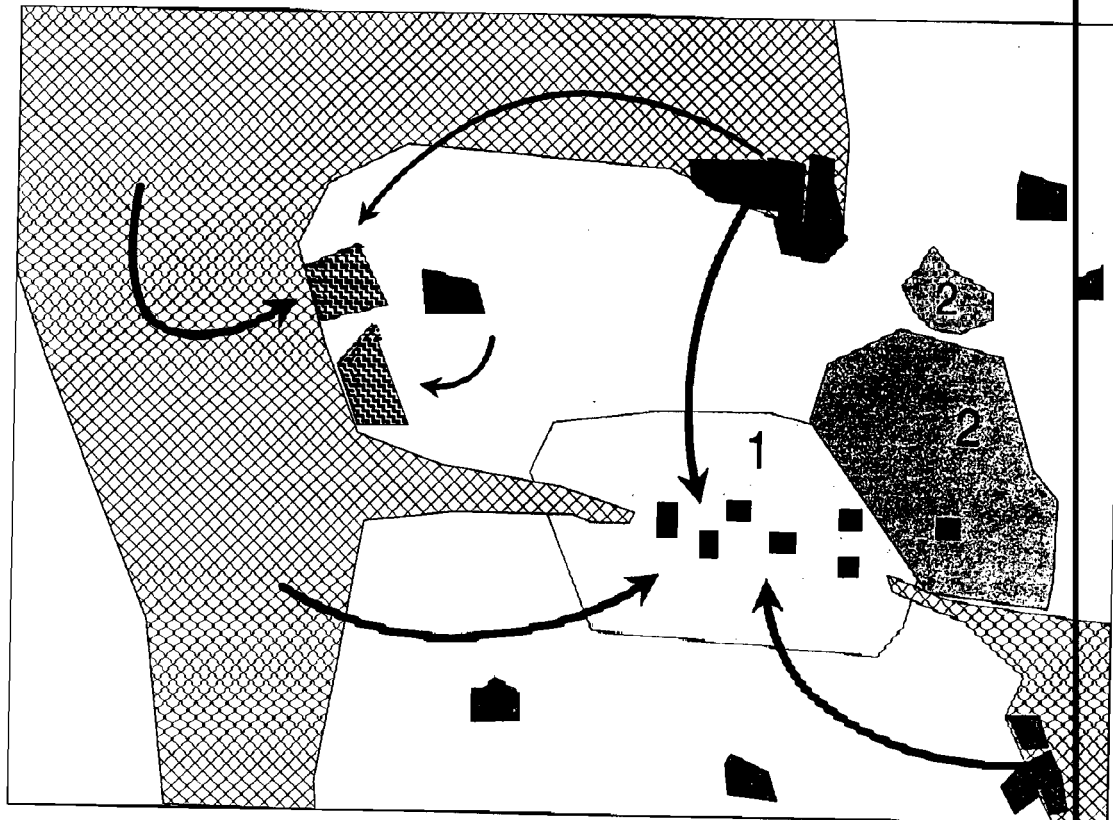
Cette analyse de quelques situations des savanes soudaniennes et soudano-sahéliennes met en évidence les limites d'un modèle de gestion du milieu basé uniquement sur l'intégration de l'élevage à l'agriculture.







Lorsque les densités de population sont moyennes et inférieures à 80 hab/km², une meilleure valorisation de la biomasse végétale disponible est envisageable et diverses voies d'amélioration sont envisageables (du simple recyclage des résidus fourragers jusqu'à la mise en place de jachères à base de légumineuses). Comme cela a été évalué pour les terroirs de Héri et Oourolabo les marges de progrès sont très importantes.

Lorsque les densités de population rurale dépassent 80-100 habitants/km², les marges de progrès sont plus limitées surtout dans les zones plus sèches (< 700 mm). Dans ces situations les paysans n'ont pas su développer des systèmes de production durables et maintenir en place un élevage bovin important (> 30 UBT/km²) et producteur de fumure organique. Des facteurs exogènes ont pu contribuer à limiter les capacités d'adaptation des paysans : sécheresses répétées en zone soudano-sahélienne, manque d'intrants et de marchés organisés permettant d'intensifier les systèmes de cultures et donc la production de résidus de récolte,.... Cette évolution est elle inévitable ? Peut on envisager des alternatives techniques avec ou sans élevage, permettant d'améliorer la gestion de la fertilité du milieu dans ce type de situation ?

En l'absence de jachère, l'entretien du statut organique des sols cultivés nécessitent des apports de fumure organique ou de biomasse végétale (mulch de plantes de couverture et d'émondages d'arbres, litière des parcs arborés,). Pour aboutir à cela l'élevage bovin doit être sauvegardé car il facilite la collecte et le recyclage des produits celluloseux, base d'une production de fumure organique de qualité. Le maintien d'une forte densité de bovins (environ 30 UBT/km²) nécessite dans ces situations de revoir les systèmes fourragers actuels. L'accroissement de la production de biomasse des parcours résiduels est envisageable mais difficile à mettre en oeuvre et son impact restera toujours limité. Le développement des cultures fourragères annuelles associées aux productions de base (céréales principalement) est

Figure 41 : Evolution des transferts de fertilité après introduction des jachères fourragères



- | | | | |
|---|-------------------------|---|--|
|  | zone de parcours |  | jachère fourragère |
|  | auréole fumée |  | parcage sur jachère de saison des pluies |
|  | zone cultivée non fumée |  | transferts de fertilité |
| | | 1 et 2 | rotation de fumure |

envisageable dans les régions où la pluviométrie n'est pas un facteur limitant. Les jachères "pluriannuelles" à base de légumineuses et les parcs arborés demeurent les deux alternatives efficaces pour d'une part fournir des ressources fourragères de qualité et d'autre part, améliorer in situ la fertilité du sol (au moins limiter son évolution régressive). Ceci correspond à dynamiser les transferts de fertilité horizontaux (des jachères à base de légumineuse vers les zones de culture continue) et verticaux (des couches profondes du sol vers les horizons de surface cultivés) (figure 41). Un des avantages majeurs des jachères améliorées est la possibilité d'élargir la surface pâturable durant la 2^e moitié de la saison des pluies si on prend soin d'organiser des accès à ces jachères.

Par rapport au renforcement des stratégies individuelles des producteurs, il ne semble pas réaliste d'envisager des jachères améliorées collectives, mises en place et exploitées par des groupes d'agro-éleveurs. Une des contraintes majeures à la mise en place de ces jachères est le manque de terre cultivable (situation largement évoquée par les agro-éleveurs de Héri). La mise en jachère de 10% voire 15% de la surface de l'exploitation agricole entraîne une réduction de la surface cultivée et implique par conséquent d'intensifier les systèmes de cultures. Ceci s'accompagne d'une augmentation des doses de fumures minérales pour les céréales. Pour des raisons de coût et de risque économique une utilisation accrue des engrais est mal acceptée par les paysans même en zone soudanienne. L'autre alternative est d'affecter des terres de parcours à ce type de production fourragère en demandant aux agro-éleveurs bénéficiaires de s'engager à y faire pâturer leur bétail durant une partie de la saison des pluies.

Par rapport à ce modèle trois interrogations demeurent :

- pour assurer une production efficace de biomasse de légumineuses il est nécessaire de prévoir dans les sols exploités de longue date un apport en phosphore⁹³. Cet apport a un coût que le paysan ne sera pas en mesure de prendre en charge au moins dans un premier temps (tout comme le coût des clôtures);
- le maintien voire le renforcement de la fumure minérale des cultures de base est indispensable si l'on veut assurer un niveau de production satisfaisant les besoins des populations et l'alimentation du bétail en saison sèche. Dans la zone soudanienne le maintien en place d'une filière cotonnière assurant en grande partie l'approvisionnement en intrants est indispensable. Le redynamisme des filières arachide, niébé et viande est plus difficile à mener dans les zones soudano-sahéliennes;
- ces propositions visant à intensifier conjointement les systèmes d'élevage et les systèmes de cultures renforcent la position des agro-éleveurs (voire des éleveurs) et marginalisent encore plus les exploitations sans bétail;

Si l'on se réfère aux bilans réalisés pour les terroirs étudiés (> 60 habitants/km² et > à 20 UBT/km²) prenant en compte l'utilisation des engrais minéraux et divers scénarios de valorisation de la biomasse végétale par le bétail, on constate que pour les situations dominées par l'agriculture l'entretien de la fertilité des sols reposent inévitablement sur une combinaison de techniques. On a souligné à maintes reprises la nécessité de maintenir la fertilisation minérale surtout en ce qui concerne les apports de phosphore mais d'autres alternatives doivent

⁹³ phosphates supertriple soluble ou tricalcique dans les pays qui disposent de gisements de phosphate naturel (Mali, Burkina Faso, Sénégal, Togo, ...)

faire l'objet d'une attention particulière. Ainsi des acquis obtenus en station sont déjà disponibles sur l'effet des plantes de couvertures, des jachères arborées plantées et des associations arbres/cultures sur la fertilité du sol. Un effort important de dialogue avec les producteurs est nécessaire pour adapter ces résultats à leurs capacités de production et leur environnement socio-économique.

