

Les transferts de fertilité dus à l'élevage en zone de savane

En zones soudano-sahélienne et soudanienne, les ruminants valorisent, du fait de leur rusticité, des ressources fourragères de faible qualité, pauvres en azote. La mobilité des troupeaux de bovins, caprins et ovins permet d'assurer des transferts de fertilité des zones de pâturage vers les aires cultivées qui bénéficient de la fumure animale. L'utilisation de cette fumure constitue un des éléments de base des modèles de développement fondés sur l'intégration de l'élevage et de l'agriculture au sein des terroirs et des exploitations agricoles.

Les transferts de fertilité se caractérisent par des flux de matières organiques et minérales liés à leur transport par les populations, par des phénomènes naturels (érosion hydrique et éolienne) et au déplacement du cheptel. Ils ne dépendent donc pas uniquement de l'élevage, mais son rôle dans ce domaine est prépondérant (figure 1).

Différents facteurs déterminent l'importance des transferts de fertilité : la taille du cheptel, le niveau d'équipement des exploitations (matériels de transport) et surtout l'importance accordée par les paysans à la fumure animale. Dans certaines situations, ils vont plutôt privilégier d'autres modes de gestion de la fertilité du sol : l'engrais minéral et la jachère. Des transferts de fertilité peuvent s'opérer non seulement horizontalement, d'un point à un autre du terroir, par le bétail ou l'érosion hydrique, mais aussi verticalement, entre les couches profondes du sol et l'horizon superficiel par le biais des végétaux pérennes (arbres et graminées). Ce type de transfert contribue activement aux

mécanismes d'amélioration de la fertilité des sols grâce à la jachère de longue durée et aux parcs arborés denses.

De plus, en zone soudanienne, les feux — accidentels ou provoqués — entraînent une perte importante de biomasse végétale (végétation naturelle des parcours, résidus de récolte) et donc de matière organique et de certains éléments minéraux : l'azote, le soufre, etc.

Notre analyse des transferts de fertilité à l'échelle d'un terroir s'appuie sur des observations réalisées dans deux terroirs au nord du Cameroun. Cette étude de cas, ainsi qu'une revue bibliographique, permettra dans un deuxième temps de caractériser les transferts de fertilité dans les principales situations agricoles de la zone de savane d'Afrique sub-saharienne.

Etude de cas : les transferts de fertilité à l'échelle de deux terroirs au Nord-Cameroun

Situation générale

L'étude a été menée en 1995 et 1996 dans deux terroirs agro-pastoraux, Oroulabo III et Héri, situés en zone cotonnière au Nord-Cameroun (DUGUE, 1998). Elle avait pour objectifs d'analyser les transferts de fertilité au sein du terroir et d'étudier avec les agriculteurs et les éleveurs des améliorations de la gestion des ressources naturelles et en fumure organique. Ces terroirs sont dominés

P. DUGUE

Cirad-tera, BP 5035, 34032 Montpellier
Cedex 1, France
Mél : dugue@cirad.fr

par l'agriculture (plus des deux tiers des surfaces sont cultivés) mais le cheptel bovin intégré aux exploitations (bœufs de traits et d'élevage) est en plein essor (tableau 1).

Les systèmes de cultures sont similaires dans les deux villages : l'assolement est dominé par l'arachide, les céréales et surtout le cotonnier (30 à 40 % de la surface cultivée). Les possibilités de défrichement à Héri sont pratiquement inexistantes alors qu'elles existent toujours à Ourolabo (village plus récent). Dans les deux villages, la pratique de la jachère de longue durée n'est plus envisageable.

La place de l'élevage

La charge en bétail (tableau 1) et les effectifs de ruminants ramenés à la population sont environ le double à Héri par rapport à Ourolabo : respectivement 43 unités de bovin tropical (UBT) pour 100 habitants au lieu de 25. Cette différence est surtout due à

une implantation plus ancienne des agriculteurs à Héri qui ont pu acquérir des bovins depuis une vingtaine d'années grâce aux revenus issus du coton. Les effectifs de petits ruminants restent modestes et correspondent à 15 % des effectifs globaux de ruminants exprimés en UBT.

Faute d'espace, l'élevage extensif des bovins conduit par les éleveurs foubè est en régression à Héri : certains éleveurs ont quitté le terroir dans les années 80, d'autres ont recours actuellement à la transhumance de courte durée (avril-juin) pour sécuriser l'alimentation de leur troupeau. Ourolabo ne compte qu'un troupeau extensif appartenant à un éleveur M'bororo sédentarisé. Mais les ressources fourragères disponibles dans ce terroir en saison sèche attirent des troupeaux allochtones qui exploitent la vaine pâtre (pailles de céréales et de légumineuses). Environ deux tiers de cet effectif de bovins (600 UBT) retournent chaque soir dans des campe-

ments situés en périphérie du terroir. Le tiers restant dépose la nuit dans quelques parcelles de grandes quantités de fèces. Aucun contrat de parcage n'a été établi entre éleveurs et agriculteurs. L'éleveur n'a donc aucun intérêt à réaliser un parcage régulier et homogène mobilisant du travail (déplacement des enclos ou des piquets d'attache).

Fertilisation des cultures, gestion de la fertilité du sol

L'engrais minéral, le choix de l'assolement et des rotations et, dans une moindre mesure, la fumure organique et la jachère de courte durée, constituent l'essentiel des pratiques de gestion de la fertilité du sol dans ces deux terroirs. L'emploi de la fumure minérale (NPK + urée) y est prépondérante : toutes les parcelles de coton reçoivent de l'engrais (en moyenne 145 kg/ha) ainsi qu'une grande partie des surfaces en maïs (110 kg/ha) et 10 % des sur-

Les partenaires de l'étude au Cameroun

Cette étude a été réalisée de 1995 à 1997 dans le cadre d'une action thématique programmée (ATP) intitulée « Flux de biomasse et gestion de la fertilité à l'échelle du terroir » associant l'Institut de la recherche agricole pour le développement (Irad, Cameroun), la station de Bebedja (Tchad) et le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad, France). Parallèlement à ces travaux, une opération de recherche-développement a été menée dans 5 villages de la zone cotonnière du Nord-Cameroun, dont les deux retenus pour cette étude (Héri et Ourolabo). Cette opération consistait à mettre au point des innovations techniques avec les paysans, à appuyer l'émergence d'organisations de producteurs (approvisionnement en produits vétérinaires, mécanisation partagée) et à élaborer une méthode de conseil de gestion aux exploitations agricoles. Ces activités se poursuivent actuellement dans le cadre du Pôle de recherches appliquées pour les savanes d'Afrique centrale (Prasac).

