

Rôle de l'élevage dans la dynamique de la matière organique à l'échelle d'un terroir agro-pastoral de Haute-Casamance

Raphaël Manlay*, Alexandre Ickowicz**

En raison de ses rôles structuraux, énergétiques et de transport minéral, la matière organique conditionne largement, par sa dynamique, la productivité, mais aussi la viabilité des écosystèmes et cette prévalence est particulièrement forte dans les espaces ruraux traditionnels africains (Woomer *et al.*, 1998). Lorsque les écosystèmes sont exploités par l'homme, comme dans le cas des agro-systèmes, le carbone peut être appréhendé comme une ressource, car la matière organique est à la fois une richesse et un moyen de production de cette richesse. En Afrique de l'ouest, le recyclage de la matière organique produite *in situ* conditionne fortement la fertilité biologique, physique et chimique des sols.

Le maintien d'un élevage domestique, en expansion en zone soudanienne, est lui-même conditionné par la disponibilité en matière organique (fourrage). Les animaux jouent un rôle essentiel dans la viabilité du système agraire : avec et grâce à la jachère, la fumure animale assure le maintien de la fertilité des terroirs. Cette pratique de la fumure, quoique pouvant prendre localement des formes particulières, revêt des modalités assez stables dans les savanes d'Afrique de l'Ouest (Landais & Lhoste, 1993 ; Powell & Williams, 1994). L'organisation concentrique des terroirs de la zone, décrite par de nombreux auteurs, est liée à cette pratique (Pélissier, 1966 ; Prudencio, 1993). En Haute-Casamance, au sud du Sénégal, cette organisation permet d'identifier plusieurs unités auréolaires de gestion de l'espace :

- les *bambés* (assimilables à l'*ager*). Cette première couronne ceinturant le village a un rôle de sécurisation alimentaire et est cultivée tous les ans en céréales. En plus d'apports variables d'ordures, ces parcelles bénéficient d'une fumure par parcage nocturne et par divagation, inégale suivant la disponibilité en animaux de la concession ;

- les *kénés*. Cette deuxième auréole, plus lointaine, regroupe des champs dits « de brousse », dans lesquels la fumure n'est pas systématique et qui connaissent occasionnellement la jachère. Les cultures sont commerciales, accessoirement vivrières ;

- les *soyndés*. Cette troisième ceinture, la plus éloignée, rassemble aussi des champs de brousse ; elle est rarement fumée par les animaux en saison sèche ; en revanche, le recours à la jachère courte ou longue est fréquent.

- enfin, lorsqu'elle existe encore, une zone de savane et de forêt servant de parcours pour les animaux durant l'hivernage et de réserve foncière et de bois, clôt le terroir.

Cette symétrie axiale peut être localement perturbée par la géomorphologie et l'hydrographie ; dans cette étude par exemple, le terroir comprend en bas de pente une bande de palmeraie et une rizière.

* Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts (Engref), 648, rue J.-F.-Breton, B.P. 5093, Montpellier cedex 1 (France).

** Cirad-E.M.V.T.-Isra-L.N.E.R.V., B.P. 2057, Dakar (Sénégal).

Le mode de conduite des troupeaux est saisonnier. Lorsque l'auréole des champs de case et des champs de brousse est à nouveau accessible après les récoltes, la vaine pâture est généralement de mise et les animaux divaguent, d'abord sur les résidus de culture, plus tard vers les jachères périphériques (Richard *et al.*, 1991). La nuit, les animaux sont parqués près du village et y fument les parcelles qui seront dédiées aux céréales l'année suivante.

Si le rôle des bovins dans les transferts de fertilité à l'échelle du terroir est largement reconnu (Fernandez-Rivera *et al.*, 1994 ; Buerkert & Hiernaux, 1998), les efforts de quantification et de spatialisation des flux de biomasse engendrés par les animaux sont plus rares (Murwira *et al.*, 1994 ; Hiernaux *et al.*, 1997).

L'étude qui suit vise à définir, sur un terroir agro-pastoral du Sud-Sénégal, l'origine et le devenir des flux de matière organique d'origine animale, à les quantifier, et enfin à évaluer leur impact sur la production des agrosystèmes céréaliers auxquels ils bénéficient.

Matériel et méthodes

Présentation du milieu

Le terroir d'étude est situé dans la région de Kolda, dans l'unité géographique de Haute-Casamance (12°49' Nord ; 14°53' Ouest). Le climat est de type tropical sec à saisons contrastées : la pluviométrie annuelle moyenne est de 960 mm, répartie de mai à octobre et la température de 28° C (moyennes de 1978 à 1997).

Les reliefs doux définissent dans la région une toposéquence dont la succession la plus classique est un plateau de faible altitude à sols ferrugineux tropicaux lessivés sableux, occupé par une forêt tropicale sèche constituée d'une mosaïque de formations de savane boisée, de forêt claire, de jachères et de cultures. Un glacis à sols rouges à jaune sableux, abritant l'essentiel des cultures, relie le plateau à un bas fond à sol hydromorphe argileux hébergeant une palmeraie et, lorsque la vallée est suffisamment large, une rizière (Baldensperger *et al.*, 1967).

Le terroir, peuplé d'agropasteurs peuls sédentarisés, est organisé de façon pseudo concentrique. Il associe une agriculture mixte de céréales en cultures pluviales (mil, maïs, sorgho) et inondées (riz) et de cultures de rente (arachide et, dans une moindre mesure, coton) à un élevage pastoral sédentaire. Le peuplement, encore faible (20 habitants.km⁻²), donne à la zone l'aspect d'un front pionnier. En 1997, le village comptait 180 habitants âgés de 10 ans et plus, gérant 390 unités de bétail tropical (U.B.T., soit 250 kg de poids vif), soit un peu plus de 2 unités de bétail tropical par habitant. L'élevage est constitué de petits ruminants (environ 10 p. cent des U.B.T.), mais surtout de taurins *Bos taurus* de race *Ndama*, trypanotolérants, aux performances zootechniques moyennes (Coulomb, 1976). Les cultures s'étendent sur une centaine d'hectares, et définissent avec les jachères un espace total approprié de deux cents hectares (hors palmeraie et rizière).