EN CONCLUSION

◆ Des niveaux d'analyse différents mais complémentaires

Dans cette étude nous avons fait le choix au départ de privilégier l'analyse des flux de biomasse et de la gestion de la fertilité des sols à l'échelle du terroir⁹⁴. L'objectif de cette étude étant entre autres, de cerner le potentiel de production et de recyclage de la biomasse végétale et de fumure animale à cette échelle dans une perspective de maintien de la fertilité des sols cultivés. Ce choix s'est justifié par le fait que les troupeaux s'alimentent en grande partie à partir de ressources fourragères collectives sur parcours ou vaine pâture. Ceci nous a amené à étudier des terroirs villageois dont les limites étaient bien reconnues de façon à établir divers bilans : bilans minéraux et organiques (simplifiés), bilan fourrager pour la saison sèche. Par ailleurs nous avons pu réaliser diverses simulations de production de fumure organique en faisant varier les modalités de recyclage des résidus de récolte, de production fourragère et la charge animale. En fin de parcours, il s'avère que le niveau d'analyse "terroir villageois" n'est pas suffisant pour quatre raisons principales :

- le terroir villageois et les activités productives qui s'y mènent, ne constituent pas un système fermé. En matière d'élevage les échanges avec les terroirs périphériques et parfois plus lointains (cas de la transhumance) sont nombreux;
- pour des raisons socio-politiques propres au Nord Cameroun, le terroir villageois ne constitue pas une entité indépendante et son fonctionnement peut dépendre de décisions prises à l'échelle du territoire coutumier ou *lamidat* (installation de migrants, délimitation d'une piste à bétail, droit d'usage de la terre plus ou moins affirmé,...)
- le territoire villageois est en fait constitué de plusieurs éléments ou terroirs (au sens propre du terme) dont la gestion se différencie de plus en plus lorsque la pression foncière augmente (aurole fumée autour des habitations à Héri, systèmes de cultures diversifiés dans les dépressions à Ourolabo).
- la gestion de la fertilité peut se décliner selon les différents types d'exploitations agricoles (avec ou sans élevage) et même entre les différentes parcelles d'une exploitation;

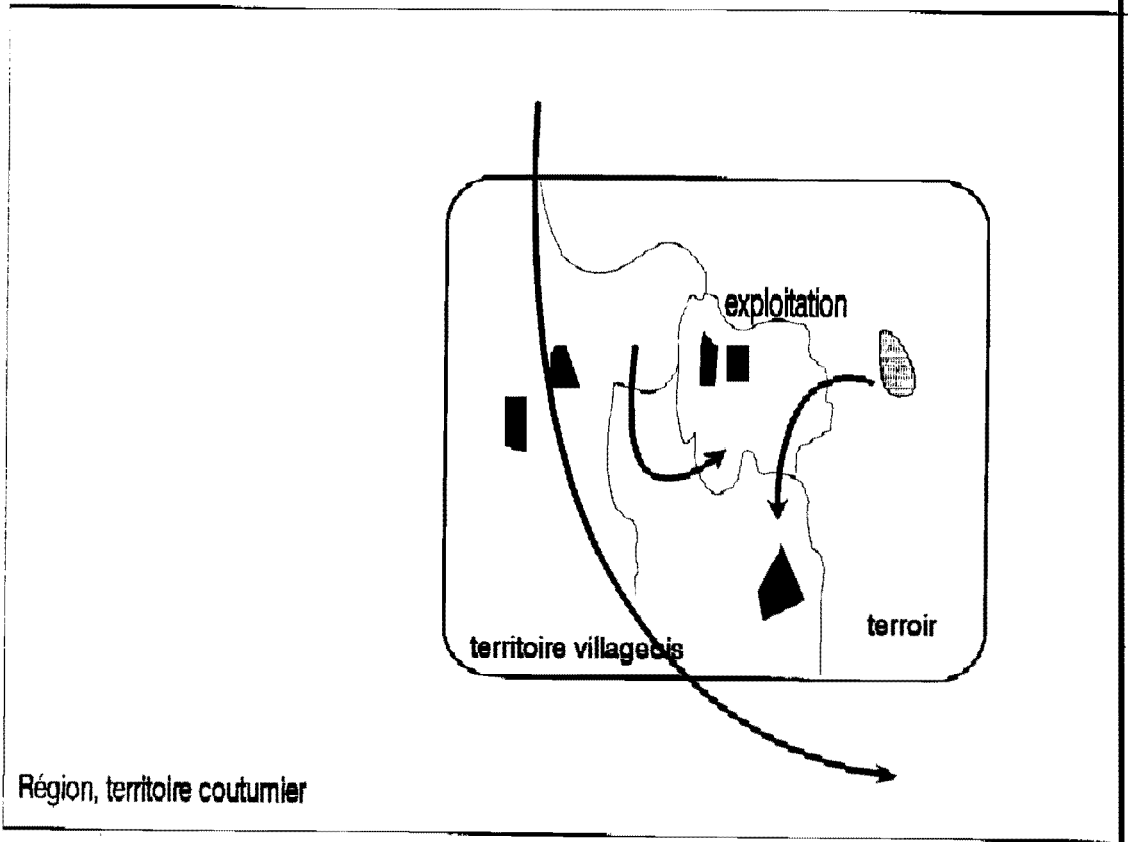
L'analyse des transferts de fertilité et l'élaboration de solutions appropriables par les producteurs nécessitent de combiner les approches à différents niveaux d'échelle et de prendre en compte la diversité des exploitations agricoles et des unités de gestion du territoire villageois (les différents "terroirs") (figure 42).

◆ Des marges de progrès et des alternatives techniques complémentaires

Sauf dans les zones peu peuplées où le ratio UBT/ha cultivé peut être élevé (supérieur à 3), il n'est pas envisageable de gérer la fertilité des sols en recourant uniquement à la fumure organique d'origine animale et végétale. Mais dans ce domaine des marges de progrès importantes sont envisageables si des appuis pour l'équipement des exploitations en matériel de transport sont mis en place (du bât amélioré jusqu'à la charrette).

⁹⁴ terroir pris dans le sens de finage ou de territoire villageois

Figure 42 : Changements d'échelle et transferts de fertilité



→ transferts de fertilité

Dans les zones cotonnières du Cameroun la fumure organique (d'origine animale et végétale) pourrait entretenir le statut organique du sol sur 20% à 35% des surfaces en culture continue. L'augmentation de la production de fumure organique et donc des surfaces fumées passe par plusieurs étapes : utilisation de tout le disponible de poudrette, recyclage des résidus de culture et de la biomasse résiduelle des parcours et enfin augmentation des effectifs de bovins. Ce dernier point implique de revoir en profondeur les systèmes fourragers mis en oeuvre par les éleveurs et les agro-éleveurs. L'utilisation des aliments du bétail concentrés (tourteau, drèche, son...) ne peut guère progresser du fait de l'offre limitée de ces produits. La production de fourrages (principalement de légumineuses) est envisageable en association avec les cultures principales ou sur des espaces mal valorisés actuellement (jachères, parcours dégradés). Outre les concurrences entre cultures pour l'alimentation hydrique dans le cas d'association, la production fourragère nécessitera d'avoir recours à un minimum d'engrais phosphoré.

L'utilisation des engrais minéraux à des doses économiquement acceptables pour les paysans est incontournable. En zone de savane soudanienne, cette utilisation reste conséquente du fait de la présence de circuits d'approvisionnement en engrais reposant sur les filières coton et maïs. L'utilisation des engrais minéraux dans les zones soudano-sahéliennes reste beaucoup plus aléatoire à moins de mettre en place des mécanismes de subvention et d'assurance contre les risques de sécheresse.

La fertilisation des cultures doit être raisonnée par rapport à un ensemble de pratiques de gestion de la fertilité du milieu comprenant le contrôle du ruissellement et de l'érosion, la réduction de la pression des adventices (striga), la couverture du sol par un mulch de résidus ou de plantes cultivées à cet effet (dans certaines parties du terroir) et surtout le renforcement des transferts verticaux de fertilité dus aux arbres dans les champs. La mise en oeuvre de cet ensemble de pratiques nécessite une bonne coordination entre les différents groupes de producteurs (paysan, éleveur,..) dans le temps et dans l'espace.

