Systèmes d'élevage et transferts de fertilité dans la zone des savanes africaines

Étienne Landais, Philippe Lhoste

II. Les systèmes de gestion de la fumure animale et leur insertion dans les relations entre l'élevage et l'agriculture

Nous abordons dans cette seconde partie les pratiques par lesquelles les producteurs agricoles mettent à profit les mécanismes biologiques décrits dans la première partie de cet article [2], en termes de gestion de la fumure animale. Nous traiterons, à ce propos, de trois thèmes :

— la diversité des pratiques de gestion de la fumure animale ;

— la diversité qualitative des produits utilisés pour la fumure organique animale ;

— les effets agronomiques de la fumure animale.

E. Landais : INRA/SAD, route de Saint-Cyr, 78026 Versailles Cedex, France.
Ph. Lhoste : CIRAD/EMVT, 9, place Viala, 34060 Montpellier Cedex, France.

Cette publication est tirée de la communication présentée aux Rencontres Internationales « *Savanes d'Afrique, terres fertiles ?* » organisées par le CIRAD à Montpellier, du 10 au 14 décembre 1990 [1]. Nous remercions les autorités du CIRAD pour leur aimable autorisation.

Les systèmes de gestion de la fumure animale

Diversité des pratiques de gestion

Nous distinguerons les pratiques traditionnelles et les pratiques améliorées.

• Les pratiques traditionnelles

Trois systèmes traditionnels sont couramment rencontrés en zone de savane africaine.

- Le parcage de nuit au piquet avec translation du dispositif sur les parcelles

Ce système souvent décrit sous le nom de « parcage » consiste à immobiliser les animaux pour la nuit sur les parcelles après la récolte, ou en saison des pluies sur des jachères, en les attachant par les cornes à un piquet, ou parfois à un arbre ou à un tronc d'arbre. Les positions relatives des animaux dans le dispositif sont en général respectées lors des déplacements de celui-ci, l'ensemble du « parc » étant transféré d'une parcelle à l'autre ou sur la même parcelle, à un rythme variable (de quelques jours à une quinzaine de jours au maximum), de manière à répartir les déjections [3, 4].

Cette technique du parcage, très commune en zone soudano-sahélienne, est le moyen privilégié utilisé pendant la saison sèche pour la fertilisation des champs de céréales qui forment la première auréole autour du village (« Tol kër » en Wolof au Sénégal, « Pom bod » en Sereer). En saison des pluies, le parcage est moins systématique ; il peut, dans le meilleur des cas, avoir lieu sur les jachères assolées, destinées à une remise en culture l'année suivante. Parfois, pour limiter les risques de dégâts sur les cultures avoisinantes, les troupeaux sont rejetés en dehors des zones de culture et parquent alors dans des parcours boisés, avec un gaspillage certain de la fumure organique. L'intérêt du parcage tient au fait que les transferts sont assurés par les animaux ; il y a, assurément, très peu d'investissement (cordes, piquets...) et l'ensemble des déjections (fèces et urines) est bien déposé sur les parcelles durant les temps de séjour concernés, qui sont couramment de 14 heures sur 24. Les dépôts de fèces peuvent être estimés dans ces conditions [4] par une formule qui intègre le poids des animaux, le temps de séjour par 24 h et le nombre de nuitées. Les quantités déposées sont de l'ordre de 50 kg de MS de fèces par UBT et par mois, soit 600 kg de MS de fèces par UBT et par an*.

Ce système a longtemps permis de valoriser les déjections animales des troupeaux transhumants par le biais des « contrats de fumure » traditionnels passés entre des agriculteurs sédentaires dits « logeurs » et des pasteurs venus, pour la saison sèche, d'une autre région. Ce type de contrat se fait aujourd'hui plus rare, en raison de la détérioration de nombreux terroirs africains.

* Nous avons retenu la norme moyenne suivante : l'UBT (unité de bétail tropical, d'un poids standard de 250 kg vifs) qui ingère environ 2 300 kg de MS/an (soit 6,25 kg par jour) excrète environ 1 000 kg de MS/an. Ces quantité de fèces excrétées peuvent varier assez fortement avec la saison *(figure 4 [1])*. La quantité moyenne de 600 kg de MS déposée tient compte du temps habituel de séjour sur la parcelle.

26 OCT. 1993
ORSTOM Fonds Documentaire
N° : 38.596 ex 1
Cote : B

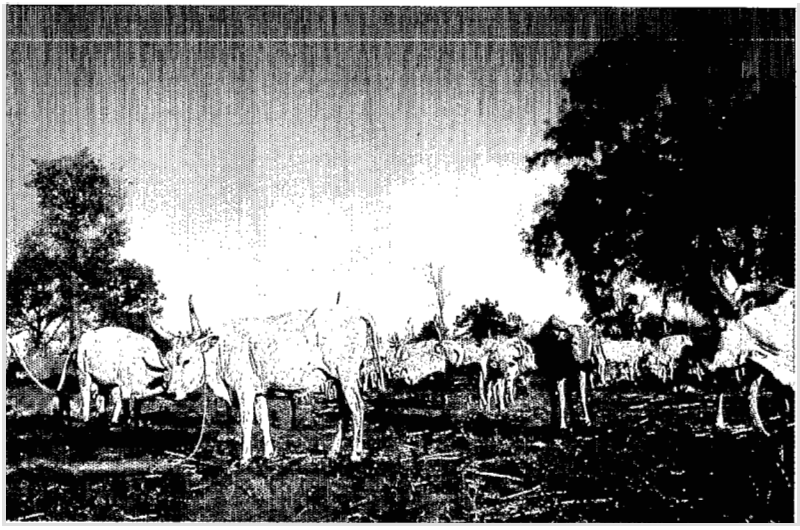


Photo 1. Parcage mobile de bovins au piquet sur champ de mil en zone agro-pastorale (Siné-Saloum, Sénégal) (Cliché Ph. Lhoste).

Photo 1. Staked mobile cattle paddock in an agro-pastoral zone millet field (Sine-Saloum, Senegal).

- Les parcs de nuit mobiles

Ce sont notamment les pasteurs Peul qui parquent leurs animaux dans de petits enclos d'épineux sur leurs propres parcelles de culture, durant l'intersaison agricole, ou sur les zones défrichées et destinées à être cultivées [5]. Ce système est souvent fondé sur un rapport très favorable entre l'effectif du cheptel, et donc les surfaces pâturées, et les surfaces à fertiliser ; les transferts de fertilité sont, dans ces conditions, importants et concentrés sur des surfaces limitées. Il faut préciser que ces éleveurs Peul tirent en général de leur troupeau une partie importante de leur alimentation et de leurs revenus ; ils peuvent donc tolérer un bilan céréalier très déficitaire et ne mettent en culture que de faibles superficies. Les rendements de leurs cultures, en revanche, peuvent être assez élevés compte tenu de l'importance des dépôts de déjections animales.

Ce type de pratiques se rencontre notamment au nord de la Côte-d'Ivoire [5, 6], mais c'est aussi la base du système agropastoral des Peul de l'Adamaoua au Cameroun. Dans ces différentes situations, la pérennité du système n'est assurée que grâce à un disponible de parcours assez important. La pression croissante sur la terre en zone soudanienne condamne sans doute, à moyen terme, le maintien de ces systèmes équilibrés mais consommateurs d'espace et relativement peu productifs.

Au plan agronomique, cette technique ne diffère pas fondamentalement de la précédente. Néanmoins, la méthode de contention diffère : les animaux sont en liberté dans l'enceinte du parc, ce qui accroît fortement le piétinement et facilite peut-être l'incorporation au sol des matières fertilisantes.

- Les parcs de nuit fixes

Les parcs de nuit fixes sont fréquents dans les villages sédentaires, dont le cheptel bovin est regroupé en troupeaux généralement collectifs. Ce système pose le problème du transport des déjections accumulées dans le parc vers les parcelles. Dans la majorité des cas, il y a un gaspillage important de fumure et le plus souvent les épandages sont limités à de petites parcelles ou à des jardins proches du parc.

L'organisation sociale collective de ces troupeaux ne facilite sans doute pas l'utilisation de la terre ou poudrette de parc [6]. Dans certains villages (Basse-Casamance), celle-ci est répartie entre les familles qui possèdent les bovins et transportée par les femmes sur les rizières. Les marges d'amélioration sont importantes, à condition de disposer de moyens de transport. La charrette à traction animale est tout à fait indiquée, voire indispensable pour améliorer l'utilisation de la fumure organique dans ces systèmes sédentaires [7].