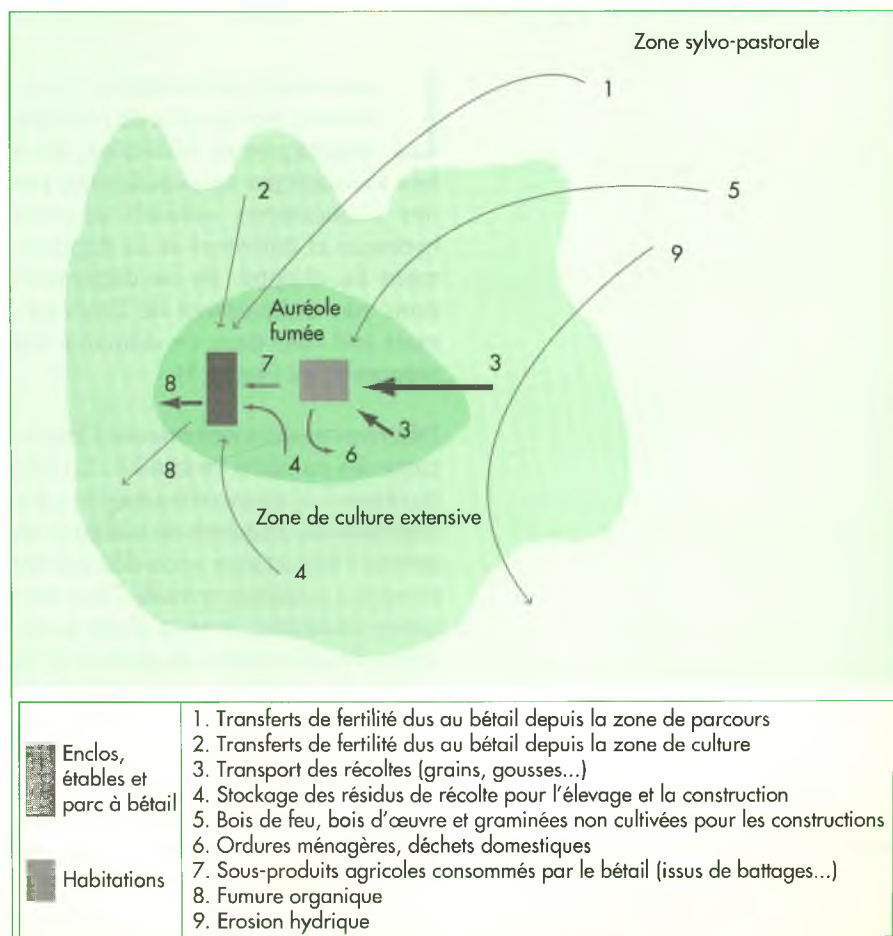


Figure 1. Flux de matière au niveau d'un terroir agro-pastoral.

faces en sorgho (50 kg/ha d'urée uniquement). La majeure partie de ces engrais est fourni à crédit par la Sodecoton. Malgré ces apports, les bilans minéraux annuels établis pour l'ensemble de la zone cultivée sont déficitaires à Héri : - 11 kg/ha en K₂O, - 11 kg/ha en N et - 4 kg/ha en P₂O₅. Les bilans sont à peu près équilibrés pour les deux éléments (N et P) mais déficitaires en K₂O à Ourolabo (DUGUE, 1998). Ces bilans seraient encore plus déficitaires si l'on prenait en compte les pertes dues à l'érosion hydrique, phénomène qui prend de

l'ampleur à Héri. Face à ce constat et en raison de la pression foncière et de la culture continue que connaissent ces deux terroirs, la disponibilité en fumure animale devrait être un atout important pour entretenir la fertilité du sol dans les exploitations possédant du bétail.

L'utilisation actuelle de la fumure animale

L'utilisation de la fumure animale a débuté à Héri vers les années 80 et seulement en 1994 à Ourolabo. Elle

reste encore aujourd'hui largement sous valorisée (tableaux 2 et 3). Ceci est dû au fait que les paysans disposaient jusqu'à ces dates de terres fertiles qu'ils venaient de défricher. Aujourd'hui, la fumure produite par 41 % du cheptel bovin détenu par les agriculteurs à Héri et 74 % à Ourolabo est totalement abandonnée. Dans les exploitations utilisant actuellement la fumure animale, une grande partie de la poudrette produite en saison des pluies est perdue par manque de dispositif de stockage (étable fumièrre, abri, fosse). La fumure produite par les troupeaux des éleveurs de Héri en saison des pluies n'est pas valorisée, car les parcs sont installés en zone de parcours loin de la zone cultivée. Les parages de saison sèche réalisés dans les champs concentrent la fumure des troupeaux des éleveurs sédentaires ou transhumants sur de petites surfaces à une dose moyenne voisine de 40 tonnes par hectare de matière sèche. L'efficacité de cette pratique pourrait être nettement meilleure si l'épandage de fumure était plus homogène et correspondait à une dose de 10 tonnes. Enfin, les déjections des petits ruminants et des ânes ne sont pratiquement pas employées.

Lors du pâturage sur parcours naturels ou dans les champs après la récolte, les troupeaux dispersent leurs déjections sur une grande surface. Dans les parcelles cultivées, la quantité de fumure organique ainsi apportée ne dépasse jamais 200 kilos par hectare et a donc un faible impact sur l'entretien de la fertilité du sol.