◆ Proposer des voies d'amélioration mais surtout faciliter leur adoption

En facilitant le dialogue entre les groupes de producteurs aux intérêts divergents, on permettra l'émergence de stratégies individuelles économiquement viables qui doivent être sous-tendues par des règles collectives de gestion des ressources naturelles et des biens communs (point d'eau, magasin, matériel de transport, ...).

Ainsi la mise en oeuvre de ces voies d'amélioration nécessite plusieurs préalables:

- des appuis aux producteurs en terme de formation par le biais de systèmes d'information proches des paysans (radio rurale, affiche, journal,...) et d'animation dans des centres de formation et au niveau des villages et des petites régions (approche "gestion de terroir et développement local")
- une politique de subvention et de crédit pour du matériel, des semences, des clôtures, des produits vétérinaires,....
- un consensus entre les différents groupes de producteurs au sein des terroirs et des petites régions sur des règles simples de circulation du bétail, de contrôle des feux de brousse, de prélèvement des ressources collectives qui risquent de se raréfier (le bois combustible, la vaine pâture, la biomasse des parcours,.....) ;
- une réglementation foncière claire garantissant aux paysans et à leurs descendants de

bénéficier des fruits de leurs investissements;

- un environnement économique favorable à la diversification et à l'intensification des systèmes de production permettant de rentabiliser les investissements consentis par les paysans dans le domaine de la gestion de la fertilité des sols.

◆ Rentabiliser les investissements des paysans et de la collectivité

Outre les problèmes d'appui et de formation des paysans et de coordination entre groupes de producteurs, la mise en oeuvre des diverses voies d'amélioration de la fertilité des sols ne sera effective que si les producteurs en retirent un bénéfice financier à court et moyen terme. Des mécanismes de crédit (voire de subvention) peuvent permettre aux paysans d'attendre deux à trois ans les fruits de leur investissement. Celui-ci n'est pas seulement financier (achat d'intrants et d'équipements); pour le paysan mieux gérer ses parcelles, son troupeau et plus globalement la fertilité du milieu (les terres, les parcours, les parcs arborés...) correspond à un investissement en travail important alors que l'offre en main d'oeuvre est limitée et que le calendrier agricole est déjà bien chargé même en saison sèche (récolte du coton en particulier).

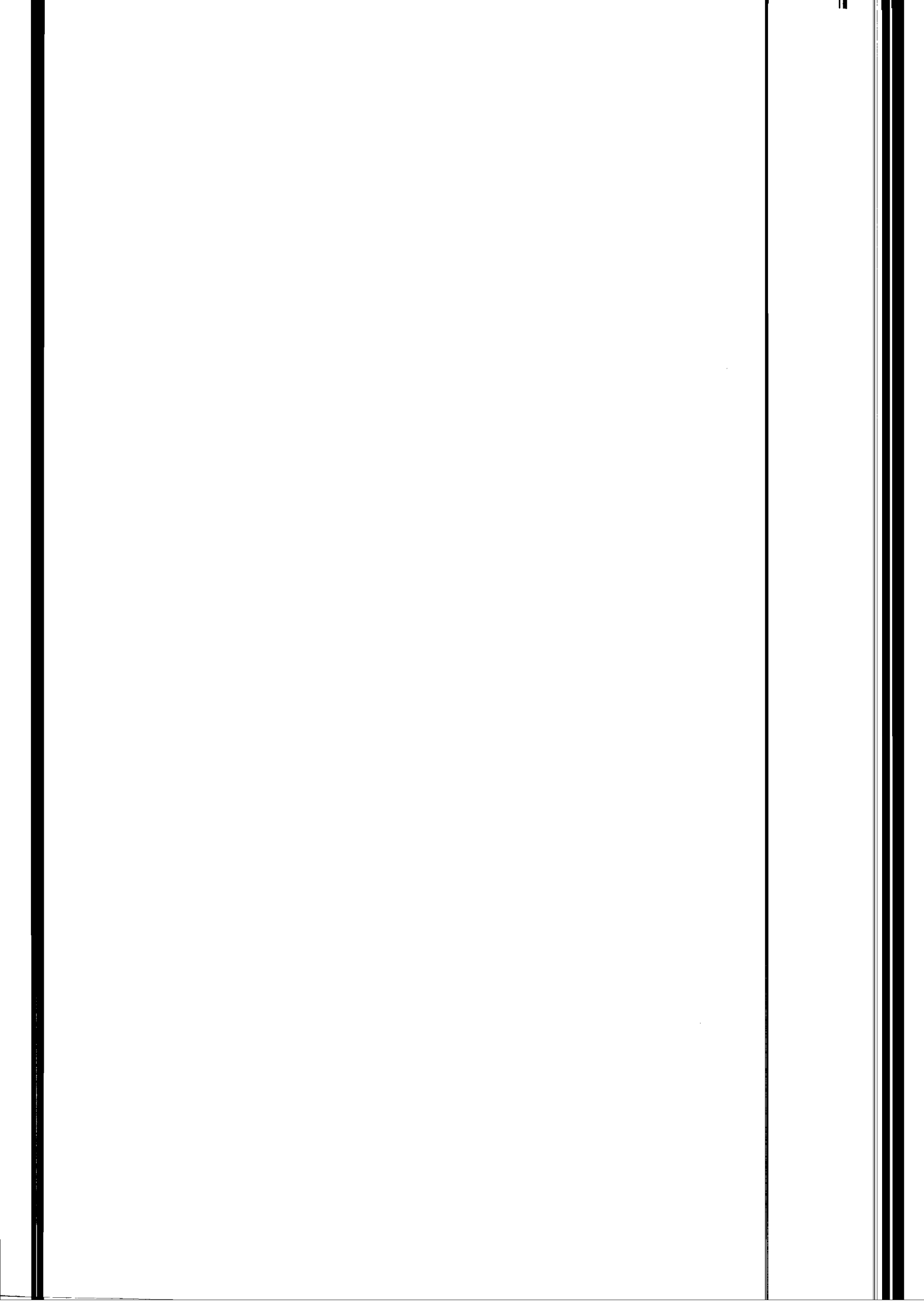
Pour rentabiliser cet investissement monétaire et en travail, les paysans doivent accroître leur productivité et trouver les marchés correspondants à ces surplus de production. A part le coton dont l'achat reste garanti par les sociétés cotonnières, les autres produits sont plus difficilement commercialisables et de nouveaux marchés doivent donc être trouvés. Par ailleurs l'émergence de systèmes fourragers raisonnés par les agro-éleveurs et les éleveurs dépendra en grande partie des prix des produits animaux sur les marchés locaux et régionaux et principalement de celui de la viande. Ces prix vont justifier ou non d'intensifier les systèmes d'élevage, de diversifier les productions animales (lait, viande d'embouche,...). Le Nord Cameroun du fait de son enclavement dispose de peu d'atouts dans ce domaine si ce n'est la proximité des marchés nigériens peu étudiés et connus seulement des commerçants de bétail.

◆ Des pas de temps différents

Les notions de gestion de la fertilité et de durabilité des systèmes de production ne peuvent pas être abordées sans se référer à une échelle de temps. L'activité agricole en zone de savane est organisée par rapport à l'alternance de la saison sèche et de la saison des pluies. Mais la gestion d'un troupeau ou d'une plantation d'arbres se raisonne à plus long terme. Il devrait en être de même pour la gestion de la fertilité des parcelles cultivées et même des zones de parcours. La fertilité d'un espace agraire se construit au fil des années et peut se visualiser au travers de la constitution des paysages : végétation plus florissante dans les zones fumées régulièrement, lignes d'épineux bordant les pistes à bétail, parcs arborés, cordons pierreux, clôtures,

Nos méthodes d'analyse et nos travaux de terrain réalisés durant 2 années successives ont en fait peu pris en compte ces pas de temps différents, notion qui pourrait être intégrée dans des modèles plus complexes à venir. Les pratiques des paysans et des éleveurs vont entraîner au fil des années des phénomènes cumulatifs dont les conséquences peuvent être positives ou négatives pour la durabilité des systèmes de production : accumulation de matière organique dans certaines parcelles et inversement exportations totales de toute la production dans

d'autres, enrichissement des sols en semences de *Striga hermontica*, exportations ou apports d'éléments du sol par l'érosion hydrique,.... L'intervention à moyen terme (5 ans au minimum) et le retour sur des terrains étudiés dans le passé demeurent indispensables si l'on veut analyser avec précision ces problèmes de gestion de la fertilité du milieu et surtout apporter un appui efficace aux producteurs et aux collectivités rurales dans ce domaine.



BIBLIOGRAPHIE

ADAMO D., 1990. Etudes des systèmes de culture en milieu "éleveurs" : cas du territoire de Banf. Mémoire DIAT. Montpellier, CNEARC, CIRAD, INERA, 107 p.