Cartographie du terroir

La caractérisation spatiale du terroir s'est faite par photo-interprétation au 1 : 12 000 de la petite région, permettant de définir les unités physionomiques de végétation (savanes herbacées, arbustives et boisée, forêt, cultures, palmeraie et rizière), et par cartographie foncière de terrain, sur la zone des cultures et des jachères de moins de quinze ans appropriées par le village. La gestion de ces données a été réalisée sur système d'information géographique (S.I.G. ; logiciel Atlas-G.I.S.).

Cartographie des déplacements d'animaux et détermination des fréquentations

Parmi les dix troupeaux du village, trois ont été suivis tous les dix jours pendant une journée dans leur divagation durant la saison sèche 1995-1996. Ils représentent 153 unités de bétail tropical, soit quarante pour cent de l'effectif du village (Ickowicz *et al.*, 1998 pour le détail du protocole). Les temps de présence sur chaque unité d'occupation du sol définie lors de la double cartographie ont été calculés par analyse des parcours par rapport aux cartes d'occupation de l'espace (utilisation S.I.G.). La divagation durant la saison sèche 1995-1996 a été considérée comme représentative de celle, non observée, de la saison sèche 1996-1997.

Estimation des prélèvements de biomasse et de la production fécale par les troupeaux

La détermination de l'ingestion et de l'excrétion fécale a été exposée dans les travaux de Ickowicz *et al.* (1998). L'effectif et le poids des animaux a été suivi tous les mois. La connaissance de la structure d'âge du troupeau, de la relation entre âge et poids de l'animal ont permis l'estimation mensuelle du poids vif (P.V.) et du poids métabolique ($P.M. = PV^{0.75}$) de chaque troupeau, puis de leur ingestion et de leur excrétion.

Localisation et impact du parcage nocturne sur la productivité de la parcelle

Le calendrier de parcage et les effectifs animaux ont été relevés sur chaque parcelle. Durant la campagne 1997, les rendements des cultures ont été estimés par pesée lors de la récolte par le paysan. Le mil est la principale céréale cultivée sur le terroir.

Les résultats sont exprimés en matière organique c'est-à-dire en matière sèche hors cendres.

Résultats

Caractéristiques métaboliques des animaux

Les fluctuations saisonnières relativement limitées du poids des adultes (12 % entre janvier et juin) s'expriment modestement dans les variations du poids total des troupeaux. Le nombre moyen d'animaux est de 415 UBT, avec de forts contrastes entre concessions (moyenne : 23 UBT ; coefficient de variation = 75 %).

Rappelons que les travaux de Ickowicz *et al.* (1998) indiquent des variations saisonnières quantitatives importantes de l'ingestion de l'animal ($46 \text{ à } 103 \text{ g.kg PM}^{-1}.\text{j}^{-1}$) et de sa production fécale ($19 \text{ à } 48 \text{ g.kg PM}^{-1}.\text{j}^{-1}$), que les consommations et production fécales maximales ont lieu en début de saison sèche - les plus faibles en fin de saison des pluies - et que l'excrétion fécale est relativement bien répartie entre nuit (53 p. cent) et jour (47 p. cent).

Bilan de parcage

Le parcage est généralement bien localisé en proximité des concessions ; moins intense et plus rare en périphérie de terroir (Figure 1). Les disparités sont fortes entre *bambés* voisins. Cette disparité s'exprime pleinement entre concessions et selon la culture menée à la suite du parcage (Tableau 1). Les céréales bénéficient de quatre-vingt-quinze pour cent de la fumure. Rapporté à la surface, le maïs, cultivé seul ou associé au mil, bénéficie de la plus forte fumure ($3,0 \text{ t.ha}^{-1}$, soit deux fois plus que le mil et le sorgho). Les contrastes entre utilisateurs de parcelles sont forts ($0 \text{ à } 8,6 \text{ t.ha}^{-1}$ sur le mil-maïs). La jachère est très peu parquée.

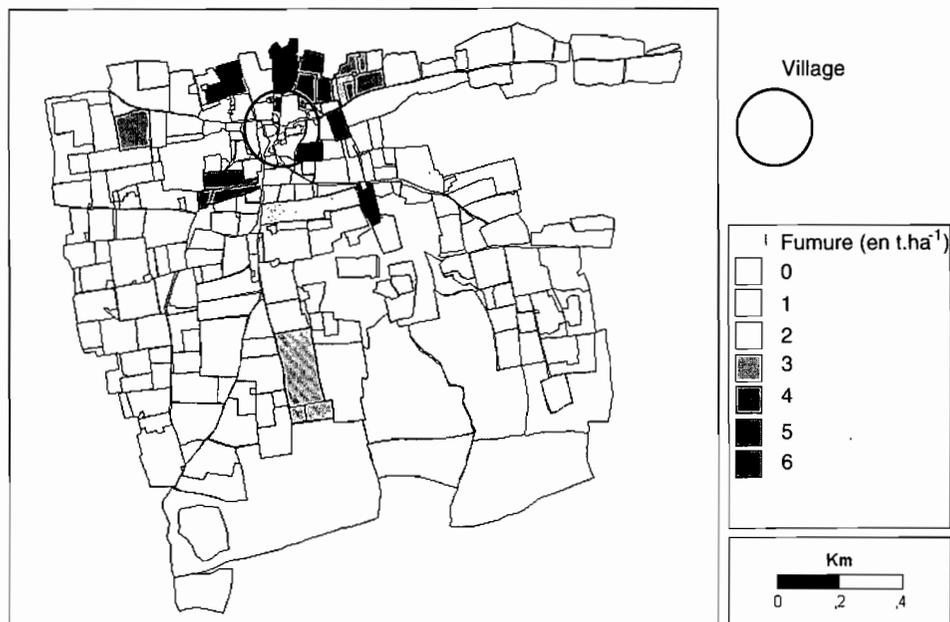


Figure 1. Parcage nocturne durant la saison sèche 1996-1997 : apports de matière organique fécale sur le parcellaire 1997.