Le potentiel de fumure organique d'origine animale

En valorisant simplement toute la poudrette produite par les différents cheptels en stabulation nocturne, les propriétaires de bétail pourraient multiplier la surface fumée à l'échelle du terroir par 8 à Héri et par 10 à Ourolabo. Mais la valorisation de la totalité de cette production implique que les paysans et les éleveurs mobilisent beaucoup plus de travail pour stocker la fumure animale en saison des pluies, pour la transporter et pour amé-

Tableau 1. Peuplement, place de l'élevage et occupation de l'espace à Héri et à Ourolabo, Nord-Cameroun.

Caractérisation des terroirs	Ourolabo	Héri
Surface du terroir (ha)	974	1 313
Population (hab)	810	1 450
Charge en bétail /terroir (UBT/km ²)	21	47
UBT/surface cultivée	0,32	0,62
Occupation de l'espace (%)		
– zone cultivée	66	77
– jachère	10	0
– parcours + pistes + habitations	24	23
Surface défrichée en 1994 et 1995 (ha)	84	9

Tableau 2. Utilisation de la fumure organique d'origine animale à Héri et à Ourolabo, Nord-Cameroun (campagne agricole 1996).

Modes d'utilisation	Héri	Ourolabo
Apport de poudrette depuis les enclos		
Surface fumée (ha)	9,8	1,3
Dose moyenne (t/ha)	7,3	8,4
Nombre de bovins concernés	242	40
Nombre de bovins dont la fumure est abandonnée	171	114
Fumure par le biais du parage		
Surface parquée et fumée (ha)	1,1	1,1
Dose moyenne (t/ha)	39	38,3
Surface totale fumée (ha)	10,9	1,2
% de la surface cultivée	1,2	0,4

Tableau 3. Evaluation des pertes en fumure animale et des surfaces correspondantes à Héri et à Ourolabo, Nord-Cameroun (campagne agricole 1996).

Pertes et surfaces concernées	Héri	Ourolabo
Pertes totales* (t)	348	101,8
Surface équivalente si apport à 5 t/ha (ha)	69,6	20,4
Surface actuellement fumée (ha)	10,9	2,4
Surface totale fumée par la poudrette (ha)	80,5	22,8
Surface fumée supplémentaire		
– par recyclage de 1 kg/jour/UBT (ha)	13	4
– par recyclage de 5 kg/jour/UBT (ha)	87	25

* Pertes totales = quantité de poudrette non utilisée (bovins + ruminants + ânes).

liorer les techniques de parçage. D'une façon générale, le sous-équipement de ces villages en charrettes bovines (une dizaine d'unités à Oourolabo) et surtout asines (aucune exploitation équipée) constitue le frein majeur.

Ces bilans montrent clairement l'importance des pertes de fumure mises en évidence dans diverses régions sahéniennes et soudaniennes (GUILLONEAU, 1988). Mais la surface qui pourrait être fumée avec la totalité de la production nocturne de poudrette reste limitée même dans le cas de Héri (80,5 ha soit 8 % de la surface totale cultivée). Pour accroître ce ratio, d'autres filières de production de fumure organique comme le fumier et le compost doivent aussi être envisagées. On rappellera que, dans le cas de systèmes de culture en continu sans pratique de la jachère, le statut organique du sol est maintenu grâce à un apport de fumure organique à la dose de 5 tonnes par hectare tous les 2 ans. A l'échelle d'un terroir ou d'une exploitation, 50 % de la surface cultivée doit être fumée à cette dose chaque année.

Localisation des apports de fumure et caractérisation des transferts de fertilité

A partir du suivi d'un échantillon de troupeaux bovins, on dispose pour ces deux terroirs d'une description assez précise des déplacements des troupeaux et donc de la localisation des zones de pâturage en fonction des saisons (REISS *et al.*, 1997). Par ailleurs, les apports de fumure organique ont pu être quantifiés et localisés. Il est ainsi possible de présenter un modèle simplifié des transferts de fertilité liés à l'élevage en distinguant les deux grandes périodes de l'année : la saison agricole et la saison sèche.

Conduite des troupeaux et transferts de fertilité

On retrouve à Héri la distribution de la fumure organique en auréole autour des habitations observée dans biens des situations en Afrique subsaharienne. On la devine à Oourolabo. Les cas où les paysans transportent la poudrette sur des distances

supérieures à 500 mètres sont rarissimes (figures 2 et 3).

Durant la saison agricole (mai à octobre) tous les troupeaux du village s'alimentent sur les parcours naturels du terroir mais aussi en périphérie (figure 4). Les animaux, en retournant chaque soir dans des concessions ou dans des parcs, vont concentrer dans ces lieux de la fumure organique. Celle-ci ne sera utilisée pour les cultures de l'année suivante qu'à hauteur de 15 à 20 % selon nos estimations, pour les raisons déjà évoquées. Les transferts de fertilité durant cette période s'opèrent des zones de parcours vers les enclos mais sont ensuite mal valorisés par les paysans.

En début de saison sèche (novembre à janvier), les bergers privilégient la vaine pâture des champs récoltés. Ensuite, les troupeaux diversifient leur alimentation en associant le pâturage sur parcours naturels (lorsqu'ils ne sont pas détruits par le feu), les restes de résidus de récolte au sol et les compléments alimentaires distribués par les bergers. En saison sèche, la