ANGE A., 1991. La fertilité des sols et les stratégies paysannes de mise en valeur des ressources naturelles. Le mil dans les systèmes de cultures du sud du bassin arachidier sénégalais. In : *Savanes d'Afrique, terres fertiles ?* Ed. Focal Coop, Ministère de la Coopération et du Développement (Paris), pp 89-122.

BERGER M, BELEM P.-C., DAKOUA D., HIEN V., 1987. Le maintien de la fertilité des sols dans l'ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. *Coton et fibres tropicales* 42 (3): 201-207.

BERGER M., 1996. L'amélioration de la fumure organique en Afrique soudano-sahélienne. 8 fiches techniques. *Agriculture et Développement* numéro hors série.

BERNARDET P., 1984. Association agriculture élevage en Afrique. Les Peuls semi-transhumants de Côte d'Ivoire. Coll. Alternatives paysannes. L'Harmattan 235 p.

BOSMA R., BENGALY K., TRAORE M., ROELEVÉD A., 1992. L'élevage en voie d'intensification. Synthèse de la recherche sur les ruminants dans les exploitations agricoles mixtes au Mali-Sud. KIT, IER, collection systèmes de production rurale au Mali, volume 3, 202 p.

BOSMA R., KAMARA A., SANOGO B., 1993. Parcs améliorés. Expérience du DRSPR/Sikasso et faisabilité au Mali-Sud. Doc. multigraphié IER. 23 p + annexes.

BOSMA R., BENGALY M., DEFOER T., 1995. Pour un système durable de production au Mali-Sud accroître le rôle des ruminants dans le maintien de la matière organique des sols. In : *Livestock and sustainable nutrient cycling in mixed farming systems of sub-saharan Africa*. Addis Abeba Ethiopie (ILLCA), 22-26 november 1993.

BOUTRAIS J., 1995. Hautes terres d'élevage au Cameroun. 2 vol. Collection Etudes et thèses. Ed: ORSTOM, Paris.

BOUTRAIS J., à paraître. L'agro-élevage des foubè de Ngaoundéré (Adamaoua camerounais). In : *Actes de l'atelier flux de biomasse et gestion de la fertilité*. Cirad, Montpellier 5-6/05/98

BREMAN H., DE RIDDER N., 1991. Manuel sur les pâturages des pays sahéliers. Editions ACCT, CTA, Karthala, Paris. Wageningen. 485 p.

CHABALIER P., 1976. Comparaison de deux méthodes de mesure de la lixiviation en sol ferrallitique. *L'Agronomie Tropicale* 39 (1) : 22-31.

DAMO L.A., 1995. Besoins en bois et gestion de l'arbre dans le terroir villageois de Héri (Nord Cameroun). Mémoire de fin d'études Université de Dschang, Faculté d'agronomie et des sciences agricoles, INDR, 41 p.

DE LESCURE J., 1997. Rôle et utilisation des pailles de céréale dans les exploitations de la région de Konobougou (Mali). Mémoire de fin d'études. EITARC/CNEARC. 96 p.

DJALALAI I., DUGUE P., 1996. Gestion des résidus de récolte et de la fertilité des sols

- cultivés en zone cotonnière du Cameroun. Le cas du village de migrants de Wurdlabo III (Nord Est Bénoué), IRA (Projet Garoua II). 63 p.
- DOUNIAS I., 1998. Modèles d'action et organisation du travail pour la culture cotonnière : cas des exploitations agricoles du bassin de la Bénoué au Nord Cameroun. Thèse INA-PG, Paris. 207 p + annexes.
- DUBERNARD J., 1978. Rôle d'une fumure organique en culture cotonnière intensive sur des sols peu évolués d'apport du Nord-Cameroun. *Coton et Fibres Tropicales*, vol. 33, n. 2, p. 257-262.
- DUGUE P., 1985. L'utilisation des résidus de récolte dans un système agro-pastoral sahélo-soudanien au Yatenga (Burkina Faso). *Cahiers de la Recherche Développement* N° 7, 28-37.
- DUGUE P., 1993. La gestion de la fertilité et l'utilisation des ressources naturelles dans les systèmes agro-pastoraux soudano-sahéliens. Quelques éléments de réflexions à partir des situations du Yatenga (Burkina Faso) et du Sine saloum (Sénégal). In : Cirad, Journée AGER, gestion de la fertilité 1993/01/20, Montpellier, France
- DUGUE P., 1995 a. Amélioration de la production et de l'utilisation de la fumure organique animale en zone cotonnière au Nord-Cameroun. *Agricultural Systems in Africa*, vol. 5, N° 2 : 5-19.
- DUGUE P., 1995 b. Utilisation des légumineuses en vue d'améliorer les productions vivrières et fourragères et d'entretenir la fertilité des sols. Doc. multigraphié IRAD projet Garoua. 63 p.
- DUGUE P., 1996. Le recyclage des résidus de récolte en vue d'accroître l'utilisation de la fumure organique. Le cas du Sine Saloum (Sénégal). Document CIRAD-SAR N°96/96., 28 p.
- DUGUE P., 1996. Résultats des tests fumures organiques sur maïs et sorgho, 1995. Doc. multigraphié DPGT/IRA. Garoua, Cameroun. 41 p.
- DUGUE P., 1997. Considering farmers' technical and economic decision when identifying integrated plant nutrition systems. A case study in the humid savannahs of western Africa. Communication présentée au séminaire international "Integrated plant nutrition system for sustainable development", IFFCO/FAO 1997/11/23-25, New Delhi, Inde.
- DUGUÉ P., OLINA J-P., 1997. Production et utilisation de la fumure organique. Résultats des démonstrations sur maïs et sorgho 1996. Suivi évaluation de la production de fumure organique améliorée. Doc. multigr. IRAD/DPGT, Garoua, Cameroun. 47 p.
- DUGUE P., LE GAL P-Y., LELANDAIS B., PICARD J., PIRAUX M., 1997. Modalités d'intégration de l'agriculture et de l'élevage et impact sur la gestion de la fertilité en zone soudano-sahélienne. Communication présentée au séminaire "gestion de la fertilité des sols dans les systèmes d'exploitation d'Afrique de l'Ouest". Niamey 4-8 mars 1997.
- DUGUE P., 1998. Gestion de la fertilité et stratégies paysannes. Le cas des zones de savanes d'Afrique de l'Ouest et du Centre. *Agriculture et développement*, N° 18, pp 13-20.
- DUGUE P., 1998. Les transferts de fertilité dus à l'élevage en zone de savane. *Agriculture et développement*, N° 18, pp 99-107.
- DUGUE P., NGAMINE J., 1998. - (en collaboration avec J.Ngamine). Contribution de la recherche-système à l'amélioration de la gestion de la fertilité du sol. le cas de la zone soudanienne

du Tchad et du Cameroun. Communication présentée au 1^o symposium international de l'Association ouest et centre africaine de recherche sur les systèmes de production et la gestion des ressources naturelles (AOCA/RSP-GRN). Bamako 21-25/09/98.

DUGUE P., OLINA J-P, 1999. Utilisation des légumineuses pour l'amélioration des jachères de courte durée et la production du fourrage au Nord-Cameroun. Séminaire internationale sur "la jachère en Afrique tropicale", Dakar 13-16 avril 1999.

DUGUE (Editeur), à paraître. Actes de l'atelier "flux de biomasse et gestion de la fertilité du sol à l'échelle du terroir". Collection colloques Cirad.

FAILL A., FAYE A., 1992. Les étables fumières : une voie pour l'intensification de l'élevage bovin trypanotolérant au sud du Sénégal. Doc. multigraphié ISRA Kolda.

GANNY F., 1991. Valorisation des résidus organiques à la ferme et maintien de la fertilité du sol. Un itinéraire technique progressif appliqué à la culture du maïs au Sud-Sénégal. In : *Savanes d'Afrique, terres fertiles ?* Ed. Focal Coop, Ministère de la Coopération et du Développement (Paris), pp 317-331.

GARIN P., FAYE A., LERICOLLAIS A., SISSOKHO M., 1990. Evolution du rôle du bétail dans la gestion de la fertilité des terroirs sereer au Sénégal. Cahiers de la recherche-développement N° 26, pp 65-84.

GIGOU J; 1982. Dynamique de l'azote minéral en sol nu ou cultivé de région tropicale sèche du Nord-Cameroun. Thèse de docteur-ingénieur. Université des sciences et techniques du Languedoc, Montpellier, 130 p. + annexes.

GIRAUDY F., 1993. La culture du coton et l'utilisation des intrants sur les céréales dans la zone Mali-Sud. Document multigraphié, Cellule suivi-évaluation CMDT (Bamako), 18 p.

GUILLOMNEAU A., 1988. Les parcs de nuit et l'utilisation des déjections animales dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Note technique DCV-IDESSA N°42, IDESSA, Bouaké. 26 p.