Tableau I. Pratique du parcage de saison sèche : bilan par concession et pour le village des apports de matière organique fécale (novembre 1996-juin 1997).

Culture	Mil-mais	Mais	Mil	Sorgho	Coton	Arachide	Jachère	Total
<i>Surface (en ha)</i>								
Village	6,0	3,2	30,3	4,7	8,7	35,6	113,5	202,0
<i>Apport de fumure par parcage (en t)</i>								
Village	18,7	9,7	50,7	6,6	2,0	0,8	1,0	89,5
(en %)	(20,9)	(10,8)	(56,7)	(7,3)	(2,2)	(0,9)	(1,1)	(100)
<i>Densité d'apports de fumure par parcage (en t.ha⁻¹)</i>								
Village	3,12	3,03	1,68	1,39	0,23	0,02	0,01	0,44
Moyenne des concessions	2,98	1,93	1,16	0,81	0,16	0,01	0,01	0,69
Erreur-type	0,98	0,92	0,33	0,40	0,11	0,01		0,18
n	12	6	18	14	11	16	1	19

La liaison entre l'intensité de parcage (quantité de matière organique apportée à l'hectare) et le rendement du mil est illustrée sur la figure 2. Parce que les pratiques de gestion de la fertilité changent suivant la distance au village, les corrélations ont été établies en distinguant les parcelles suivant la typologie paysanne. Dans les *bambés*, la liaison entre intensité de parcage et rendement est assez bonne et significative; dans les *kénés*, le rendement est très significativement lié à la fumure qui précède la culture de mil et la réponse de la culture est meilleure que dans les *bambés* (pente : 0,26 t(grain).t(fèces)⁻¹). En revanche, rendement et fumure ne sont pas corrélés dans les *soyndsés*.

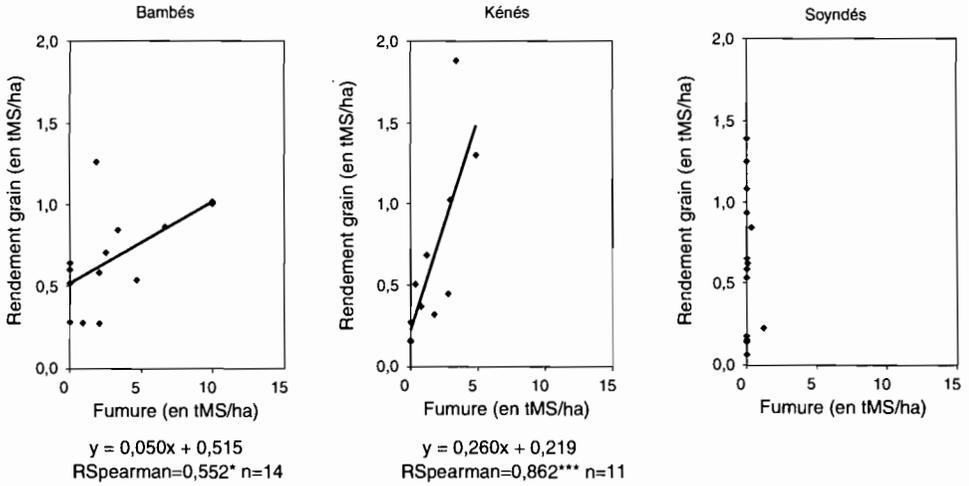


Figure 2. Relations entre fumure et rendement du mil selon la typologie paysanne. Résultats du test $\{H_0 : \text{RSpearman} = 0\}$: * $p < 5\%$; *** $p < 0,1\%$.

Bilan de la divagation sur la zone de culture

Les zones les plus prospectées sur le parcellaire sont proches du village (Figure 3). Le tableau II montre que la divagation des animaux est en partie liée au statut foncier des parcelles : les animaux fréquentent plus volontiers les parcelles de leur propriétaire lorsque l'effectif du troupeau est faible.

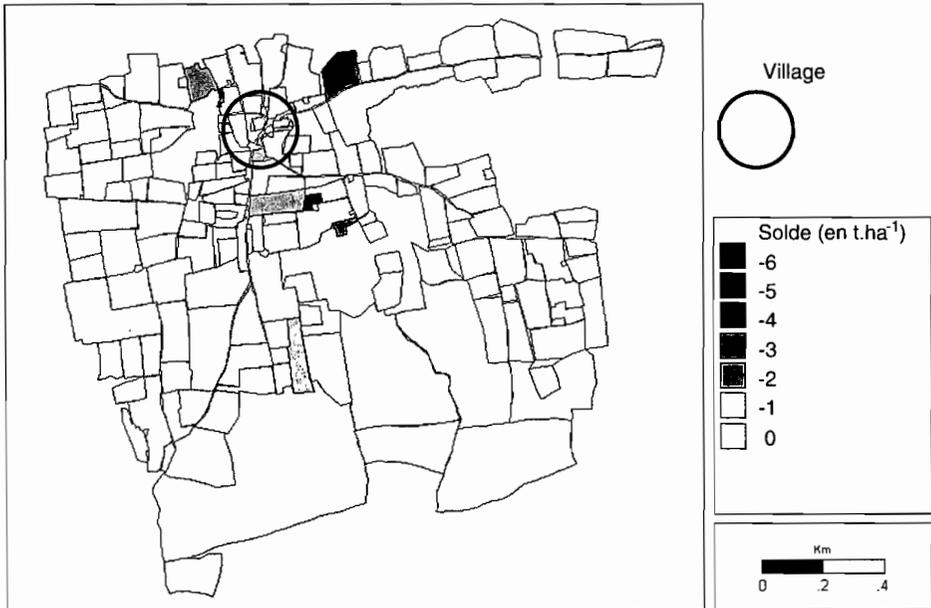


Figure 3. Divagation des bovins durant la saison sèche 1995-1996 : solde de matière organique (importations par déjection moins exportations par ingestion) par rapport au parcellaire 1995.