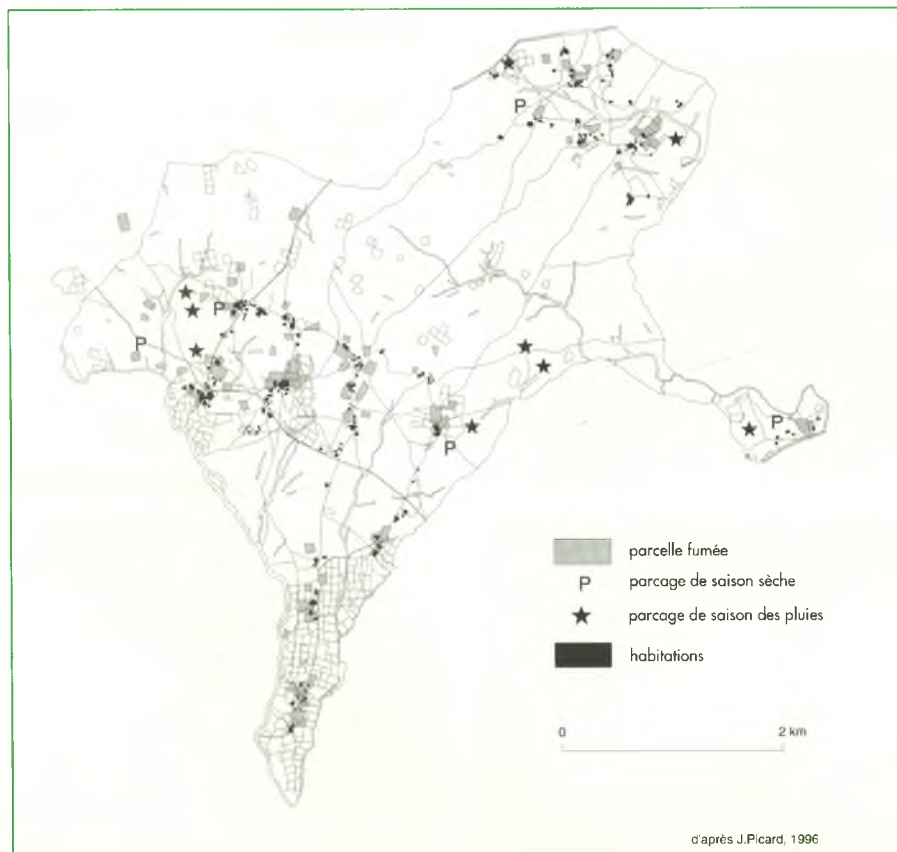


Figure 2. Localisation des apports de fumure organique à Héri 1995/1996.



Figure 3. Localisation des apports de fumure organique à Oourolabo 1995/1996.

majeure partie de l'alimentation du bétail est donc issue de la zone cultivée — vaine pâture, résidus de culture stockés et tourteau de coton. Les parcours naturels fournissent moins de 30 % des besoins en matière sèche du bétail. La fumure organique produite à 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 proches des habitations (figure 4).

Lors de la saison sèche, les troupeaux allochtones séjournant uniquement la journée dans le terroir d'Ourolabo vont assurer un transfert de fertilité vers les villages et les campements périphériques où ils résident la nuit.

Flux de résidus de culture et de sous-produits agricoles

On peut affiner cette analyse en considérant les éléments majeurs de la complémentation alimentaire de saison sèche : les résidus de culture (les pailles de céréales, les fanes de légumineuses) et de transformation

des produits (drêche de bière de sorgho et tourteau de coton). 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 est effectué là aussi entre l'ensemble de la zone cultivée vers l'auréole fumée. Actuellement, pour les deux terroirs, environ 10 % de la production de résidus de récolte est stockée pour l'alimentation du bétail. Ce ratio devrait progresser avec l'accroissement de la charge animale, ce qui entraînerait une baisse des pertes de résidus de culture consommables dues piétinement par le bétail. En raison de la forte demande en tourteau au Nord-Cameroun, la consommation ne peut guère progresser dans ces deux villages qui ne rachètent à la Sodécoton que 20 % des quantités de tourteau qu'ils produisent potentiellement. En dehors de faibles quantités de fourrages arborés ramenées dans les enclos, nous n'avons pas observé 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 collectent des quantités importantes 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 et l'ager sont actuellement limités. La consommation des résidus et des sous-produits agricoles par le bétail permettrait un recyclage efficace de la biomasse issue de la zone cultivée si la fumure animale qui en résultait était bien valorisée. En l'absence d'élevage, les résidus au champ seraient totalement détruits par le feu (perte en matière organique et en azote) et les sous-produits seraient exportés des terroirs (tourteau) ou pas utilisés (drêches), augmentant ainsi les pertes en éléments nutritifs à cette échelle. Il faut cependant 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.

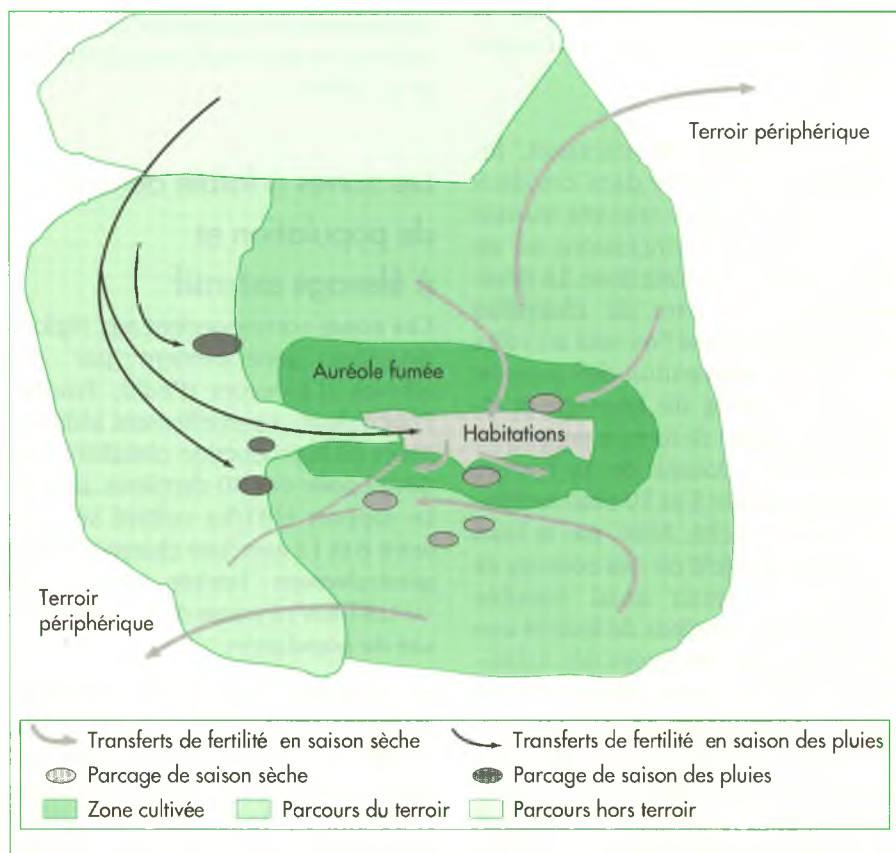


Figure 4. Localisation des transferts de fertilité dus à l'élevage selon les saisons.