HAMON R., 1972. L'habitat des animaux et la production d'un fumier de qualité en zone tropicale sèche. L'agronomie tropicale XXVII, N°5, : 592-607.

HOEFSLOOT H., VAN DER POL F., ROELEVELD L., 1993. Jachères améliorées. Options pour le développement de production en Afrique de l'Ouest. Bulletin 333 KIT, développement Agricole, Amsterdam, 85 p.

HOFFMANN G., 1994. Contribution à l'étude des phanérogames parasites de Burkina Faso et du Mali : quelques aspects de leur écologie, biologie et techniques de lutte. Thèse université Aix-marseille III, 177 p.

LANDAIS E., LHOSTE P., GUERIN H., 1991. Systèmes d'élevage et transferts de fertilité. *Savanes d'Afrique, terres fertiles?* Ed. Focal Coop, Ministère de la Coopération et du Développement (Paris), pp 219-270.

LELANDAIS B, 1996. Gestion des systèmes fourragers et utilisation de la traction animale en zone cotonnière du Nord-Cameroun. Mémoire de fin d'études. ESAT/CNEARC. 56 p.

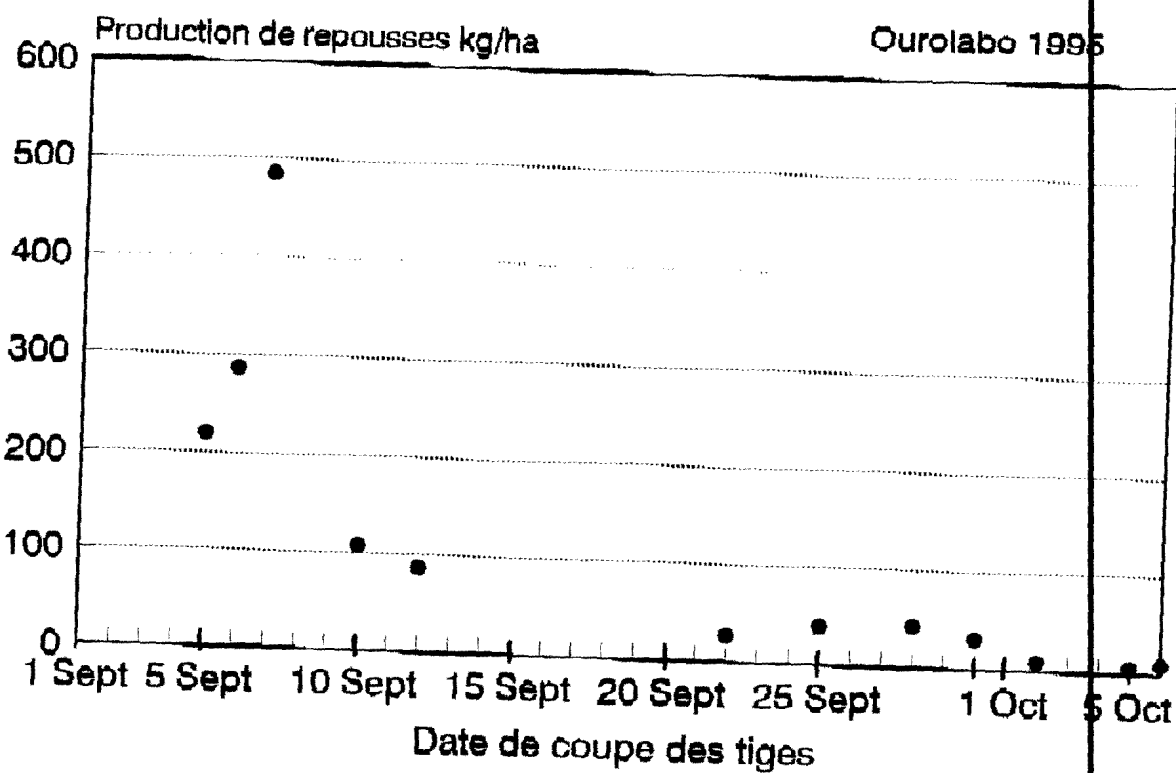
LHOSTE P., 1987. L'association agriculture-élevage. Evolution du système agro-pastoral au Sine Saloum (Sénégal). Etudes et synthèses de l'IEMVT N° 21, Maisons Alfort.

- LOUPPE D., 1991. *Guiera senegalensis* espèce agroforestière? *Revue Bois et Forêts de tropiques* N° 22, 2° trim. 199, p 41-47
- MARTIN J., DEGUINE J-P., 1996. Pour une gestion raisonnée des résidus de cotonniers au Cameroun. *Agriculture et développement*. 1996/03, N°9, p 41-46.
- PELISSIER P., 1996. Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Saint Yrieix : Imprimerie Fabrègue, 940 p.
- PICARD J., 1996. Rapport d'avancement de thèse. Relations agriculture élevage et gestion de l'espace dans deux terroirs du Nord Cameroun. CIRAD-SAR. 22 p + cartes.
- PICARD J., 1999. Espaces et pratiques paysannes. Les relations élevage-agriculture dans deux terroirs cotonniers du Nord Cameroun. Thèse de géographie, Paris X-Nanterre.
- PICHOT J., SEDOGO M.P., POULAIN J-F, ARRIVETS J., 1981. Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical sous l'influence de fumures minérales et organiques. *L'Agron. Trop.*, 36(2) : 122-133.
- PIERI C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Paris, Ministère de la Coopération et du Développement, CIRAD, 444p.
- POL (Van der) F., 1991. L'épuisement des terres, une source de revenus pour les paysans du Mali-Sud. In: *Savanes d'Afrique, terres fertiles ?* Ed. Focal Coop, Ministère de la Coopération et du Développement (Paris), pp 403-418.
- REISS D., PICARD J., DJOUMESSI M., MOUSSA C., KENIKOU C., ONANA J., 1997. Trois situations d'usage des ressources pastorales en zone soudano-sahélienne. In : *Agricultures des savanes du Nord-Cameroun*. Collection colloques du CIRAD, : 211-225.
- RIDDER N. De, KEULEN H., Van, 1990. Some aspects of the role of organic matter in sustainable intensified arable farming systems in the West-African semi-arid tropics. *Fertilizer resaerch* 26 : 299-310.
- SEDOGO M.P., 1981. Contribution à la valorisation des résidus cultureux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride (matière organique du sol et nutrition azotée des cultures). Thèse Docteur Ingénieur INPL, Nancy, 198 p.
- SILVESTRE A., 1994. La diffusion du maïs au Nord-Cameroun : dynamique de l'innovation et culture technique locale. Thèse de doctorat en géographie, Université de Paris X, France.
- TCHAKERIAN, 1979. Relations agriculture élevage : les parçages de saison sèche dans l'Unité expérimentale de Thyse Kaymor. Doc. Multigr. ISRA Bambey, 19 p.
- TERSIGUEL P., 1995. Le pari du tracteur. La modernisation de l'agriculture cotonnière au Burkina Faso. Collection à travers champs. Editions ORSTOM, Paris, 280 p.
- VAN DER POL F., 1991. L'épuisement des terres, une source de revenus pour les paysans du Mali-Sud. In: *Savanes d'Afrique, terres fertiles ?* Ed. Focal Coop, Ministère de la Coopération et du Développement (Paris), pp 403-418.