• Les pratiques améliorées

Les formes de fumure organique élaborées sont le compost et le fumier. Des méthodes améliorées permettent de fabriquer un fumier correct selon les techniques suivantes :

— les « parcs améliorés » vulgarisés par la Compagnie malienne des textiles (CMDT) au Mali-Sud, qui sont des parcs de nuit où l'on apporte de la litière ;

— la technique des « parcs d'hivernage », mise au point par l'Institut national d'études et de recherches agricoles (INERA) au Burkina Faso ;

— les étables et fosses fumières, qui permettent de fabriquer un véritable fumier au sein de l'exploitation agricole, avec les animaux intégrés à cette exploitation. Elles sont en particulier vulgarisées aujourd'hui par la Société pour le développement des fibres textiles (SODEFITEX) au Sénégal-Oriental et en Haute-Casamance.

- Les parcs améliorés (CMDT : Mali-Sud)

La technique est simple et consiste essentiellement à apporter, dans les parcs de nuit des animaux, un maximum de matière végétale d'origine et de qualité variables : pailles, résidus de récolte, déchets de battage, etc. Les fourrages grossiers distribués au parc participent, par la forte proportion des refus, à l'apport de matière végétale destinée à la fabrication du fumier. Des résidus grossiers, même fortement lignifiés, peuvent entrer dans cette fabrication. La CMDT affirme ainsi que des cotonniers après récolte du coton (résidus estimés à environ 1 t/ha de MS) peuvent être incorporés au fumier dans ces parcs ; le piétinement des animaux et les fermentations qui se produisent dans la litière suffiraient à faire évoluer ces matériaux très fibreux.

Cette technique a pu s'implanter au Mali-Sud pour deux raisons principales :

— les troupeaux bovins sont de plus en plus souvent gérés à l'échelon familial, ce qui facilite grandement ce type d'amélioration ;

Tableau 1

Flux annuels de résidus agricoles et de fumier dans une exploitation de 10 hectares traitant 4 hectares de céréales et fertilisant 2 hectares/an

Résidus et fumiers	Par ha récolté (litière)	Total pour l'exploitation	Par ha fertilisé
MS résidus transportés (t)	3	4 × 3 = 12	
MS résiduelle (t)	2*	4 × 2 = 8	
MS fèces (t)	1**	4 × 1 = 4 (soit 8 UBT à mi-temps)	
MS fumier (t)	3	12	6
Fumier brut à 50 % MS (t)	6	24	12

* La phytomasse des résidus est en partie consommée par les animaux au parc de nuit (hypothèse : un tiers consommé, deux tiers incorporés au fumier).
** Cette quantité de dépôts de fèces correspond à environ 2 UBT par an en supposant que l'on récupère, au parc de nuit, environ 50 % de l'excrétion fécale.

Annual flow of agricultural residues and manure by weight in a 10-hectare farm processing 4 hectares of cereals and fertilizing 2 hectares per year

— l'équipement en traction animale et en particulier en charrettes de la région du Mali-Sud est particulièrement important ; c'est la condition indispensable à la réussite de cette technique dans laquelle les transports de matière sont importants.

Une évaluation sommaire des quantités à transporter est présentée au *tableau 1* pour une exploitation de 10 hectares.

Les quantités à transporter pour cette exploitation seraient les suivantes :

— des parcelles au parc de nuit proche du village : 12 tonnes de résidus de céréales, volumineux ;

— du parc de nuit aux parcelles de culture : 24 tonnes de fumier brut pour fertiliser 2 hectares à raison de 6 t/ha de MS.

- *Les parcs d'hivernage du Burkina Faso* [8]

La technique proposée par les chercheurs de l'INERA au Burkina Faso consiste à implanter, directement sur la parcelle de sorgho, le parc clôturé destiné à la fabrication du fumier de manière à limiter les transports de paille. Le fumier fabriqué est ensuite épandu sur cette même parcelle dans le cadre d'une rotation triennale illustrée par le *tableau 2* et la *figure 1*.

On note dans ce système un décalage d'une année entre la fabrication du fumier à partir des résidus de la culture du sorgho de l'année 1 et son utilisation sur la culture du maïs de l'année 3. Pendant l'année 2 (culture du cotonnier), le fumier est humecté sur place par les pluies.

Les quantités citées sont les suivantes : 4 t/ha de résidus de sorgho utilisés comme litière au cours de la saison sèche à raison de 2,5 kg par bovin et par nuit permettent après 1 600 nuitées (soit par exemple 16 bovins pendant 100 nuits) de fabriquer 6 tonnes de fumier. Cette quantité de fumier permet de fertiliser la parcelle tous les 3 ans.

La *figure 1* compare quelques aspects des deux systèmes décrits ci-dessus pour la CMDT et l'INERA à partir de l'exemple d'un exploitant agricole souhaitant fertiliser 2 hectares par an.

Le système CMDT Mali-Sud peut fonctionner avec une dizaine de bovins sur l'exploitation (environ 8 UBT) qui utilisent toute l'année le parc de nuit ; le système INERA est plutôt adapté à des troupeaux de plus grande taille. Selon les normes proposées, ce sont par exemple 16 bovins pendant 100 nuits ou 32 bovins pendant 50 nuits qui permettent de fabriquer la quantité requise de fumier.

L'intérêt du principe proposé par l'INERA est que l'on retrouve une logique de complémentarité entre éleveurs et agriculteurs qui s'inspire des contrats de fumure traditionnels, lesquels seraient, d'après nos enquêtes, en voie de disparition dans la zone cotonnière [9].

Photo 2. Vue aérienne d'un parc de nuit fixe traditionnel en pays Sénoufo (Nord Côte-d'Ivoire) (Cliché Ph. Lhoste).

Photo 2. Aeriel view of a traditional regular night paddock in Senoufo land (northern Ivory Coast).

- *La fabrication d'un vrai « fumier de ferme »*

Pour les animaux intégrés à l'exploitation agricole, c'est-à-dire ceux dont le séjour nocturne est assuré dans les dépendances de la concession, il est possible de proposer des techniques de fabrication de fumier plus efficaces, mais qui présentent aussi davantage de contraintes.

D'importants travaux ont été conduits, depuis plusieurs décennies, dans les stations expérimentales telles que le Centre de recherches agronomiques de Bambey, au Sénégal [10] ou le Centre de recherches zootechniques de Sotuba, au Mali [11] ; ils ont permis de préciser les itinéraires techniques les plus efficaces.

A Sotuba, Boudet préconise une stabulation libre de 20 m² (5 × 4 m) pour quatre bovins N'Dama afin de produire le fumier de ferme, en saison sèche, à partir de pailles de brousse (*Andropogon pseudapricus*, produisant 3,5 t/ha sur des parcelles « débroussées »). Une tonne de paille permet de produire 2,5 tonnes de fumier après arrosage (il s'agit de fumier vraisemblablement proche de 45-50 % de MS). L'auteur insiste sur la nécessité d'arroser le fumier en saison sèche et de le protéger de l'évaporation. Dans le sud de la Côte-d'Ivoire, des essais de fabrication de fumier ont été conduits en utilisant *Panicum maximum* comme source de phytomasse ; si la pluviométrie est élevée, ou pendant la saison des pluies en zone soudanienne, il faut éviter le lessivage excessif du fumier et placer le parc en position favorable (« kraal à litière surélevée ») pour éviter l'excès d'humidité.

A Bambey, l'équipe de recherche a travaillé sur l'adaptation d'étables fumières qui n'ont pas eu un très grand impact en milieu rural. Les travaux de ce centre ont, en revanche, précisé les normes de fabrication et d'utilisation agronomique du fumier. L'UBT est susceptible de produire 5 tonnes de fumier par an (à 45 % de MS) dans des conditions optimales de récupération des fèces et urines, ce qui correspond aux potentialités productives de l'UBT avec un apport d'environ 1 tonne de MS fécale incorporée dans les 2 250 kg de MS du fumier. Ces normes sont à adapter aux situations paysannes, avec des temps de séjour des animaux parfois différents. Des dispositifs variés d'étables fumières ont donc été proposés par la recherche et le développement. L'étable fumière à deux compartiments et la fosse fumière peuvent être citées comme des dispositifs intéressants en milieu paysan. La fosse fumière permet essentiellement de concentrer dans un volume limité les fèces et les urines mélangées à la litière ; un tel dispositif est bien adapté à la stabulation de bœufs de trait par exemple. L'étable fumière à deux compartiments est une adaptation du dispositif précédent consistant à utiliser alternativement deux blocs identiques : l'un sert à héberger les animaux et à fabriquer le fumier pendant que l'autre est en cours d'évacuation sur les parcelles ; ce système semble mieux adapté aux situations à forte pluviosité et à plusieurs cycles de culture, au Rwanda par exemple, où il a été testé.