Tableau II. Divagation de saison sèche de trois troupeaux : relation entre propriété du troupeau et propriété des parcelles parcourues (novembre 1995-juin 1996). Rapport du temps passé sur l'ensemble des parcelles d'un propriétaire à la surface de ces parcelles, et relations avec les caractéristiques des concessions des trois troupeaux.

Comportement lors de la divagation		Propriétaire du troupeau		
		Diao Samba	Balde Mamadou	Balde Mamadou
Temps passé (en j.ha ⁻¹) sur l'ensemble des parcelles				
- du village		0,52	0,40	0,45
- du propriétaire des animaux		2,58	1,28	0,76
- des concessions (n=17)	Moyenne	0,98	0,57	0,72
	Erreur-type	0,27	0,17	0,14
Rang du propriétaire du troupeau*		2/17	2/17	8/17
Superficie possédée (en ha)	(1)	6,6	19,0	14,4
Effectif de bovins possédés (en UBT)	(2)	21,5	40,6	91,2
Superficie possédée par bovin (en ha.UBT ⁻¹)		(1)/(2)	0,31	0,47

* Classement des parcelles du propriétaire par rapport à celles des autres concessions en terme d'intensité de fréquentation.

Le précédent cultural influence le choix de fréquentation des animaux, comme l'illustre la figure 4. Les cultures les plus recherchées sont : mil et/ou maïs > arachide > jachères. Dans la zone appropriée (hors rizière) par le village, les céréales représentent 61 % des importations et exportations de biomasse, l'arachide 21 % et les jachères 17 %.

Transferts de la périphérie vers la zone cultivée

Si l'on considère maintenant l'ensemble des espaces prospectés par les trois troupeaux (appropriés ou non par le village), les différentes unités de gestion sont ainsi classées dans l'ordre décroissant selon l'intensité d'exploitation subie, exprimée par le solde entre entrées et sorties de matière sèche à l'hectare (Figure 4) : auréole céréalière de case (*bambés*) première auréole de champs de brousse (*kénés*) > rizière > savane herbacée. En valeurs absolues (solde non ramené à la surface), le classement devient le suivant : rizière > savane herbacée > deuxième auréole de champs de brousse (*soyndés*, qui comprennent à la fois des jachères herbacées et arbustives) > *kénés* > *bambés*.

Les savanes arbustive et arborée participent peu aux échanges de biomasse (15 t) en regard de la superficie prospectée par les animaux. Au total, les trois troupeaux ont prélevé 146 tonnes de matière organique et en ont restitué 34 par voie fécale lors de leur divagation, dont près des deux tiers sur des antécédents « cultures ».

La distribution temporelle de ces transferts durant la saison sèche varie selon les unités de gestion. Dans le parcellaire, deux tiers des prélèvements et restitutions se font avant le premier mars ; dans la rizière, les transferts sont équilibrés entre les périodes, tandis qu'en savane ils ont lieu pour les deux tiers en fin de saison sèche. La Figure 5 récapitule, pour la saison sèche 1995-1996, les flux de biomasse d'origine animale et les compare à certains stocks de biomasse disponible.

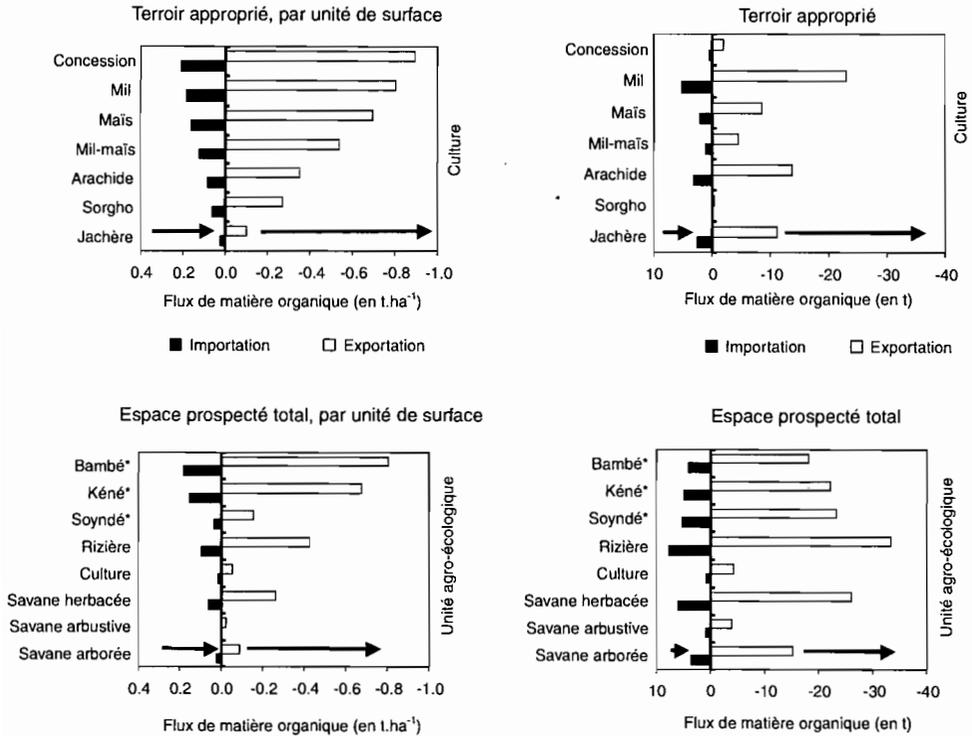


Figure 4. Divagation de trois troupeaux sur les différentes unités de gestion ou formations végétales du terroir et du voisinage : bilans et transferts de biomasse. L'ensemble des parcelles regroupées dans le type « Rizière » est partiellement approprié par le terroir, mais aucune distinction n'a été faite avec les parcelles des villages voisins (auxquels appartient le type « Culture »). La biomasse importée dans la parcelle est la biomasse fécale; la biomasse exportée est celle ingérée par l'animal.