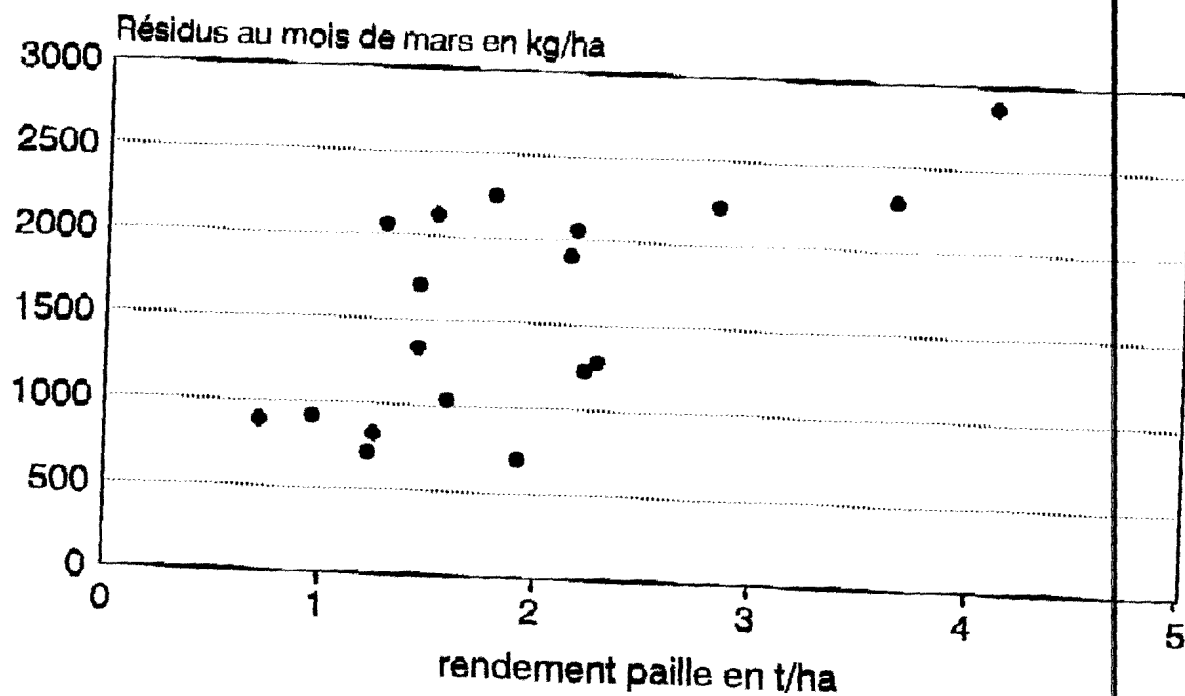
WETSELAAR R., JAKOBSEN P., CHAPLIN G.R., 1973. Nitrogen balance in crop systems in tropical Australia. Soil biology biochemistry tome 5, pp 35-40.

WETSELAAR R., GANRY F., 1982. Nitrogen balance in tropical agrosystems. *In* : Microbiology of tropical soils and plant productivity. The Hague, M. Nijhoff and W.Junk. P 1-36 (Developpments in plant and soil sciences, vol 5.).

Annexe 1 : Relation entre la date de coupe des tiges de sorgho et la production de repousses

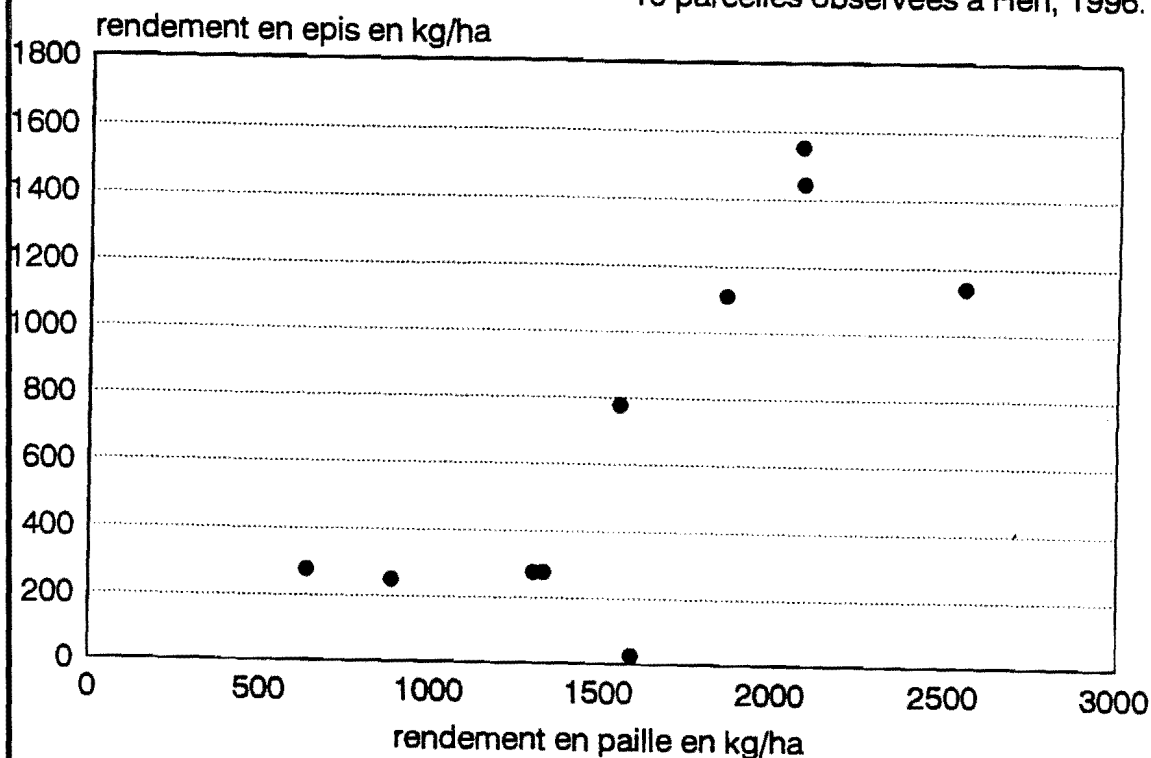


Annexe 2: Relation entre le rendement en paille de maïs et la quantité résiduelle de paille en fin mars, Ourolabo 1995/96



annexe 3 : relation entre le rendement en épis et le rendement en paille de sorgho koïdawa

10 parcelles observées à Héri, 1996.



Annexe 4 : Fréquence des arbres et arbustes dans les parcelles cultivées

	Héri	Ourolabo
Arbres	Anogeissus leiocarpus 40%	Daniellia oliveri 30%
	Ficus sp. 17%	Butyrospermum parkii 30%
	Balanites aegyptica 11%	Combretum sp. 17%
	Tamarindus indica 10%	"moui" 7%
	Acacia radiana 5%	Khaya senegalensis 3%
	Butyrospermum parkii 5%	Tamarindus indica 3%
	Khaya senegalensis 5%	
	Adansonia digita 5%	
	Acacia seyal 5%	
	Faidherbia albida 2%	
Arbustes	Ziziphus mauritiana 40%	Combretum sp. 62%
	Piliostigma sreticulatum 23%	Annona senegalensis 25%
	Combretum sp 23%	Piliostigma sp. 13%
	Acacia radiana 14%	

Annexe 5 : Comparaison des rendements moyens* 1995 et des rendements obtenus sur les traitements "techniques paysannes" des tests IRAD/Projet Garoua II 1994 et 1995

HERI		
culture principale	rendement moyen 95	rendement des tests
sorgho	1497	test fumure organique 1994, témoin sans fumure : 1312 test fumure organique 1995, témoin sans fumure : 1704 test avec niébé 1994, témoin : 1631 test avec niébé 1995, témoin : 1459
maïs	2204	test fumure organique 1994, témoin engrais paysan : 1856 test fumure organique 1995, témoin engrais paysan : 3151 test avec niébé 1994, témoin sans niébé : 1822 test avec niébé 1995, témoin sans niébé : 2218
arachide (gousse)	1284	test variétal 1995, variété du paysan : 1805 test traitement semences, tr. paysan : 1642
cotonnier	1242 parcelle chefs d'exploitation : 1359	pas de test statistique Sodecoton 1995 : 1961

OUROLABO		
culture principale	rendement moyen 95	rendement des tests et statistiques Sodecoton
sorgho	1151	test avec niébé 1994, témoin : 1305
maïs	1224	test fumure organique 1994, témoin engrais paysan : 1340 test fumure organique 1995, témoin engrais paysan : 1955 test avec niébé 1994, témoin sans niébé : 1304
arachide	1368	test variétal 1995, variété du paysan : 1805 test traitement semences, tr. paysan : 1821 date de semis 1995, date du paysan : 1642
cotonnier	982 parcelle chefs d'exploitation : 1099	test implantation 1994, labour paysan : 1757 test implantation 1995, labour paysan : 1194 statistique Sodecoton 1995 : 1346

* rendements retenus pour le calcul des bilans minéraux

Annexe 6 : Bilan minéral apparent par culture

a) Sole cotonnière (année 1995)

Quantités d'éléments minéraux en kg/ha

	HERI			OUROLABO		
rendement coton graine	1360 kg/ha			1100 kg/ha		
	N	P	K	N	P	K
Exportations						
- récolte	24,5	11,1	12,5	20	9	10
- résidus consommés par le bétail	4	0,4	3	2	0,2	1,5
- pertes par brûlis	25	-	-	19	-	-
Total des exportations	53,5	11,5	15,5	41	9,2	11,5
Apports						
- pluie	4	2	3	4	2	3
- fertilisation (engrais)	33	18	14	31	17,5	13
- divers (fèces, arbustes,...)	2	0,8	4	2	0,8	4
Total des apports	39	20,8	21	37	20,3	20
Bilan apparent Kg/ha	- 14,5	+9,3	+7,5	-4	+11,1	+8,5

b) Sole de maïs (année 1995)