Les contraintes du schéma canonique sont donc fortes : installations avec couverture et possibilité d'arrosage ; apports importants de matière végétale, tassement, drainage, ombrage... L'important est donc de s'adapter aux situations locales en mettant un maximum de sécurité dans un schéma tech-

Tableau 2

Itinéraire technique de fertilisation proposé par l'INERA

Rotation		Culture pratiquée	Itinéraire technique « fumier »
Année 1	SP SS	Sorgho	Parcage des animaux sur résidus de sorgho
Année 2	SP	Coton	Humidification par les pluies du fumier sur le parc
Année 3	SP (début) SP (suite)	Maïs	Épandage et enfouissement du fumier avant semis

Manure fertilization strategy recommended by the INERA

Tableau 3

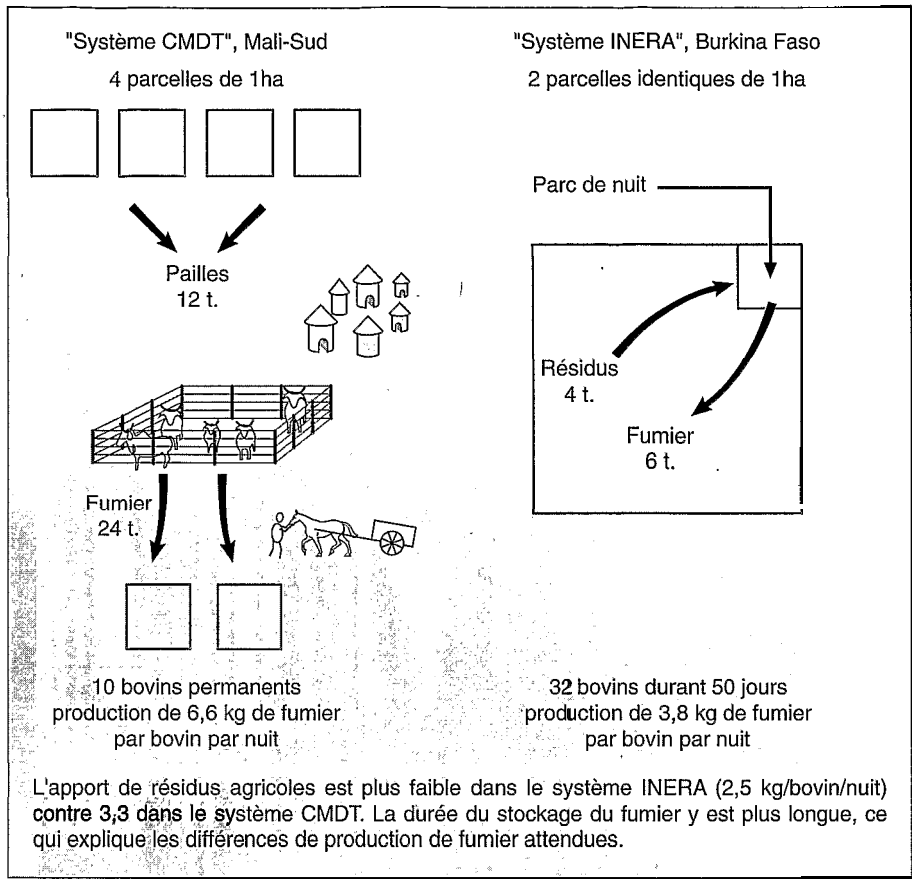
Composition du fumier en éléments minéraux (en % de la MS) [12]

Fumiers	1	2	3	4	5	6	7
Humidité (%)	-	-	-	21,1	57,4	66,2	37,4
N	2,47	1,44	0,89	1,50	1,45	1,28	0,72
P_2O_5	0,51	0,80	0,30	0,50	0,45	0,40	0,29
K_2O	4,26	0,70	0,30	2,48	2,02	1,19	0,85
CaO	1,00	} 1,37*	} 0,73*	1,43	1,29	0,87	0,62
MgO	0,67			1,22	0,36	0,58	0,46
Na	0,25						
Cendres	37,90	10,80	49,60	15,90	54,00	60,30	86,80
Cendres insolubles	18,50	5,40	45,70	7,40	47,30	55,40	82,50

* meq

1 : Fumier de ferme fabriqué à la station de Saria (Burkina Faso), 2 : Bouses fraîches (Sénégal), 3 : Bouses séchées et termitées (Sénégal), 4 : Fumier de ferme fabriqué à Bambey couche supérieure, 5 : Fumier de ferme fabriqué à Bambey couche moyenne supérieure, 6 : Fumier de ferme fabriqué à Bambey : couche moyenne inférieure, 7 : Fumier de ferme fabriqué à Bambey : couche inférieure.

Manure mineral element composition (in % of DM)



L'apport de résidus agricoles est plus faible dans le système INERA (2,5 kg/bovin/nuit) contre 3,3 dans le système CMDT. La durée du stockage du fumier y est plus longue, ce qui explique les différences de production de fumier attendues.

Figure 1. Comparaison des systèmes de fumure animale préconisés par la CMDT et l'INERA sur la base d'une exploitation de 10 hectares fertilisant 2 hectares par an.

Figure 1. Comparison of animal manure systems recommended by the CMDT and the INERA on the basis of a 10-hectare farm fertilizing two hectares per annum.

ment financier et en main-d'œuvre doit être justifié non seulement par l'amélioration agronomique résultant de la production du fumier mais aussi par l'amélioration des productions animales (lait par exemple). Cette technique s'inscrit dans un schéma d'intensification globale de la production végétale qui suppose, le plus souvent en zone de savane, la traction animale, non seulement pour le transport du fumier mais aussi pour son incorporation au sol (labour).

Diversité qualitative des produits utilisés en fumure organique animale

Les produits utilisés pour la fertilisation organique provenant des animaux sont à la fois très divers et souvent mal

nique acceptable par les producteurs. La fosse fumière est, à ce titre, très intéressante car elle favorise le tassement et le maintien de l'humidité. Divers projets de développement ont abordé ce thème avec plus ou moins de succès, notamment la Sodefitex au Sénégal-Oriental.

La technique de l'étable fumière (comme celle de la fosse fumière) ne doit pas être abordée isolément ; elle s'inscrit dans un schéma d'intensification du système de production dans ses aspects animal et végétal. Les animaux les plus indiqués pour entrer dans ces dispositifs sont donc les animaux intégrés à l'exploitation agricole et plus particulièrement les bœufs de trait, les animaux d'embouche et les vaches laitières, qui bénéficieront d'un affouragement éventuel et de compléments alimentaires à l'étable. Il est cependant souhaitable que les autres herbivores « intégrés » (petits ruminants, chevaux et ânes) participent à la fabrication de ce fumier de ferme [4]. L'investisse-

Tableau 4

Composition minérale de la terre de parc [13]

Terre de parc	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	Ca
Terre de parc sans paille (Mali)	1,30	1,50	2,46	-
Déjections termites après 45 j (Sénégal)	0,89	0,68	0,36	73 meq
Terre de parc (Burkina Faso)	1,28	0,57	0,67	-
Terre de parc (Côte-d'Ivoire)	1,50	0,59	1,08	0,5 %
Terre de parc (Côte-d'Ivoire)	2,23	0,82	3,71	-
Bouses fraîches (Sénégal)	1,44	1,82	0,84	Ca + Mg 1,37 meq

Mineral composition of the paddock earth

Tableau 5

Composition minérale de fèces desséchées [14]

Fèces	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
Fèces bovins	1,28	0,25	0,56
Fèces petits ruminants	2,20	0,27	0,88

Mineral composition of the dried faeces

définis ; une grande imprécision règne dans la terminologie utilisée (fumier, terre de parc, poudrette, compost, etc.). Les méthodes de prélèvement (échantillonnage) et d'évaluation (essais agronomiques) mériteraient aussi d'être précisées.