Discussion

Métabolisme animal et flux de matière organique

Le climat de la région assure une forte productivité végétale. La pression de prélèvement exercée par les hommes et leurs activités reste faible dans l'absolu; l'offre fourragère est limitante en fin de saison sèche, mais les pertes de poids saisonnières des animaux restent modérées. En revanche, les variations d'ingestion et d'excrétion en début de saison sèche définissent après les pluies deux grandes saisons en terme de qualité de parcage (Richard *et al.*, 1991; Ickowicz *et al.*, 1998) : le début de saison sèche (novembre à février), durant lequel les animaux sont fortement consommateurs et excréteurs de matière organique, en raison d'une température fraîche, d'un fort potentiel fourrager (résidus de récolte) et de la proximité des points d'abreuvement; la fin de la saison sèche (mars à juin), durant laquelle les températures plus chaudes et la qualité et la quantité décroissantes de la ressource fourragère limitent l'ingestion et, de fait, l'excrétion (Romney *et al.*, 1994).

C'est la répartition équilibrée de l'excrétion fécale entre jour et nuit qui est à l'origine du transfert de matière organique induit par le parcage nocturne systématique sur une parcelle donnée. Cet équilibre indique cependant que les dépôts de fèces lors de la divagation sont

importants pour la fertilisation des parcelles, ce qui est une condition nécessaire pour l'acceptation de la vaine pâture par les concessions qui possèdent peu ou pas d'animaux. En effet, si comme le relève Dugué (1985), la vaine pâture se traduit par un transfert de biomasse vers les parcelles des gros propriétaires d'animaux depuis les champs des petits éleveurs, ces derniers y trouvent une façon d'accélérer la décomposition de la biomasse et le recyclage des éléments minéraux présents dans leurs champs (Landais & Guérin, 1992).

Déterminants de la divagation

Au contraire de la saison des pluies, les déplacements des troupeaux sont libres en saison sèche ; divers facteurs orientent la divagation spontanée des animaux. Le premier critère de choix est la quantité et la qualité du fourrage disponible.

À cet égard, la primauté accordée aux cultures (mil, maïs, riz) sur les parcours naturels, déjà constatée par Richard *et al.* (1991) et par Dugué (1998), s'explique par la bonne qualité nutritionnelle des résidus de culture (pailles et adventices) [Khombe *et al.*, 1992 ; Lamers *et al.*, 1996]. La paille de riz est moins appétible que celle des autres céréales ; mais la rizière offre la particularité locale d'une légère repousse d'herbe fraîche durant pratiquement toute la saison sèche (proximité de la nappe phréatique). En revanche la sole d'arachide est beaucoup moins fréquentée car elle offre une biomasse quatre fois inférieure à celle des céréales ; cette biomasse est presque entièrement ramenée en concession ou commercialisée en raison de la valeur fourragère des fanes, ce qui ne laisse sur place que les adventices. La savane (jachère, parcours ou forêts) est peu exploitée au regard de sa vaste superficie. Elle représente néanmoins 40 % des fourrages utilisés durant la saison sèche. Comme le prouve la répartition temporelle des fréquentations entre début et fin de saison sèche, les parcours naturels sont pleinement exploités seulement lorsque les ressources des zones précédemment cultivées sont épuisées.

Le choix des parcelles que les animaux vont parcourir n'est pas indépendant du statut foncier des terres ; il est possible que la mémorisation des parcelles du propriétaire, qui sont parmi les plus sollicitées, se fasse à l'occasion des parcages nocturnes et du guidage des troupeaux au sortir du parc le matin. Cette priorité diminue avec la taille du troupeau, car la surface possédée n'augmente pas proportionnellement à celle-ci, et les ressources en résidus sont rapidement limitées.

Aspects de la pratique du parcage

L'accès d'une concession à la propriété animale dépend de son histoire, de sa capacité d'épargne et de sa compétence zootechnique. Sur le terroir, cet accès est très inégal. Il induit des capacités variables de pratique de la fumure par parcage ; à l'intérieur même des exploitations les parcelles bénéficient très diversement de la fumure nocturne, qui est fonction du jugement que le paysan porte sur la fertilité de sa parcelle et de la culture suivante envisagée. De telles différences entraînent un déficit de fertilisation chez les uns et peuvent maintenir le terroir en dessous d'un optimum agricole. Par exemple, on sait que le mil ne répond plus linéairement à la fumure animale au dessus de 5 t.ha⁻¹.an⁻¹ (Bationo & Mkwunye, 1991). Le recours aux contrats de fumure, inexistant dans ce village mais assez fréquents dans la zone, pourrait constituer un progrès notable pour équilibrer le système.

Les réponses variables du mil au parcage suivant la typologie paysanne des parcelles illustrent la diversité des processus pilotant l'aptitude à produire du sol de ces terroirs. Sur les *bambés*, une partie de la fertilité biologique et chimique de la parcelle est assurée par les apports d'ordures ménagères mais aussi par la divagation des petits ruminants et des bovins. Pour ceux-ci, les champs de case sont, en début de saison sèche, une ressource fourragère et, durant toute la saison sèche, des points de passage obligés pour l'accès à la rizière (abreuve-

ment). Sur les champs intermédiaires (*kénés*), la divagation apporte moins de fumure, car les ressources fourragères sont moins importantes (nature des cultures, rendements inférieurs) ; mais le lien entre fumure et rendement est plus significatif car la fumure apportée par divagation y est moins intense. Si la réponse du mil au parcage y est meilleure que dans les *bambés*, c'est que les meilleurs de ceux-ci sont dédiés non au mil pur mais à la culture associée du mil et du maïs, pour laquelle nous n'avons pas de données de rendement. Dans les champs de brousse les plus reculés (*soyndés*), la pratique de la jachère, l'irrégularité des successions culturales et l'âge variable de la défriche expliquent que le parcage ne pilote pas le rendement du mil. Naturellement, d'autres facteurs interviennent dans le rendement et peuvent expliquer que celui-ci ne soit que partiellement corrélé à la fumure animale : conduite de la culture (notamment la date de semis, décisive), dégâts par les prédateurs, hétérogénéité naturelle du sol, effet résiduel des fumures des années précédentes.