Les voies d'amélioration

Nous ne détaillerons pas ici les différentes innovations permettant d'accroître la production de fumure organique, les disponibilités fourragères et la productivité des troupeaux (BERGER, 1996 ; DULIEU, 1986 ; LHOSTE *et al.*, 1993). La diffusion de ces innovations permettrait d'atteindre deux objectifs primordiaux :

- le recyclage en fumure organique (compost, fumier) d'une plus grande quantité de biomasse végétale issue des zones pastorales et agricoles afin de limiter les pertes par le feu ;
- l'accroissement des disponibilités fourragères permettant d'augmenter la charge animale et par conséquent la production de fumure animale.

En considérant les principales caractéristiques qui différencient les deux terroirs étudiés (occupation de l'espace, charge animale...) il est possible d'évaluer qualitativement le progrès lié à l'amélioration de la

production de fumure organique et à l'efficacité des transferts de fertilité.

A Héri, en raison d'une charge en bétail plus importante, les disponibilités en biomasse végétale après consommation sont plus faibles qu'à Oroulabo. L'amélioration de la productivité des parcours naturels est difficile car elle nécessiterait une forte mobilisation en travail de la part de toute la population. Mais une partie de la grande masse de tiges de cotonniers brûlée chaque année pourrait être recyclée dans des parcs à bovins et des étables fumières. L'accroissement du disponible fourrager est aussi envisageable dans certaines conditions :

- du fait du manque de terrain agricole, le développement des cultures fourragères ne pourra se faire que par le biais d'associations avec des cultures alimentaires et le développement de parcs arborés ;

- une meilleure valorisation des fanes d'arachide (30 à 35% de l'assolement) est possible si les paysans modifient l'itinéraire technique de cette culture de façon à la récolter en début de saison sèche et non plus en période pluvieuse ce qui entraîne le pourrissement des fanes.

A Oroulabo, à cause de la pression foncière moindre, les possibilités d'améliorer les transferts de fertilité sont plus importantes qu'à Héri. L'augmentation de la production de fumure organique demande, entre autres, que les paysans achètent plus de bovins ou assurent un meilleur accueil des troupeaux allochtones dans le cadre de contrats de parage. Les villageois réserveraient l'accès à la vaine pâture aux éleveurs qui s'engagent à passer la nuit dans le terroir de façon à limiter les transferts de fertilité vers l'extérieur. L'alimentation de ce cheptel supplémentaire serait assurée par le développement des cultures fourragères et le contrôle des feux de brousse. Certaines innovations testées avec succès par les paysans pourraient être adoptées à grande échelle : *Mucuna pruriens* associé au maïs, niébé fourrager ou vivrier cultivé en dérobé après une culture d'arachide ou de maïs précoce (DUGUE et OLINA, 1997). Par

ailleurs, le feu détruit 30 à 40 % de la production de résidus culturaux et 80 % de la biomasse sur pied des parcours naturels en saison sèche. Ces quantités actuellement brûlées pourraient être en partie recyclées par le bétail ou par simple décomposition en tas (compost) ou en mulch sur le sol.

La litière de paille de céréales ou de tige de cotonnier peut être efficacement recyclée par les bovins en fumier de qualité. Dans les deux terroirs, les disponibilités en résidus non consommés par le bétail sont élevées : 1 060 tonnes à Héri et 540 tonnes à Oroulabo, composées pour moitié de tiges de cotonnier. Un apport de litière de 1 kg/jour/UBT pendant toute la durée de la saison sèche n'augmenterait que de 15 % en moyenne la production de fumure organique dans ces deux villages. Le parc d'hivernage peut recycler jusqu'à 5 kg de litière par UBT et par jour de saison sèche mais nécessite de laisser le mélange déjections animales + litière en tas durant la saison des pluies suivante pour en assurer sa décomposition (BERGER, 1996). Cette technique doublerait la production de fumure organique et par conséquent la surface recevant ce type de fumure (tableau 3).

Faute de moyen de transport, les apports de poudrette dans ces deux terroirs sont le plus souvent réalisés juste derrière les concessions sur de petits espaces et à forte dose. Le développement du parc de charrettes devient prioritaire si l'on veut accroître le rayon d'intervention des paysans pour la collecte de fourrage et de litière et l'apport de fumure organique. Un meilleur dosage de la fumure organique (entre 5 et 10 t/ha) améliorera son efficacité. Ainsi, par le biais du transport attelé ou des contrats de parage, il serait aussi possible d'orienter les transferts de fertilité vers des zones plus éloignées des habitations dont la baisse de fertilité est jugée préoccupante par les paysans. Pour cela, la recherche et le développement doivent soutenir leurs interventions dans le domaine du transport en milieu rural (équipement, rentabilité, utilisation collective).

Transfert de fertilité et occupation de l'espace en zone de savane

L'étude de cas 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, va déterminer la quantité de biomasse consommable par le bétail ;
- le ratio surface pastorale/surface totale du terroir et le facteur précédent vont déterminer la charge animale maximale possible en saison des pluies et donc en grande partie l'importance des transferts de fertilité du saltus vers l'ager ;
- le nombre de bovins par hectare cultivé détermine effectivement la quantité de fumure animale disponible par unité de surface cultivée.

Afin de dépasser le cadre de l'étude de cas, nous nous proposons, 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 ces trois facteurs explicatifs (LANDAIS *et al.*, 1991).

Les zones à faible densité de population et à élevage extensif

Ces zones correspondent aux régions peuplées généralement par des ethnies d'éleveurs (Peuhl, Foulbé, Toucouleur...) partiellement sédentarisées où la production céréalière s'est développée ces 30 dernières années. Le rapport UBT/ha cultivé se situe entre 8 et 15 avec une charge animale généralement limitée (moins de 10 UBT/km²) à cause de la faible densité de population.