Les *tableaux 3 et 4* reproduisent divers résultats d'analyses de bouses et fumiers de ferme (Hamon, cité par Coulomb *et al.*, [12]), ainsi que de poudrettes [13].

Le *tableau 5* présente des analyses de fèces prélevées à l'état sec en saison sèche sur le sol, au Burkina Faso, réalisées par Quilfen et Milleville [14].

Ces quelques données confirment la forte variabilité de la composition minérale de ces différents produits. Les dépôts frais de fèces ont apparemment une richesse plus grande en éléments minéraux que les dépôts anciens, en raison notamment de l'action des termites. Les différences entre les espèces d'herbivores sont également à prendre en compte [2].

Ces résultats [15] confirment les analyses de Quilfen et Milleville, avec un taux de matière azotée plus élevé dans les fèces des petits ruminants que dans celles des bovins. Ce taux est surtout très affecté par le régime alimentaire, qui varie avec la saison (variations du simple au double selon les saisons).

Les fèces présentent une variabilité assez grande qui s'explique par différentes sources de variation contrôlables : espèce, saison, régime alimentaire... Des produits modifiés et transformés, tels que les poudrettes ou terres de parc ou les fumiers, intègrent en outre de nombreux facteurs de variation :

— pour le fumier : importance des éléments végétaux, humidification et tassement (qui jouent sur les fermentations), etc. ;

— pour les poudrettes : nature du terrain, saison, lessivage, durée de parcage, etc.

De plus, pour ce type de produits, de sérieux problèmes d'échantillonnage se posent. Les analyses effectuées à Bambey par Hamon [10] *(tableau 3)* illustrent l'influence du niveau de prélèvement du fumier sur sa composition minérale : les couches supérieures sont plus riches en éléments fertilisants (N, P, K, Ca, Mg) et en matière organique, alors que la couche inférieure souillée par la terre est très riche en silice (cendres insolubles).

En conditions de parcage tournant, les déjections sont déposées directement sur les parcelles et d'autant plus remaniées et modifiées que le temps écoulé est plus long. Ganry [16] produit des analyses qui confirment non seulement le dessèchement des fèces mais aussi leur appauvrissement minéral et organique sur le sol. Les quantités d'éléments fertilisants prélevées par les termites ne sont sans doute pas totalement perdues sur le plan agronomique ; macrofaune (vers, termites et insectes) et mésofaune (acariens, collemboles, etc.) consomment de la matière organique et la transforment, participant ainsi au processus d'humification [17]. Elles participent aussi à l'amélioration structurale du sol et augmentent, grâce à leurs galeries, la vitesse d'infiltration de l'eau.

Le fumier apparaît comme la forme privilégiée de fumure organique, qu'attestent les essais agronomiques. Ganry rappelle ainsi les résultats moyens établis au centre de Bambey en termes d'apports fertilisants du fumier : 5 tonnes de fumier frais (45 % MS)* à base de paille, compre-

Photo 3. Partage de la poudrette amassée dans le parc de nuit fixe du troupeau bovin collectif d'un village Diola (Basse-Casamance, Sénégal). Les femmes chargent la poudrette dans des paniers d'une trentaine de kilos et la transportent sur leur tête jusqu'aux rizières (Cliché E. Landais).

Photo 3. Sharing of the *poudrette*, dried and pulverized faeces, collected in the regular night paddock used collectively for a Diola village's herds (Basse-Casamance, Senegal). The women load the *poudrette* into baskets of some thirty kilos and carry them on their heads to the rice fields.

* Rappelons qu'il s'agit de la potentialité de production de l'UBT en conditions optimisées.

nant environ 25 % de terre humifère, restituent en moyenne 30 kg d'azote, 10 kg de P_2O_5, 35 kg de K_2O, 15 kg de MgO, 20 kg de CaO.

En conditions de parcage également, les apports fertilisants peuvent être considérables et déterminants pour le rendement des cultures, comme le confirment les producteurs eux-mêmes [3, 4].

Dans le nord du Burkina Faso, Quilfen et Milleville [14] indiquent que, selon les parcelles parquées, les quantités déposées peuvent varier le 1,2 à 9 tonnes de MS. Les apports de phosphore sont modérés (4 à 22 unités de P_2O_5 par ha) mais ceux d'azote (19 à 115 unités N) et de potasse (8 à 50 unités de K_2O par ha) sont loin d'être négligeables.

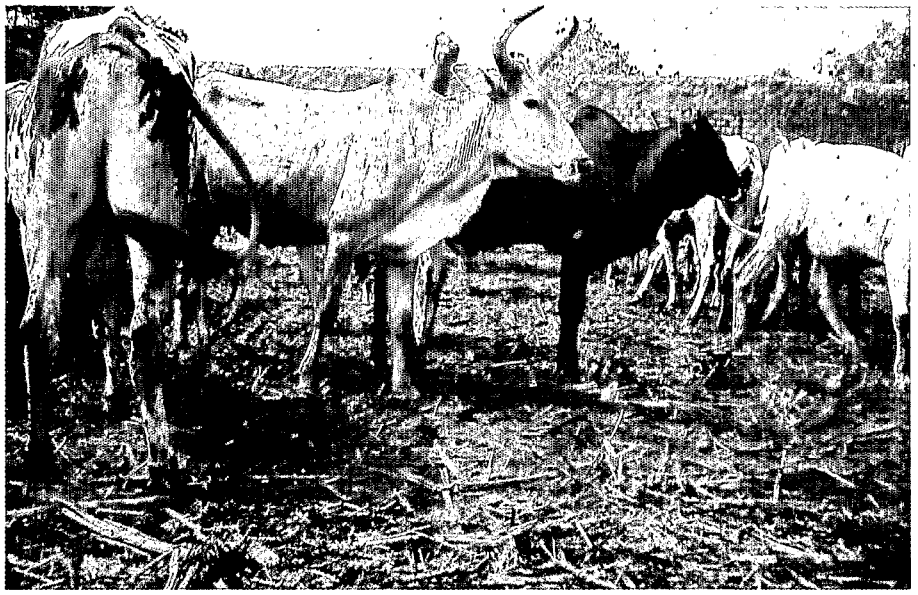


Photo 4. Zébus et métis dans un parc amélioré CMDT au Mali-Sud. On remarque l'importance de la litière, constituée essentiellement de cannes de mil (Cliché Ph. Lhoste).

Photo 4. Zebus and crosses in a improved CMDT paddock in southern Mali. Large quantities of bedding can be seen ; it mainly consists of millet cane.

Les effets agronomiques de la fumure animale

Ce thème a fait l'objet d'expérimentations tant en milieu contrôlé que chez des producteurs, dans le cadre des projets de développement ou d'opérations de recherche-développement [17].

L'intérêt de l'apport d'une matière organique évoluée et à rapport C/N relativement bas (compost ou fumier) n'est plus à démontrer. Les apports de pailles (à rapport C/N élevé) peuvent en revanche exercer sur les cultures des effets dépressifs, décrits par Piéri. Outre les apports fertilisants, le fumier joue, par sa matière organique, un rôle important sur la structure du sol, sur sa capacité de rétention de l'eau, sur sa stabilité... Le rôle anti-érosif de l'utilisation de la fumure animale est probablement important et mériterait des investigations complémentaires. Les essais conduits en matière d'amélioration du rendement des cultures sont souvent difficiles à interpréter, compte tenu des divers facteurs en jeu tels que les fertilisations minérales associées ; de plus, les autres facteurs de l'itinéraire technique ne sont pas toujours comparables.

Nous rappellerons toutefois, parmi d'autres, les résultats des essais menés au nord de la Côte-d'Ivoire par Bertaudière *et al.* [18], sur une culture de maïs, en année climatique défavorable *(tableau 6)*.