Quantités d'éléments minéraux en kg/ha

	HERI			OUROLABO		
Rendement maïs grain	2200 kg/ha			1350 kg/ha		
	N	P	K	N	P	K
Exportations						
- récolte	39,6	13,2	13,2	24,3	8,1	8,1
- résidus consommés par le bétail	14	3,6	27,1	12,2	3,2	23,6
- pertes par brûlis	1,8	-	-	3	-	-
Total des exportations	55,4	16,8	40,3	39,5	11,3	31,7
Apports						
- pluie	4	2	3	4	2	3
- fertilisation (engrais)	26	9	7	34	16	12
- divers (fèces, arbustes,...)	2,2	0,5	3,5	4,8	0,5	3,6
Total des apports	32,2	11,5	13,5	42,8	18,5	18,6
Bilan apparent Kg/ha	-23,2	- 5,3	-26,8	+3,3	+7,2	-13,1

c) Sole de sorgho (année 1995)

Quantités d'éléments minéraux en kg/ha

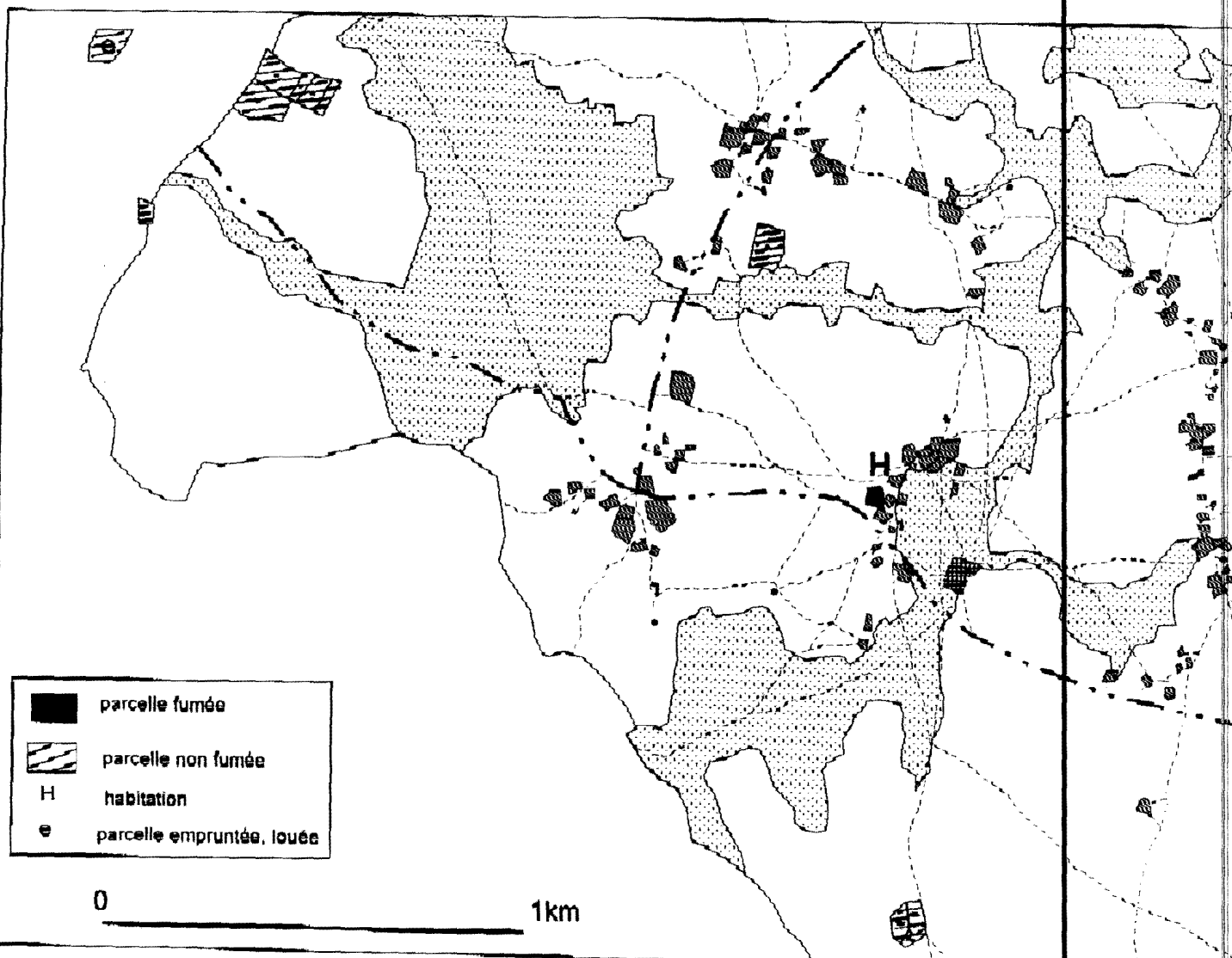
rendement sorgho grain	HERI			OUROLABO		
	1500 kg/ha			1150 kg/ha		
	N	P	K	N	P	K
Exportations						
- récolte	22,5	10,5	7,5	17,2	8	5,7
- résidus consommés par le bétail	6,1	2,5	13,3	7,3	3	16,1
- repousses consommées						
- pertes par brûlis	1,4	0,1	0,7	0,7	0,05	0,35
	4,4	-	-	4,1	-	-
Total des exportations	34,4	13,1	21,5	29,3	11,05	22,15
Apports						
- pluie	4	2	3	4	2	3
- fertilisation (engrais)	8	0	0	0	0	0
- divers (fèces, arbustes,...)	1,4	1	3,9	2,6	0,5	2,4
Total des apports	13,4	3	6,9	6,6	2,5	5,4
Bilan apparent Kg/ha	-2,1	-10,1	-14,6	-22,7	-8,55	-16,75

d) Sole d'arachide (année 1995)

Quantités d'éléments minéraux en kg/ha

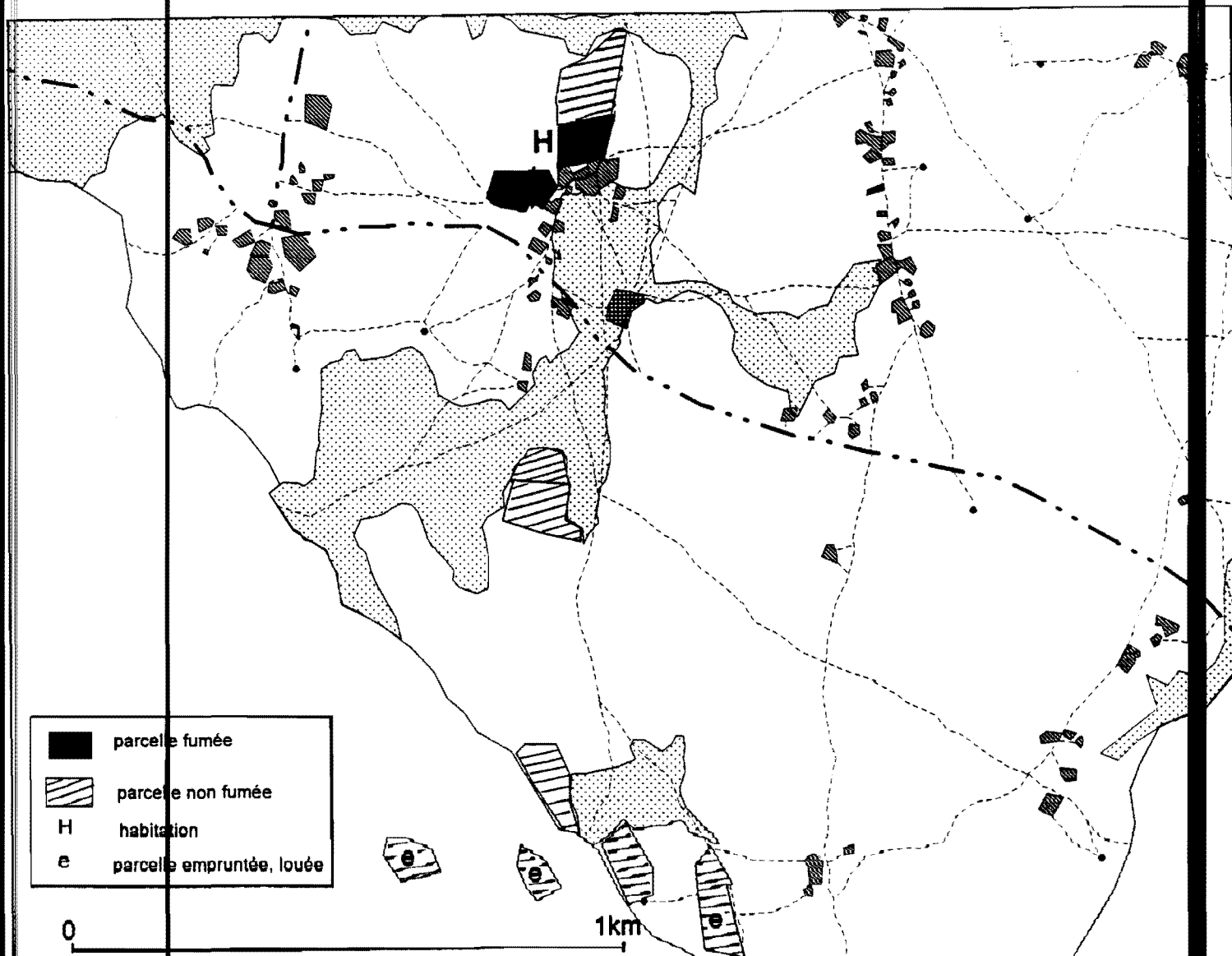
rendement en gousses	HERI			OUROLABO		
	1280 kg/ha			1360 kg/ha		
	N	P	K	N	P	K
Exportations						
- récolte gousse arachide	41	9	10	43,5	9,5	10,9
- récolte sorgho associé	3,7	1,7	1,2	2,5	1,2	0,8
- fanes consommées par le bétail	10,7	1,6	7,1	11,6	1,7	7,7
- pailles sorgho + adventices consommées	2,9	1,2	6,3	2,9	1,2	6,3
- pertes par brûlis	-	-	-	-	-	-
Total des exportations	58,3	13,5	24,6	60,5	13,6	25,7
Apports						
- pluie	4	2	3	4	2	3
- fertilisation (engrais)	0	0	0	0	0	0
- divers (fèces, arbustes,...)	1,6	1,1	4,2	3,7	1,2	4,2
- fixation symbiotique	60			70		
Total des apports	65,6	3,1	7,2	77,7	3,2	7,2
Bilan apparent Kg/ha	+7,3	-10,4	-17,4	+17,2	-10,4	-18,5