Les rendements en céréales sont généralement élevés du fait d'une bonne fertilité du sol entretenue par des apports réguliers de fumure animale et, si besoin, par le recours à la jachère (BOUTRAIS, 1995 ; ADAMOU, 1989). Le parage du bétail sur une partie de

l'aire de culture en saison sèche est systématique. Le parage de saison des pluies sur des jachères de courte durée, observé chez certains éleveurs M'bororo au Nord-Cameroun, est moins fréquent. Les transferts de fertilité se font presque exclusivement depuis les zones pastorales vers les zones cultivées (figure 5). La durabilité de ces systèmes de production est assurée tant que la surface cultivée n'augmente pas considérablement à cause de l'arrivée de paysans migrants par exemple.

Les zones d'élevage traditionnel où les surfaces cultivées progressent rapidement

Ces situations sont de plus en plus fréquentes en Afrique sub-saharienne, surtout 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 et de l'intérêt des paysans pour les cultures de vente, les surfaces cultivées augmentent 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 5). Lorsque le rapport UBT/ha cultivé 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 sud du Mali : 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, 1995).

L'équilibre est assuré par la conjonction d'une charge animale élevée (de l'ordre de 30 UBT/km²) et d'une préservation d'un espace de parcours naturels non cultivé sur plus de la moitié de la surface totale des terroirs. Ces parcours permettent d'assurer l'alimentation du bétail une bonne partie de l'année, et de pratiquer la jachère. Lorsque les surfaces cultivées progressent, les agriculteurs doivent rechercher concomitamment une augmentation des effectifs de bovins afin de maintenir, voire d'augmenter, la production de fumure organique par hectare cultivé (BOSMA *et al.*, 1995). Dans ce contexte, l'amélioration des disponibilités fourragères est indispensable,

comme cela a été mis en évidence et proposée dans les régions les plus peuplées de la zone cotonnière au Mali (culture de dolique associée au maïs, jachère de courte durée à base de légumineuses fourragères...).

Les zones à dominante agricole où l'élevage est régression

Cette troisième situation découle directement de la précédente du fait de l'accroissement de la population (plus de 60 hab/km²) et des surfaces cultivées au détriment des espaces pastorales. Dans un premier temps, l'élevage extensif régresse ou migre vers des zones moins peuplées (GARIN *et al.*, 1995 ; LERICOLLAIS *et al.*, 1994). Cette diminution d'effectif peut être compensée par un accroissement du cheptel bovin intégré aux exploitations (cas du terroir de Héri). Les cultures concernent 60 à 90 % de la surface du terroir. L'impact de l'élevage sur l'entretien de la fertilité des sols cultivés devient forcément très limité du fait d'un rapport UBT/ha cultivé souvent inférieur à 0,5 (DUGUE *et al.*, 1997).

En zone soudano-sahélienne (moins de 800 mm/an), l'élevage bovin producteur de fumure peut régresser rapidement à cause des mauvaises conditions pluviométriques qui affectent

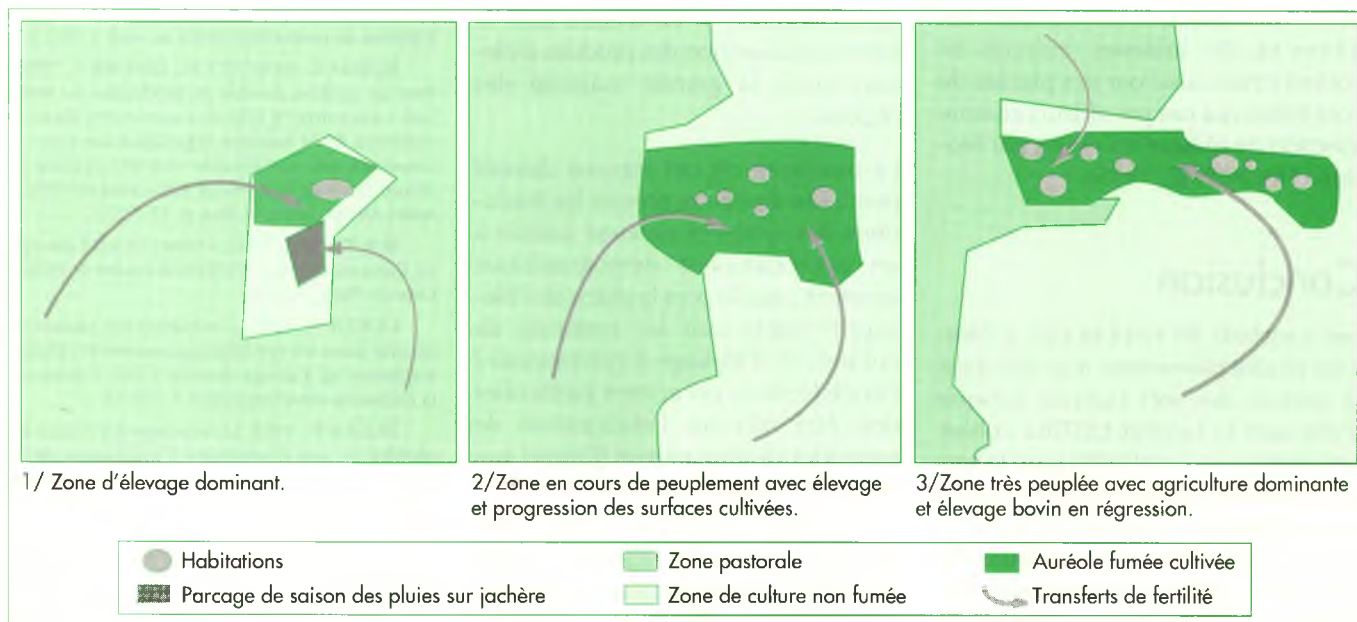


Figure 5. Localisation des transferts de fertilité dus à l'élevage selon les saisons.

tent les rendements des cultures (donc ceux en résidus) mais aussi la production des parcours naturels (LHOSTE, 1987 ; DUGUE, 1985). Les éleveurs migrent avec leurs troupeaux vers des régions plus humides. Les paysans sont alors obligés de vendre une partie de leur troupeau pour assurer leur approvisionnement vivrier et la mortalité du bétail augmente à la suite de la réduction drastique des disponibilités fourragères. 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 5). L'impact potentiel du recyclage de la biomasse végétale non consommée par le bétail en fumier ou en compost reste faible du fait des disponibilités en résidus de culture après prélèvement par le bétail et les populations, le plus souvent inférieure à 700 kg/ha (DUGUE, 1996 ; BADIANE, 1998). Il semble alors difficile de modifier notablement l'importance de ces transferts qui nécessiterait une recapitalisation des exploitations agricoles (achat de bovins et de matériel de transport) ainsi qu'un accroissement du disponible fourrager. La principale alternative d'entretien de la fertilité du sol repose non plus sur l'élevage mais sur des transferts verticaux réalisés par les parcs arborés.