Tableau 6

Comparaison de l'effet de deux itinéraires de fertilisation sur une culture de maïs dans le nord de la Côte-d'Ivoire [18]

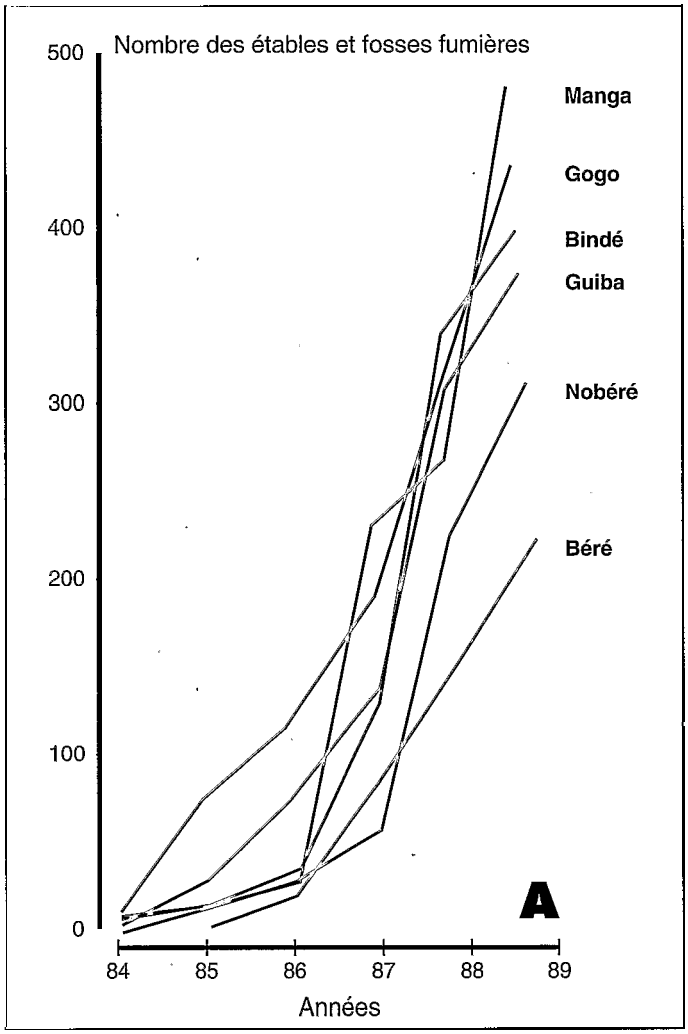
Itinéraires	Témoin	Poudrette	Parcage
Grains poids sec (kg) (gain relatif/témoin)	655	1 390 (+ 112 %)	1 564 (+ 138 %)
Chaumes poids sec (kg) (gain relatif/témoin)	1 092	1 695 (+ 55 %)	2 334 (+ 114 %)
Total (gain relatif/témoin)	1 747	3 085 (+ 77 %)	3 898 (+ 123 %)

Comparison of the effects of two fertilization strategies for a corn crop in northern Ivory Coast

Au Sénégal-Oriental, la Cellule recherche-développement de la Sodefitex a testé l'utilisation du fumier produit en étable fumière sur la culture du maïs, avec des apports de 2 ou de 4 tonnes à l'hectare. Les surplus de rendement sont les suivants : de 0 à 560 kg avec 2 t/ha de fumier et de 0 à 1 060 kg avec 4 t/ha de fumier.

Ces résultats agronomiques sont supérieurs à la plupart de ceux qui sont cités dans la littérature (en moyenne de l'ordre de 100 kg de céréales par tonne de fumier à l'hectare).

Dans certaines régions du Mali-Sud et du Burkina Faso, l'utilisation de la fumure animale est actuellement en forte progression. Nous présentons à la *figure 2* des résultats qui nous ont été communiqués par le projet de développement intégré du Zoundwéogo (Manga) au Burkina Faso. Ces résultats traduisent une progression rapide des étables et fosses fumières dans cette région sur une période courte (1984-1989). L'amélioration des rendements obtenus sur différentes cultures (coton, mil, sorghos blanc et rouge, maïs) est très significative. Certes, les conditions expérimentales ne sont pas clairement définies, et l'effet fumier n'est sans doute pas seul en cause, mais ces résultats traduisent probablement l'effet global de l'intensification



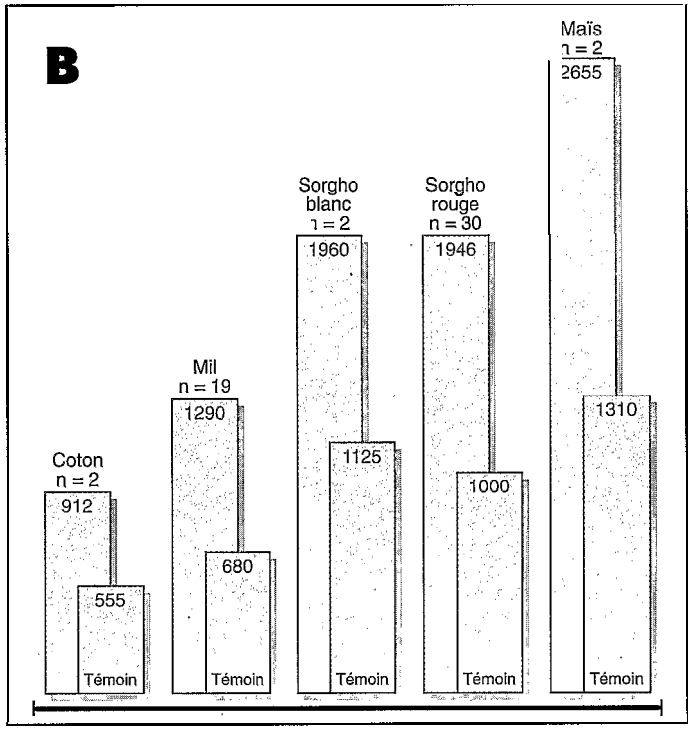


Figure 2. A. Évolution du nombre d'étables et de fosses fumières dans le ressort du Projet de développement intégré de Zoundwéogo (Manga, Burkina Faso). B. Effet du fumier sur les rendements des cultures (moyenne de la province de Manga, 1989).

Figure 2. A. Progression of the number of stables and manure pits coming under the Zoundweogo integrated development project (Manga, Burkina Faso). B. Effect of manure on crop yields (mean for the province of Manga, 1989).

Tableau 7

Temps de transport du fumier sur une surface de 1 hectare en fonction des moyens techniques et de l'éloignement du champ (quantité de fumier : 5 t/ha de MS) [7]

Éloignement du champ (km)	Moyens techniques		
	Rotation du parc*	Transport de la poudrette (jours)	
		Charrette à bœufs**	A pied
0,5	13	14	37
1		16	68
2		19	120
3		23	194

* Type traditionnel de parc
** Temps de travail nécessaire pour charger et décharger, transporter et épandre le fumier.

Manure transfer time for a 1-hectare surface area according to technical means and distance to field (quantity of manure : 5 t/ha DM)

agricole, dans le cadre de l'association de l'agriculture et de l'élevage.

Une contrainte importante en matière de fertilisation animale est liée au nombre d'animaux qui seraient nécessaires pour assurer des apports substantiels sur les champs cultivés des zones denses.

Schleich [7] s'est intéressé de façon très pratique, dans le nord de la Côte-d'Ivoire, aux conditions d'utilisation de la fumure animale et aux contraintes de travail. Il établit les ratios suivants selon les techniques : l'utilisation de la poudrette nécessite 25 UBT par ha à fertiliser, le parc tournant (système Peul) 18 UBT, les bœufs de trait intégrés 3 à 5 bœufs.

Les observations de Schleich, présentées au *tableau 7*, montrent clairement l'avantage du transport attelé sur la séquence : chargement, transport et épandage. Au-delà d'une certaine dis-

tance, le transport à pied devient absolument prohibitif : près de 200 jours sont nécessaires pour une parcelle distante de 3 km, contre 23 jours avec une charrette à bœufs.
L'emploi du fumier occasionne un surcroît de travail qui doit être compensé par l'augmentation des rendements. Schleich présente une intéressante illustration de ce débat en comparant rotation du parc et emploi du fumier avec ou sans traction animale dans deux situations différentes : terres disponibles ou pénurie de terres cultivables *(figure 3)*. L'auteur prend également en compte la distance des parcelles au parc. Les résultats indiquent que, selon ces critères, le travail manuel est rarement rentabilisé. En revanche, l'utilisation de la traction animale est largement favorable dans les situations où la terre est rare, ainsi que dans les situations où elle est disponible, si les distances au champ ne sont pas excessives.