ANNEXE 8 : Etude de cas N°1 A.M., Héri 1996.



Surface cultivée : 2,7 ha 0,9 ha/actif	Assolement	Mode de faire valoir	Type de parcelle
	coton 54% céréales 23% arachide 23%	propriété 89% location 11%	chef d'E.A : 1,98 ha femme : 0,55 ha fils: 0,14 ha
Cheptel	2 bovins de trait 5 petits ruminants		
	2,5 Total UBT		0,92 UBT/ha cultivé
Fumure organique	utilisation		production potentielle
	250 kg, une seule parcelle de case de maïs, environ 80 % de perte		1,2 à 1,7 t
stocks fourragers	fane arachide et niébé 59 kg repousses sorgho 52 kg Total 111 kg soit 55 kg par bovin		
achats de tourteau	120 kg soit 60 kg par bovin		

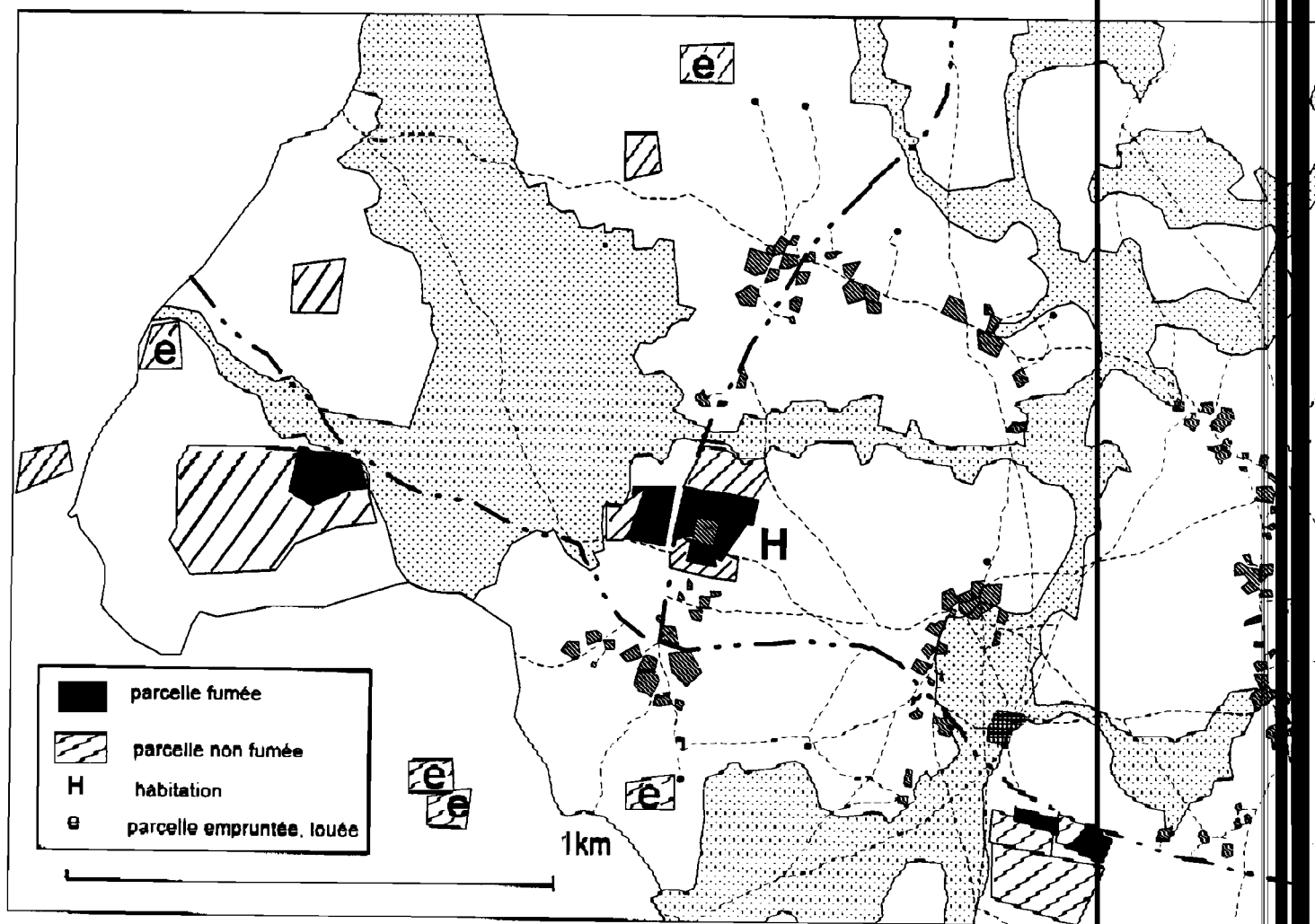
Annexe 8 : Etude de cas N°2 NGA., Héri 1996



	parcelle fumée
	parcelle non fumée
H	habitation
e	parcelle empruntée, louée

Surface cultivée : 7,25 ha 0,66 ha/actif	Assolement	Mode de faire valoir	Type de parcelle
	coton 41% céréales 24% arachide 35%	propriété 63% location 27%	chef d'E.A. 3,01 ha femmes 2,43 ha fils 1,80 ha
Cheptel	14 bovins dont 4 de trait 25 petits ruminants		
	Total 14,5 UBT		2 UBT/ha cultivé
Fumure organique	utilisation		production
	7,6 t 3 parcelles à coté de la concession, coton, maïs et sorgho moins de 15 % de perte		de 8 à 10 t/an
stocks fourragers	mucuna + maïs 228 kg, repousses sorgho 85 kg Total 22 kg par bovin		
achats de tourteau	300 kg soit 22 kg/bovin		

Annexe 8 : Etude de cas N°3 A.D., Héri 1996



Surface cultivée : 10,9 ha	Assolement	mode de faire valoir	Type de parcelle
1 ha/actif	coton 55% céréales 26% arachide 19%	propriété : 78% location : 22%	du chef d'E.A : 9,2 ha femmes : 1,35 ha fils : 0,37 ha
Cheptel	12 bovins dont 8 de trait 35 petits ruminants (plus 11 porcs)		
	Total : 14,7 UBT		1,34 UBT/ha cultivé
Fumure organique	utilisation	production	
	8,75 t, sur 5 parcelles (deux en coton, 3 en sorgho), pertes négligeables moins de 5%		8 à 11 t
stocks fourragers	fanés niébé : 142 kg, repousses sorgho : 276 kg, paille koidawa : 89 kg, mucuna + paille maïs : 383 kg Total 890 kg soit 74 kg/bovin		
achats de tourteau	600 kg soit 50 kg/bovin		

LA GOUTTE D'ENCRE

**53 place Thermidor
Le Parvis des Facultés
34000 MONTPELLIER
FRANCE
Tél : 04-67-65-30-96**

LA GOUTTE D'ENCRE

**53 place Thermidor
Le Parvis des Facultés
34000 MONTPELLIER
FRANCE
Tél : 04-67-65-30-96**