De manière générale, il ressort de l'étude (Figure 5) :

- le rôle essentiel de source de matière organique des jachères et des parcours périphériques ;
- une entrée nette de matière organique dans la sole de céréales, qui s'enrichit ainsi minéralement ;
- l'exploitation pratiquement complète de la biomasse sur la sole d'arachide, pour laquelle les retours au sol sont faibles.

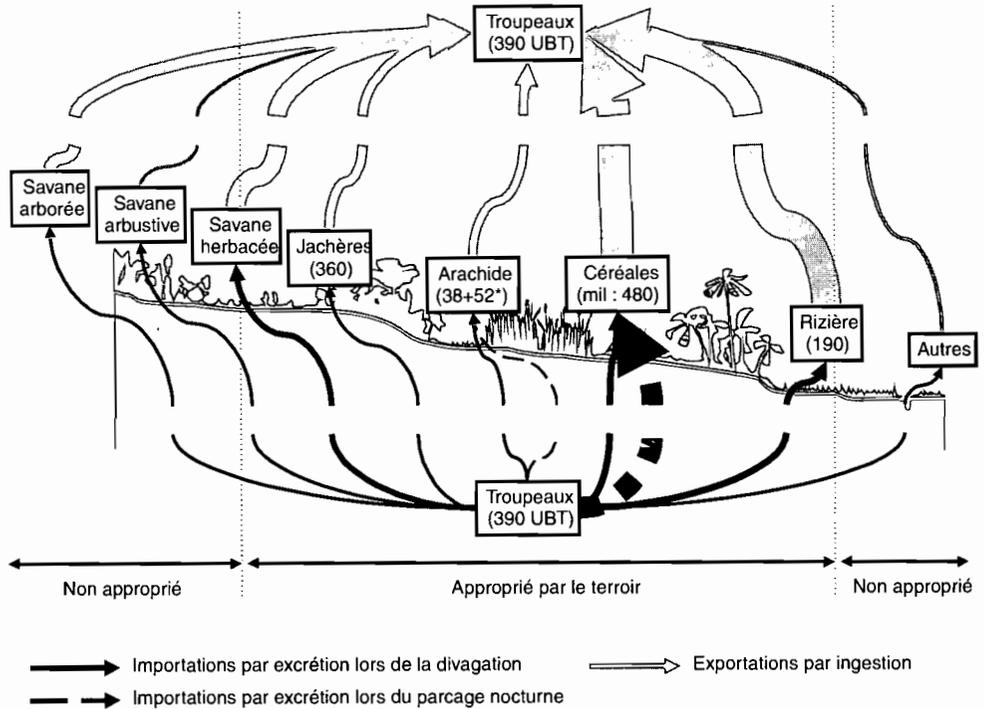


Figure 5. Bilan des transferts de biomasse durant la saison sèche 1996-97. Flux liés à la divagation extrapolés à partir des résultats de 1995-96. Entrées liées au parcage estimées par rapport au parcellaire 1997. * : 52 = biomasse de fanes d'arachide rapportées au village par les paysans et utilisées comme complément alimentaire pour les animaux (fraction k seulement allouée aux bovins).

L'élevage est quantitativement prépondérant dans les flux de matière organique liés à l'activité humaine. En 1996, les transferts de matière organique par le biais des récoltes ont été estimés à au moins 167 tonnes (dont 122 t d'épis de mil, gousses et fanes d'arachide), rizière exclue, soit à peine un peu plus de quarante pour cent de la biomasse prélevée par les bovins (Manlay *et al.*, 1997).

Conclusion

Le pastoralisme est une pratique qui permet de maximiser l'efficacité de la main-d'œuvre, mais pas celle de la ressource fourragère. Comme le relèvent Quilfen & *al.* (1983), elle s'accompagne de pertes naturelles importantes : après plusieurs passages, le piétinement et la souillure par les bovins ne laissent à ceux-ci qu'une faible part de résidus consommables, et la prédation exercée sur la matière organique par la faune du sol active (termites) est forte en saison sèche. La ressource organique valorisable par les bovins peut entrer rapidement en concurrence avec d'autres usages humains tels que l'énergie ou la construction (Lamers & Feil, 1993). Dans un contexte de croissance démographique généralisée et d'augmentation de pression sur la ressource, il est pratiquement inévitable que celle-ci soit progressivement privatisée, appropriée, en remettant en cause le fondement de la vaine pâture. C'est ce qu'implique une innovation technique comme la stabulation, par laquelle tout ou partie de l'alimentation doit être apportée aux animaux. En plus de la charge de travail demandée, d'un contexte économique favorable, la réussite de cette pratique suppose une main-d'œuvre suffisante pour nourrir les animaux et assurer le retour du fumier aux champs. A ce sujet, le risque est toujours grand pour le maintien de la viabilité du système, que les agro-éleveurs négligent cette opération de restitution (Schleich, 1986).

Différentes questions, qui constituent autant d'axes de recherche, se posent à l'issue de ce genre de démarche globale ; elles concernent le système de production :

1) tel qu'il fonctionne à l'heure actuelle. Une étude complémentaire qualitative sur les flux de matière organique est nécessaire et en cours. Il s'agit de pouvoir également caractériser les flux de minéraux mis en jeu par ces transferts organiques. L'évaluation des limites de viabilité du système passe aussi par l'étude des bilans pastoraux durant la saison humide ; en effet, la réduction des parcours d'hivernage et la crise fourragère qui s'ensuit est bien souvent la cause de l'exclusion de l'élevage des terroirs saturés (Lericollais & Milleville, 1993) ;

2) tel que le système pourrait évoluer dans un contexte socio-économique et technique donné. D'un point de vue technique, il serait bon de vérifier si l'adoption souvent préconisée d'un système de stabulation, où la matière organique n'est retournée au sol que sous forme fécale, n'est pas sans conséquences sur le fonctionnement du sol. Par exemple, Mando (1998) a montré l'impact positif que peuvent avoir les termites sur la qualité du sol. Or, le transit de matière organique par les animaux domestiques accélère les cycles biogéochimiques et, dans le même temps, diminue et modifie la quantité et la qualité de matière organique et d'énergie restituées au sol.