La fertilisation animale dans le cadre des relations agriculture-élevage

L'élevage sera-t-il en mesure, dans l'avenir, de contribuer plus efficacement à l'entretien de la fertilité des sols en agriculture fixée dans la zone des savanes ? La réponse à cette question dépendra certes de l'évolution des techniques qui déterminent le rendement de la fonction fertilisante dévolue aux animaux. Mais elle dépendra aussi de l'évolution de l'importance relative des surfaces cultivées et du cheptel, dans un contexte marqué par une rapide croissance démographique et une densification généralisée, quoique encore très inégale, de l'occupation de l'espace rural. Toute réflexion sur ce thème doit donc s'efforcer de mobiliser l'ensemble des facteurs techniques, économiques et sociaux que l'on sait impliqués dans l'évolution conjointe de l'agriculture et de l'élevage. Nous proposons ci-dessous, dans cette optique, une tentative d'interprétation des tendances actuelles et passées de cette évolution, combinant des analyses menées à des niveaux spatio-temporels variés.

L'évolution conjointe de l'agriculture et de l'élevage à l'échelle régionale

• Un facteur-clé : la densité de l'occupation de l'espace rural

Deux conceptions semblent s'opposer dans la littérature consacrée à l'évolution des systèmes agraires de la zone des savanes : pour les tenants de la première, la densification de l'occupation de l'espace rural consécutive à la croissance démographique remet en cause les complémentarités techniques entre agriculture et élevage et se traduit à moyen terme par une diminution des effectifs animaux, qui entraîne à son tour une baisse de la fertilisation animale et une dégradation des sols agricoles. Selon la seconde, la densification est au contraire une condition de l'intensification conjointe de l'agriculture et de l'élevage, et les fortes densités animales sont systématiquement associées aux fortes densités agricoles. Les données statistiques disponibles permettent-elles d'éclairer cette question centrale ? Seul un travail approfondi pourrait le dire. L'examen rapide des résultats statistiques dont nous disposons fournit cependant un certain nombre d'indications qui mériteraient d'être confirmées et précisées.

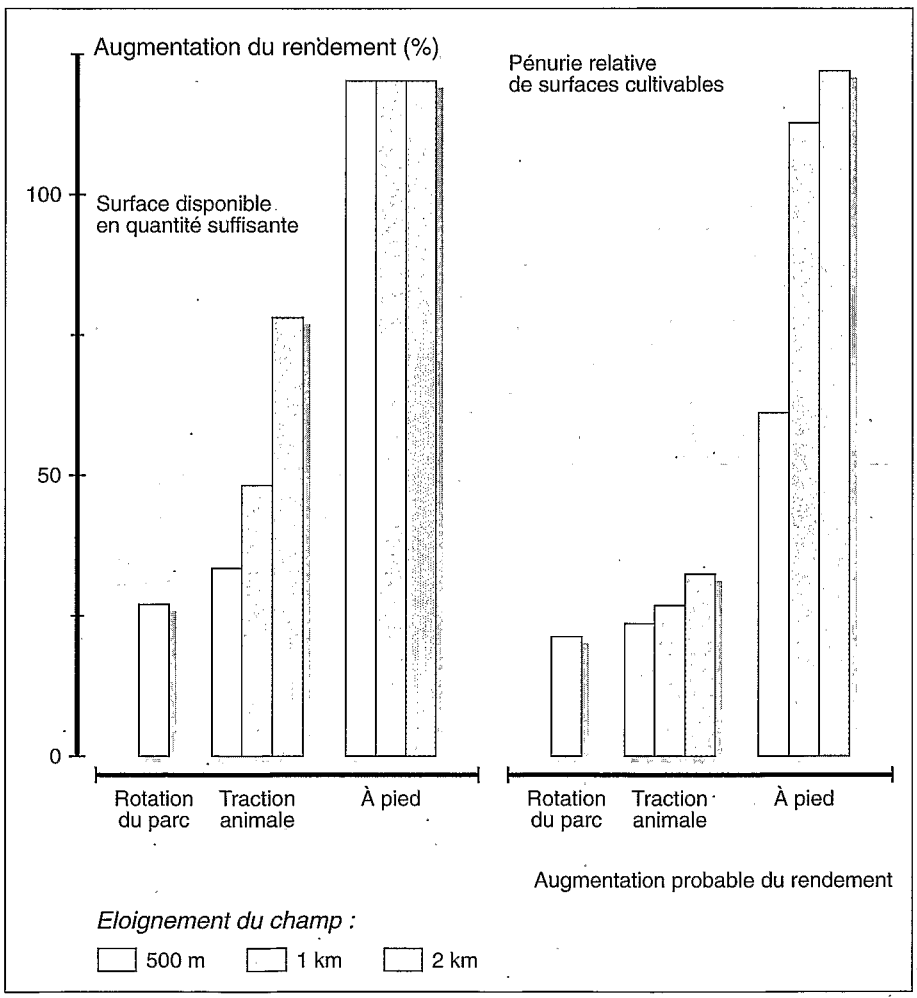


Figure 3. Augmentation de rendement nécessaire pour justifier le surcroît de travail que requiert l'emploi de fumier (d'après Schleich, [7]).

Figure 3. Increase in yield required to justify the extra work demanded by using manure.

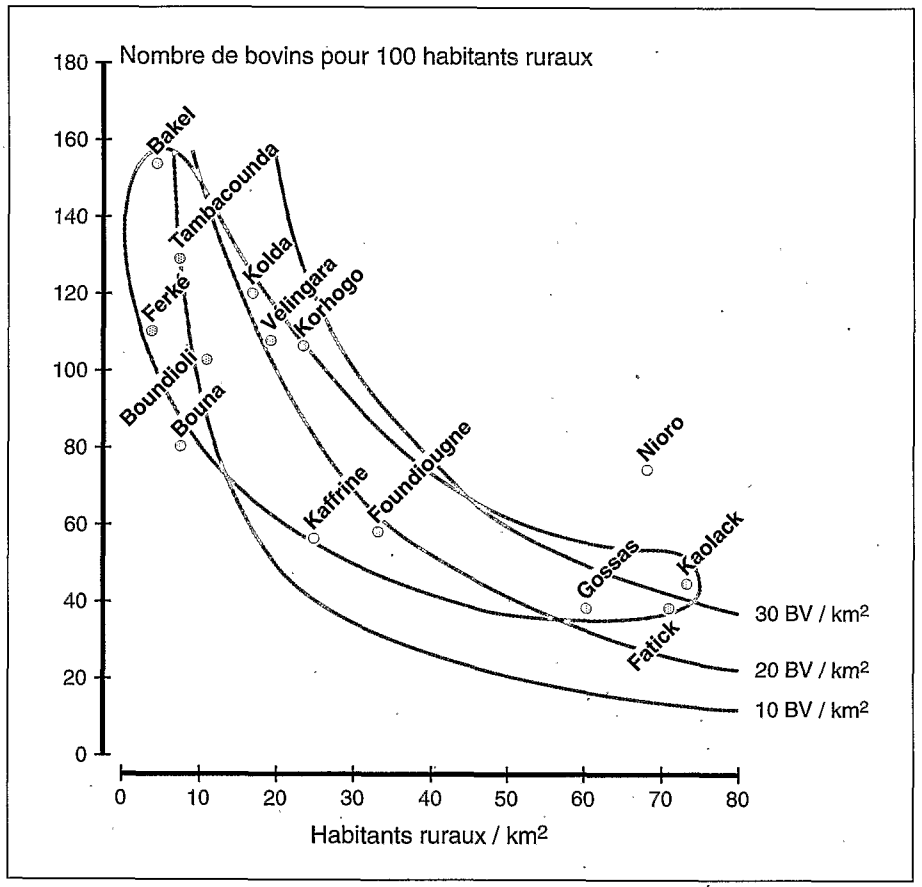


Figure 4. Évolution du nombre de bovins possédés en fonction de la densité de la population rurale en région de savanes (Sénégal et Côte-d'Ivoire).

Figure 4. Changes in the number of cattle owned as a function of rural population density in savannah regions (Senegal and Ivory Coast).