Dans les régions plus humides (800-1 200 mm) ce type de transfert vertical peut être toujours assuré par des arbres ou des arbustes (cultures en couloir) mais aussi par des plantes de couverture qui ont par ailleurs comme fonction de réduire les pertes par érosion (TRIOMPHE, 1995).

Conclusion

Les transferts de fertilité dus à l'élevage jouent pleinement leur rôle dans la gestion des sols cultivés lorsque d'une part le rapport UBT/ha cultivé est supérieur à 1 et d'autre part, la surface cultivée n'excède pas 50 % de la surface totale des terroirs (ce qui correspond à une densité de population inférieure à 40 ou 50 hab/km²). Par ailleurs, la durabilité des transferts de fertilité du saltus vers l'ager repose sur

la capacité des zones de parcours à produire de la biomasse consommable par le bétail. Cette production sera pérenne si les mécanismes biologiques naturels d'entretien de la fertilité de sol de cette portion de terroir ne sont pas altérés. 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.

Les travaux menés au Nord-Cameroun, ainsi que ceux actuellement en cours en zone de savane (Haute-Casamance au Sénégal, sud du Tchad et du Burkina Faso), mettent en évidence l'accroissement des surfaces cultivées et le rôle de plus en plus important qu'elles jouent dans l'alimentation du bétail. Cette évolution s'accompagne d'une réduction des transferts de fertilité de la zone de parcours vers l'aire de culture. Les transferts de fertilité internes à la zone cultivée se développent par les apports plus fréquents de fumure organique mais aussi des récoltes de résidus de culture, voire dans quelques cas de production fourragère. Dans ce contexte, une intensification conjointe des productions végétales et animales est à rechercher. Les contraintes majeures à sa mise en œuvre sont, d'une part, les difficultés des paysans à s'approvisionner en engrais — intrant indispensable à l'augmentation significative de la biomasse végétale — et, d'autre part, la faible rémunération des produits d'élevage dans la grande majorité des régions.

La poursuite de ces travaux devrait permettre de mieux prévoir les évolutions des systèmes agraires soumis à un accroissement démographique constant : quelle sera la place de l'élevage ? Quels sont les systèmes de cultures et d'élevage à promouvoir ? Parallèlement, un accent particulier doit être mis sur l'élaboration de méthodes de formation et d'appui aux populations rurales qui doivent :

– leur fournir les informations afin qu'elles s'adaptent rapidement aux nouvelles contraintes avant que les processus de dégradation des ressources naturelles aient pris de l'ampleur ;

– améliorer la coordination entre les groupes de producteurs aux stratégies différents (paysans sans bétail, agro-éleveurs, pasteurs) ;

– aboutir à la mise en place de services (crédit, vulgarisation, approvisionnement...) dont la gestion sera assurée tout ou partie par les producteurs afin de valoriser les innovations techniques disponibles, en particulier celles qui concernent la production de fumure organique et la gestion de la fertilité des sols.

Bibliographie

ADAMO D., 1990. Etudes des systèmes de culture en milieu éleveurs : cas du territoire de Banh. Mémoire, Cnearc, Cirad, Montpellier, France ; Inera, Ouagadougou, Burkina Faso, 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, France, p. 89-122.

BADIANE A., 1993. Le statut organique d'un sol sableux de la zone Centre-Nord du Sénégal. Thèse de doctorat, Inpl, Ensaia, Nancy, France, 200 p.

BERGER M., 1996. L'amélioration de la fumure organique en Afrique soudano-sahélienne. Pochette de sept fiches techniques + bibliographie, numéro hors-série, Agriculture et développement.

BOSMA R., BENGALY K., TRAORE M., ROEVED 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, Bamako, Mali, collection systèmes de production rurale au Mali 3, 202 p.

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 Ababa, Ethiopie, Ilca, p. 212-223.

BOU TRAIS J., 1995. Hautes terres d'élevage au Cameroun. 2 vol. Collection Etudes et thèses, Orstom, Paris, France.

DUGUE P., 1985. L'utilisation des résidus de récolte dans un système agro-pastoral sahélio-soudanien au Yatenga (Burkina Faso). Cahiers de la recherche-développement 7 : 28-37.

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 de travail Cirad-sar 6/96, Montpellier, France, 28 p.

DUGUE P., LE GAL P.-Y., LELANDAI 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. In Soil fertility management

in West African land use systems. Ed. Margraf Verlag (Weikersheim), p. 369-380.

DUGUE P., OLINA J.-P., 1997. Utilisation des légumineuses pour l'amélioration des jachères et la production de fourrage. Irad/dpgt, Garoua, Cameroun, 22 p.

DUGUE P., 1998. Flux de biomasse et gestion de la fertilité à l'échelle des terroirs. Document de travail Cirad-tera 29/98, Montpellier, France, 67 p.

DULIEU D., 1987. L'intensification fourragère en zone sub-humide. L'exemple de la Côte d'Ivoire, nouvelles perspectives en milieu paysan. In Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale. Gestion, aménagement et intensification fourragère. Etudes et Synthèses de l'emvt, Cirad-emvt, Montpellier, France, p. 235-277.

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 26 : 65-84.

GIRAUDY F., 1993. La culture du coton et l'utilisation des intrants sur les céréales dans la zone Mali-Sud. Cellule suivi-évaluation Cmdt, Bamako, Mali, 18 p.

GUILLONEAU A., 1988. Les parcs de nuit et l'utilisations des déjections animales dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Idessa, Bouaké, Côte d'Ivoire, 26 p.