D'autre part, la privatisation des ressources fourragères risque de renverser les rapports de force entre gros et petits propriétaires d'animaux, à l'avantage de ces derniers. Une étude est donc nécessaire pour évaluer les conséquences sociales de l'innovation technique et d'en estimer la faisabilité.

La plupart de ces interrogations concernent le système de production dans son ensemble et mettent en jeu des phénomènes complexes ; à cet égard, la modélisation informatique des systèmes est un outil indiqué pour répondre à toutes ces questions (Manlay *et al.*, 2000).

Références

- Baldensperger J., Staimesse J.-P., Tobias C. (1967). *Notice explicative de la carte pédologique du Sénégal au 1/200 000 : Moyenne Casamance*. Orstom, Dakar : 134 p.
- Bationo A., Mokwunye U. (1991). « Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production : with special reference to the Sahelian and Sudanian zones of West Africa », in Mokwunye (éd., 1991) : pp. 217-225.
- Buerkert A., Hiernaux P. (1998). « Nutrients in the west African Sudano-Sahelian zone : losses, transfers and role of external inputs », *Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung und Bodenkunde*, vol. CLXI, n° 4 : pp. 365-383.
- Coulomb J. (1976). « La race N'Dama. Quelques caractéristiques zootechniques », *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, vol. XXIX, n° 4 : pp. 367-380.
- Dugué P. (1985). « Utilisation des résidus de récolte dans un système agro-pastoral sahélo-soudanien au Yatenga (Burkina-Faso) », *Relations agriculture-élevage*, Actes du 1^{er} séminaire, Montpellier, Cirad-D.S.A. (éd.) : pp. 76-85.
- Dugué P. (1998). « Les transferts de fertilité dus à l'élevage en zone de savane », *Agriculture et Développement*, vol. XVIII : pp. 99-107.
- Fernandez-Rivera S., Williams T.O., Hiernaux P., Powell J. M. (1994). « Faecal excretion by ruminants and manure availability for crop production in semi-arid West-Africa », in Powell *et al.* (éd., 1994) : pp. 149-169.
- Floret Ch., Serpantié G. (éd.). (1993). *La jachère en Afrique de l'Ouest*, Atelier International, Montpellier, Orstom, 494 p.
- Floret Ch., Pontanier R. (éd.). (1997). *Jachère et maintien de la fertilité*, Bamako, Coordination régionale du projet Jachère, 146 p.
- Floret Ch., Pontanier R. (éd.). (1998). *Jachère et systèmes agraires*, Niamey (Niger), Orstom, 212 p.
- Floret (Ch.) & R. Pontanier (éd.), 2000. - *La jachère en Afrique tropicale*, 2 vol., vol. I, *Actes du séminaire international*, Dakar (Sénégal), 13-16 avr. 1999, 1023 p. ; vol. II, *De la jachère naturelle à la jachère améliorée : Le point des connaissances*, Paris, John Libbey.
- Gaston A., Kernick M., Le Houérou H. N. (éd.). (1991). *Actes du IV^e Congrès international des terres de parcours*, Montpellier, Cirad, 1 279 p.
- Ickowicz A., Usengumuremyi J., Badiane A., Richard D., Colleye F., Dupressoir D. (1998). « Interactions entre jachère et systèmes d'alimentation des bovins : choix techniques et dynamique de développement (Zone soudanienne, Sénégal) », in Floret & Pontanier (éd., 1998) : pp. 123-138.
- Khombe C.T., Dube I.A., Nyathi P. (1992). « The effects of kraaling and stover supplementation during the dry season on body weights and manure production of Mashona steers in Zimbabwe », *African Livestock Research*, vol. I : pp. 18-23.
- Lal R., Kimble J.M., Follett R.F., Stewart B.A. (éd.). (1998). *Management of Carbon Sequestration in Soil*, Boca Raton, CRC Press Inc.
- Lamers J., Buerkert A., Makkar H.P.S., Vonoppen M., Becker K. (1996). « Biomass production, and feed and economic value of fodder weeds as by-products of millet cropping in a sahelian farming system », *Experimental Agriculture*, vol. XXXII, n° 3 : pp. 317-326.
- Lamers J., Feil P. (1993). « The many uses of millet residues », *Ileia Newsletter*, vol. IX, n° 3 : 15 p.
- Landais E., Guérin H. (1992). « Systèmes d'élevage et transferts de fertilité dans la zone des savanes africaines. I. La production des matières fertilisantes », *Cahiers Agricultures*, n° 1 : pp. 225-238.
- Landais E., Lhoste P. (1993). « Systèmes d'élevage et transferts de fertilité dans la zone des savanes africaines. II. Les systèmes de gestion de la fumure animale et leur insertion dans les relations entre l'élevage et l'agriculture », *Cahiers Agricultures*, n° 2 : pp. 9-25.
- Lericollais A., Milleville P. (1993). « La jachère dans les systèmes agropastoraux Sereer au Sénégal », in Floret & Serpantié (éd. 1993) : pp. 133-145.
- Mando A. (1998). « Soil-dwelling termites and mulches improve nutrient release and crop performance on Sahelian crusted soil », *Arid Soil Research and Rehabilitation*, vol. XII, n° 2 : pp. 153-163.
- Manlay R., Masse D., Diatta M., Kaire M. (1997). « Ressources organiques et gestion de la fertilité du sol sur un terroir agro-pastoral de Casamance (Sénégal) », in Floret & Pontanier (éd., 1997) : pp. 1-16.