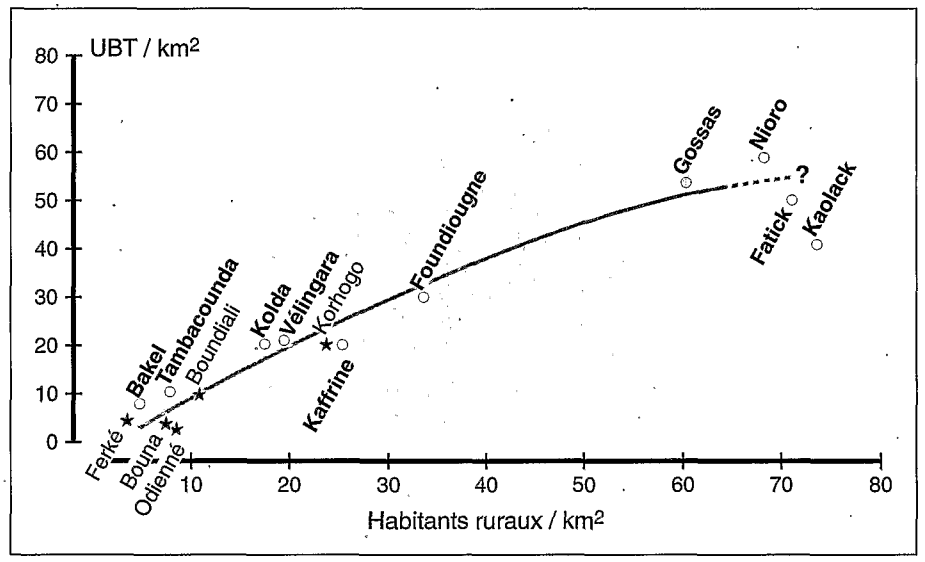


Figure 5. Densités de la population rurale et du peuplement animal en diverses régions de savanes soudaniennes et sahélo-soudaniennes du Sénégal et de la Côte-d'Ivoire.

Figure 5. Rural human and animal population densities in various Sudanian or Sahelo-Sudanian savannah regions of Senegal and Ivory Coast.

La *figure 4* souligne une tendance déjà mise en évidence dans le nord de la Côte-d'Ivoire [19] : le nombre moyen de bovins détenus par habitant rural diminue, à l'échelle régionale, lorsque la densité de la population augmente. Le phénomène trouve son origine à l'échelle villageoise *(tableau 8* [20]*)*. Cette diminution moins que proportionnelle ne suffit cependant pas à empêcher la population animale de croître dans le même sens que la population humaine *(tableau 9* [21]*)*, la tendance étant encore plus marquée lorsque l'on prend en compte l'ensemble des espèces domestiques (tous les effectifs étant conventionnellement exprimés en unités bétail tropical), et non plus seulement les bovins *(figure 5)*. On aurait pu s'attendre à un effet modérateur du taux d'occupation agricole des sols mais nos données ne permettent pas de le vérifier, faute d'évaluation de la surface agricole utile. Il semble néanmoins qu'il n'en soit rien *(figure 6)* : la proportion des surfaces cultivées s'avère en effet, vis-à-vis de la densité de la population animale, un prédicteur encore plus puissant que la densité de la population humaine. La tendance mise en évidence ne paraît cependant pas douteuse : si tant est qu'ils existent, les phénomènes de saturation entraînant la décroissance du cheptel sont probablement très éloignés encore de la plupart des situations actuelles, et c'est bien à la poursuite de l'accroissement du cheptel dans la zone des savanes qu'il convient de s'attendre.

Ceci étant, quelques rares cas de décroissance de la population animale dans des situations très denses semblent avérés, notamment au Siné-Saloum [4].

• Agriculteurs et pasteurs : le poids de l'histoire

L'étude des relations agriculture-élevage dans les zones sahélienne et sahélo-soudanienne nécessite classiquement une approche en deux temps : l'analyse des relations entre peuples pasteurs et sociétés paysannes et celle des relations entre agriculture et élevage au sein de chacun des systèmes ainsi distingués.

L'équilibre oscille en fait, dans un système comme dans l'autre, au gré des circonstances. Cependant, les stratégies ne sont point symétriques : les

pasteurs souhaitent souvent abandonner la culture dès que l'effectif du cheptel qu'ils détiennent le leur permet ; les agriculteurs s'efforcent à la fois d'accroître leur emprise foncière, affirmée par l'occupation agricole, et d'augmenter leur troupeau. L'histoire de leurs confrontations éclaire d'un jour singulier les mutations contemporaines.

La suprématie politique des pasteurs, appuyée sur leur organisation guerrière et renforcée par leur prosélytisme religieux, leur a permis de s'assurer, en bien des lieux, aux XVIII[e] et XIX[e] siècles, une maîtrise incontestée de l'espace pastoral. Contraints au repli, les paysans sahéliens s'entassèrent alors dans des zones-refuges dont la sécurité était assurée par la nature du terrain (pays Dogon, pays Kirdi) et par la forte densité du peuplement, propice à la défense. Ils y développèrent par nécessité des formes d'agriculture sous pluie remarquablement performantes puisqu'elles supportaient des densités rurales inhabituelles — de quelques dizaines à une centaine d'habitants au km², voire davantage — et autorisaient la culture permanente. Comment y parvinrent-ils ? Grâce à l'association systématique de l'élevage et d'une couverture arborée à l'espace cultivé. Du Cap-Vert au Tchad et au Soudan, l'arbre et le troupeau font alors partie d'un système de production intégré, dont la diffusion sur des milliers de kilomètres rejette l'image habituelle du divorce entre agriculture et élevage [22].

Tableau 8

Relation entre la taille des villages et le nombre de bovins par habitants dans la région de la Bagoe (Côte-d'Ivoire) [20]

Classe de population des villages	Importance de la population (% de la population totale)	Importance du cheptel (% du total)	Nombre moyen de têtes pour 100 habitants
100 à 250 habitants	13	7	75
250 à 500 habitants	19	15	56
500 à 1 000 habitants	27	22	47
1 000 à 2 000 habitants	21	23	36
Plus de 2 000 habitants	19	32	23

• Les auteurs signalent que plus de 60 % des villages renseignés possèdent plus de 100 têtes pour 100 habitants, ce qui s'inscrit parfaitement dans l'évolution constatée.

Relation between villages size and herds number per inhabitant in the Bagoe region of Ivory Coast

Tableau 9

Relations entre la taille des villages et l'effectif du cheptel dans la région de la Bagoe (Côte-d'Ivoire) [21]

Classe de population des villages	Villages détenant des bovins sédentaires		
	Fréquence (%)	Nombre	Effectif moyen du cheptel (têtes)
Moins de 100 habitants	59	285	77
100 à 250 habitants	55	356	134
250 à 500 habitants	69	583	135
500 à 1 000 habitants	73	249	303
1 000 à 2 000 habitants	88	121	348
Plus de 2 000 habitants	96	27	415

Relations between villages size and number of herds in the Bagoe region of Ivory Coast

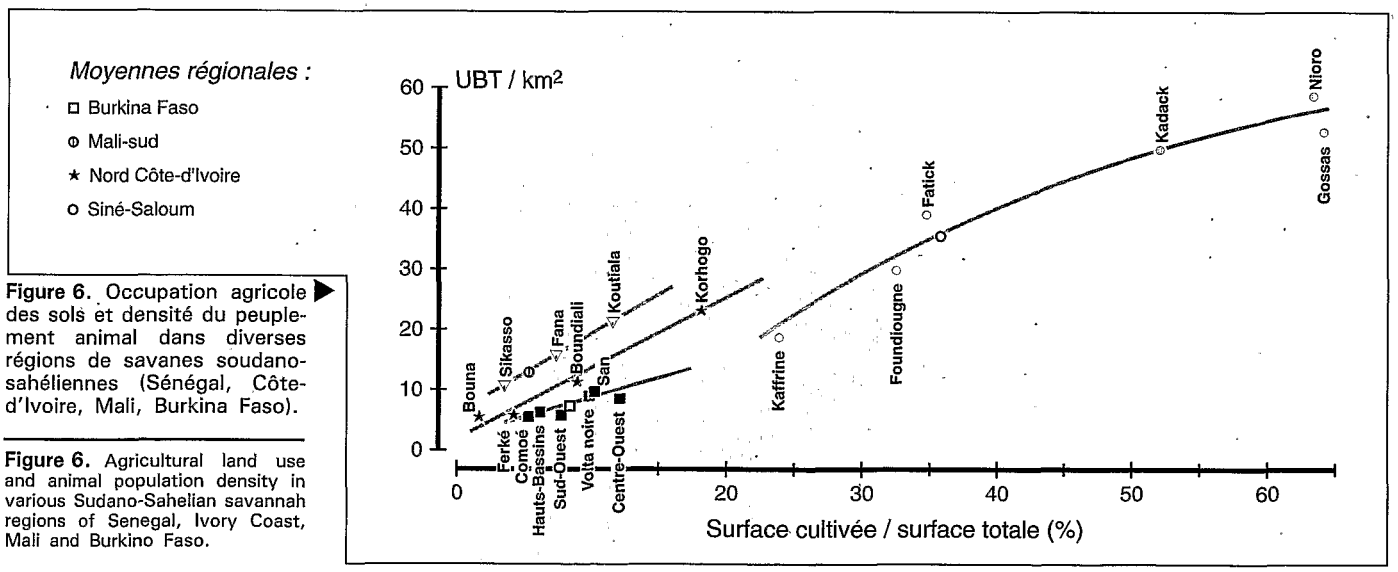


Figure 6. Occupation agricole des sols et densité du peuplement animal dans diverses régions de savanes soudano-sahéliennes (Sénégal, Côte-d'Ivoire, Mali, Burkina Faso).