LANDAIS E., LHOSTE P., GUERIN H., 1991. Systèmes d'élevage et transferts de fertilité. In Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Ed. Focal Coop, ministère de la coopération et du développement, Paris, France, p. 219-270.

LERICOLLAIS A., FAYE A., 1992. Des troupeaux sans pâturages en pays sereer au Sénégal. In A la croisée des parcours. Pasteurs, éleveurs, cultivateurs. Orstom, Paris, France, p. 165-196.

LHOSTE P., 1987. L'association agriculture-élevage. Evolution du système agro-pastoral au Sine Saloum (Sénégal). Cirad-emvt, Montpellier, France, Etudes et synthèses de l'emvt 21.

LHOSTE P., DOLLE V., ROUSSEAU J., SOLTNER D., 1993. Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage. Collection Manuels et précis d'élevage, ministère de la coopération, Paris, France, 288 p.

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 Agriculture des savanes du Nord-Cameroun, actes de l'atelier d'échange, 25-29 novembre 1996, Garoua, Cameroun. Collection Colloques, Cirad, Montpellier, France, p. 211-225.

TRIOMPHE B., 1996. Seasonal nitrogen dynamics and long-term changes in soil properties under the mucuna/maize cropping system on the hillsides of northern Honduras. Thèse Ph.D, Cornell University, Etats-Unis, 217 p.

Résumé... Abstract... Resumen

P. DUGUE — Les transferts de fertilité dus à l'élevage en zone de savane.

En Afrique soudano-sahélienne et soudanienne, les ruminants valorisent des ressources fourragères de faible qualité, pauvres en azote. La mobilité des troupeaux assure des transferts de fertilité des zones de pâturage vers les aires cultivées. L'utilisation de cette fumure est un des éléments de base des modèles de développement fondés sur l'intégration de l'élevage et de l'agriculture. Les transferts de fertilité se caractérisent par des flux de matières organiques et minérales liés à leur transport par les populations, par des phénomènes naturels (érosion hydrique et éolienne) et au déplacement du cheptel. L'article analyse les transferts de fertilité à l'échelle de deux terroirs agropastoraux du nord du Cameroun. Cette étude de cas est associée à une revue bibliographique relative aux transferts de fertilité dans les principales situations agricoles de la zone de savane d'Afrique sub-saharienne. Charge en bétail, fertilisation des cultures, gestion de la fertilité du sol, utilisation actuelle de la fumure animale, potentiel en fumure organique d'origine animale, Localisation des apports, conduite des troupeaux, flux des résidus de culture et de sous-produits agricoles sont successivement quantifiés et commentés. Des voies d'amélioration sont proposées, qui touchent l'ensemble de la gestion des terroirs et de l'occupation de l'espace en zone de savane. Elles tiennent compte de l'évolution de l'installation des populations humaines : zones à faible densité de population et à élevage extensif, zones d'élevage traditionnel où les surfaces cultivées progressent rapidement, zones à dominante agricole où l'élevage est régression.

Mots-clés : fumure organique, gestion de terroir, parcours, pâturage, élevage, zone tropicale à une saison des pluies, Afrique.

P. DUGUE — Fertility transfers due to livestock rearing in savannah zones.

In Sudan-Sahelian and Sudanese Africa, ruminants consume poor quality forage with a low nitrogen content. Herd mobility ensures fertility transfers from pastoral to cultivated areas. Manure is one of the keynotes of development models based on integrating livestock rearing and agriculture. Fertility transfers are characterized by organic matter and nutrient flows linked to their transport by humans, natural phenomena (water and wind erosion), and livestock movements. The article analyses fertility transfers in two agro-pastoral areas in northern Cameroon. The case study is accompanied by a bibliographical review concerning fertility transfers in the main agricultural situations in the savannah zone of sub-Saharan Africa. Stock numbers, crop fertilization, soil fertility management, current use of manure, the prospects for organic fertilizers of animal origin, application areas, stock management techniques, and crop residue and agricultural by-product flows are successively quantified and discussed. Improvements are proposed, encompassing every aspect of land management and occupation in savannah zones. They take account of human population trends: zones with low population density and extensive livestock rearing, traditional livestock rearing areas where the cultivated area is expanding rapidly and predominantly agricultural areas where livestock rearing is regressing.

Keywords: organic fertilizer, land management, commonage, pasture, livestock rearing, tropical zones with a rainy season, Africa

P. DUGUE — Las transferencias de fertilidad debidas a la ganaderia en zona de sabana.

En África sudano-saheliana y sudanesa, los rumiantes valorizan los recursos forrajeros, de baja calidad, pobres de nitrógeno. La movilidad de las manadas asegura transferencias de fertilidad de las zonas de pasto hacia áreas cultivadas. La utilización de este abono es uno de los elementos básicos de los modelos de desarrollo fundamentados en la integración de la ganadería y de la agricultura. Las transferencias de fertilidad se caracterizan por flujos de materias orgánicas y minerales relacionados con su transporte por las poblaciones, por los fenómenos naturales (erosión hídrica y eólica) y por el desplazamiento del ganado. El artículo analiza las transferencias de fertilidad a escala de dos terruños agro pastorales del norte de Camerún. Este estudio de caso está asociado con un examen bibliográfico relativo a las transferencias de fertilidad en las principales situaciones agrícolas de la zona de sabana de África sub sahariana. Sucesivamente, se cuantifican y comentan la carga en ganado, la fertilización de los cultivos, la gestión de la fertilidad del suelo, la utilización actual del abono animal, el potencial en abono orgánico de origen animal, la localización de los aportes, el manejo de las manadas, los flujos de los residuos de cultivo y de subproductos agrícolas. Se proponen vías de mejoramiento, que abarcan toda la gestión de los terruños y de la ocupación del espacio en zona de sabana. Toman en cuenta la evolución de la instalación de las poblaciones humanas: zonas de baja densidad de población y ganadería extensiva, zonas de ganadería tradicional donde las superficies progresan rápidamente, zonas con dominante agrícola donde la ganadería se halla regresando.

Palabras-claves: fertilización orgánica, gestión de terruño, recorrido, pasto, ganadería, zona tropical temporada de lluvias, África.