- Manlay R., Cambier C., Ickowicz A., Masse D. (2000). « Modélisation de la dynamique du statut organique d'un terroir ouest-africain par un système multi-agents », in Floret & Pontanier (éd., 2000) : vol. I, pp. 123-132.
- Mokwunye U. (éd.). (1991). *Alleviating soil fertility constraints to increased crop production in West Africa*, Kluwer Academic Pub.
- Murwira K.H., Swift M.J., Frost P.G.H. (1994). « Manure as a key resource in sustainable agriculture », in Powell *et al.* (éd., 1994) : pp. 131-148.
- Péllissier P. (1966). *Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance*, Saint-Yrieix, ministère de l'Éducation nationale-Centre national de la recherche scientifique, 939 p.
- Powell J.M., Williams T.O. (1994). « An overview of mixed farming systems in sub-Saharan Africa », in Powell *et al.* (éd., 1994) : pp. 21-36.
- Powell J.M., Fernandez-Rivera S., Williams T.O., Renard C. (éd.). (1994). *Livestock and sustainable nutrient cycling in mixed farming systems of sub-Saharan Africa. Proceedings of an International Conference*, Addis Abeba, Ilca (International Livestock Centre for Africa), Addis Abeba (Éthiopie).
- Prudencio C.Y. (1993). « Ring management of soils and crops in the west African semi-arid tropics – the case of the Mossi farming system in Burkina Faso », *Agriculture Ecosystems & Environment*, n° 47 : pp. 237-264.
- Quilfen J.P., Milleville P. (1983). « Résidus de culture et fumure animale. Un aspect des relations agriculture-élevage dans le Nord de la Haute-Volta », *L'Agronomie Tropicale*, vol. XXXVIII, n° 3 : pp. 206-212.
- Richard D., Ahopke B., Blanfort V., Pouye B. (1991). « Utilisation des zones agricoles et pastorales par les ruminants en zone soudanienne (Moyenne Casamance, Sénégal) », in Gaston *et al.* (éd., 1991) : pp. 754-756.
- Romney D.L., Thorne P.J., Thomas D. (1994). « Some animal-related factors influencing the cycling of nitrogen in mixed farming systems in sub-Saharan Africa », *Agriculture Ecosystems & Environment*, n° 49 : pp. 163-172.
- Ruthenberg H. (1971). *Semi-permanent cultivation systems, Farming systems in the tropics*, Oxford, Clarendon Press, 313 p. : pp. 55-82.
- Schleich K. (1986). « Le fumier peut-il remplacer la jachère ? Possibilité d'utilisation du fumier : exemple de la savane d'Afrique Occidentale », *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, vol. XXXIX, n° 1 : pp. 97-102.
- Woomer P.L., Palm C.A., Qureshi J.N., Kottosame J. (1998). « Carbon sequestration and organic resource management in African smallholder agriculture », in Lal *et al.* (éd., 1998) : pp. 153-173.

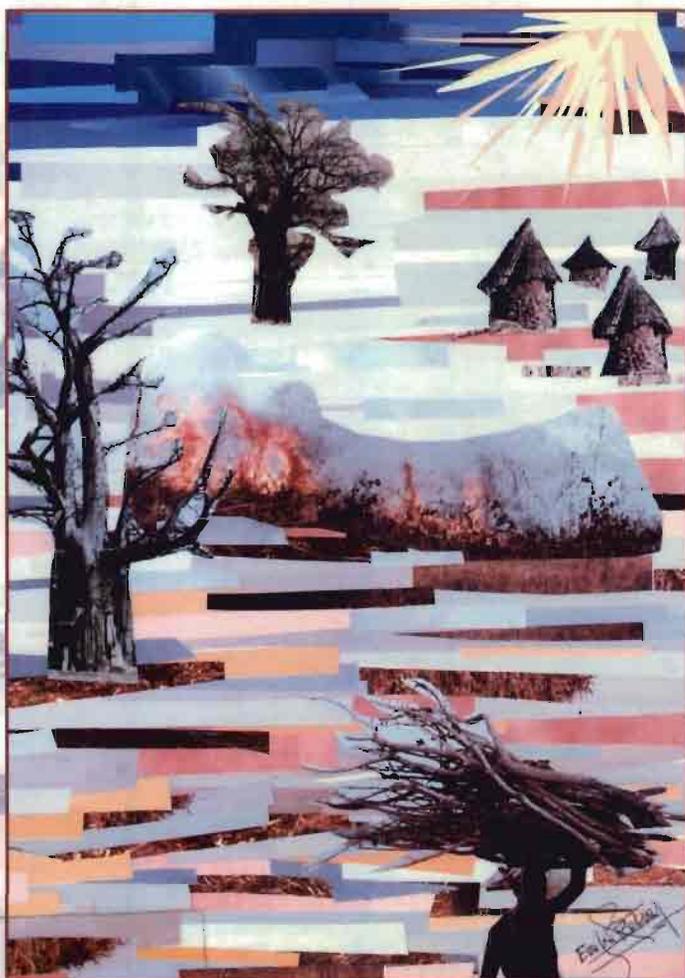
La jachère en Afrique tropicale

Rôles, Aménagement, Alternatives

Ch. Floret et R. Pontanier

Volume 1

Actes du Séminaire international, Dakar, 13-16 avril 1999



**La jachère en Afrique tropicale.
Rôles, aménagement, alternatives**

*Fallows in tropical Africa.
Roles, Management, Alternatives*

Volume I

Actes du Séminaire international

Dakar, 13-16 avril 1999

Proceedings of the International Seminary

Dakar, Avril 13-16, 1999

Édité par

Ch. Floret et R. Pontanier



ISBN : 2-7099-1442-5

ISBN : 2-7420-0301-0

Éditions John Libbey Eurotext

127, avenue de la République, 92120 Montrouge, France

Tél : (1) 46.73.06.60

e-mail: contact@john-libbey.eurotext.fr

[http : www.john-Libbey.eurotext.fr](http://www.john-Libbey.eurotext.fr)

John Libbey and Company Ltd

163-169 Brompton Road,

Knightsbridge,

London SW3 1PY England

Tel : 44(0) 23 80 65 02 08

John Libbey CIC

CIC Edizioni Internazionali

Corso Trieste 42

00198 Roma, Italia

Tel. : 39 06 841 26 73

© John Libbey Eurotext, 2000, Paris