Figure 6. Agricultural land use and animal population density in various Sudano-Sahelian savannah regions of Senegal, Ivory Coast, Mali and Burkino Faso.

Plus au sud, dans la zone soudanienne, le développement de l'élevage est directement conditionné par celui de l'agriculture : la plupart des formations naturelles n'ont de réelle vocation pastorale que dans la mesure où elles ont été remaniées par l'homme. L'éclaircissement de la végétation ligneuse autour des villages résulte principalement des défrichements agricoles qui permettent à la végétation herbacée de s'installer sur les jachères. Les feux, alimentés par les herbes desséchées, peuvent alors entretenir des formations ouvertes, en contenant le réenvahissement ligneux. Seules les formations savanicoles de ces clairières villageoises s'avèrent propices à l'élevage, les forêts claires avoisinantes étant généralement infestées de glossines (insectes vecteurs de la trypanosomiase) et offrant de maigres ressources fourragères. Le faible rayon d'action des troupeaux sédentaires concourt à inscrire l'aire pastorale au cœur de l'aire agricole villageoise. Au total, l'élevage apparaît comme une activité historiquement et géographiquement subordonnée à l'agriculture [19, 23].

Du Sahel à la zone soudanienne, la période 1925-1975 a été marquée par un ensemble de mutations profondes qui ont été décrites par de nombreux auteurs et magistralement résumées par Pelissier [22] :

— emprise croissante de l'agriculture sur l'espace, s'accompagnant d'une réduction du domaine pastoral et d'une dégradation générale de la situation des pasteurs, qui résulte à la fois de la disparition de leur ancienne suprématie politique, de leur moindre dynamisme démographique et de la dégradation continue des termes de l'échange au détriment des productions animales ;

— expansion spatiale des systèmes de culture résultant de l'avancée des territoires occupés par les agriculteurs, sous la triple influence de leur croissance démographique, du développement des cultures de rente et d'un retour à des techniques de production extensives, adaptées au projet d'une agriculture de reconquête des espaces jadis accaparés par les peuples pasteurs, qui s'accompagne d'une déstructuration des anciens terroirs densément peuplés et d'une dégradation généralisée des parcs arborés ;

— accroissement très vigoureux du cheptel, tant dans les systèmes pastoraux que dans les agrosystèmes villageois. Cet accroissement est permis par le contrôle des grandes épizooties et le recul progressif de l'infestation glossinaire ;

— multiplication des migrations tendant notamment, pour les agriculteurs, à harmoniser des densités d'occupation du sol très hétérogènes et pour les pasteurs à rechercher vers le sud de nouveaux espaces pastoraux ;

— métissage technique progressif entre des systèmes de production jadis très différents, et confirmation du rôle central dévolu dans toute la zone, en termes de développement, à l'association entre céréaliculture et élevage.

• La nouvelle donne

Les épisodes de sécheresse qui ont successivement frappé l'Afrique sahélienne et soudanienne au cours des dernières décennies ont précipité les évolutions en cours. L'élevage, qui en a été profondément affecté, semble avoir aujourd'hui globalement reconstitué ses effectifs antérieurs mais « l'élevage n'est plus comme avant ». Les éleveurs sahéliens ont vendu ou perdu une grande partie de leur cheptel et tentent actuellement de reconstituer leurs troupeaux bovins par l'intermédiaire des petits ruminants. Beaucoup ont pris le parti de migrer vers le sud, franchissant souvent les frontières de leur pays d'origine : le nord ivoirien abrite un cheptel « transhumant » de 330 000 têtes originaires du Mali et du Burkina Faso ; la République Centrafricaine a accueilli les troupeaux tchadiens, le Nigeria et le Bénin ont sédentarisé les Peul nigériens [24]. Des migrations de même nature se sont déroulées à l'intérieur des frontières du Sénégal, du Mali et d'autres pays. Elles se sont souvent accompagnées d'un changement de mains d'une partie du cheptel, ainsi que cela a été décrit par exemple au Sénégal [4] ou au Mali [25].

Les éleveurs durent, en effet, pour subvenir à leurs besoins et faire face aux coûts divers d'une installation dans des zones nouvelles, se défaire d'une partie de leurs animaux, dans un contexte économique en général peu favorable. Au Mali-Sud, région particulièrement intéressante en raison de son dynamisme agricole actuel, le transfert de ces animaux des pasteurs aux paysans fut facilité par les disponibilités monétaires provenant du coton et par une demande soutenue en bœufs de trait et en animaux d'élevage, susceptible de valoriser des quantités croissantes de sous-produits agricoles. Un glissement de grande ampleur s'est ainsi opéré en faveur des zones méridionales : entre 1965 et 1988, le Sahel

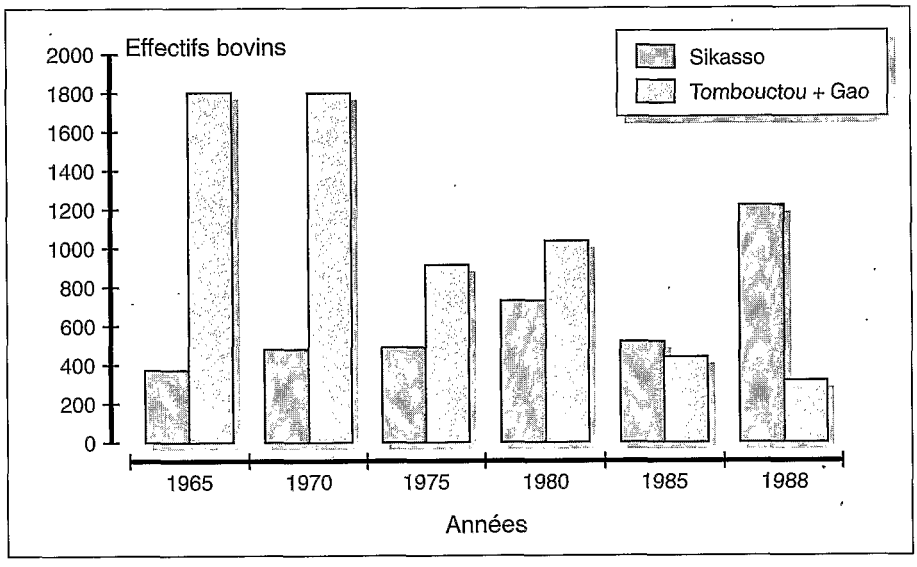


Figure 7. Redistribution de la population bovine au Mali. Effectifs dans les régions de Sikasso, Tombouctou et Gao (en milliers de têtes) (d'après Pradère, [25]).

Figure 7. Redistribution of the cattle population in Mali. Numbers for the Sikasso, Timbuktu and Gro regions (in thousands).

malien a perdu 80 % de ses bovins et près de la moitié de ses petits ruminants. Dans le même temps, dans la région de Sikasso, le nombre de bovins est passé de 350 000 à 1 240 000 têtes *(figure 7)* et les effectifs des petits ruminants de 186 000 à 590 000 têtes [25].

Les statistiques disponibles montrent, selon la même étude, que le taux de croissance des effectifs animaux durant la période récente a été très corrélé avec la productivité de l'agriculture. Ainsi, dans les régions de Sikasso et de Ségou, où l'élevage s'est beaucoup développé, le taux de couverture des besoins céréaliers de la population est-il respectivement de 140 et de 130 % en année normale. Des études récentes ont montré que l'élevage poursuit son expansion dans les zones agricoles les plus humides : le taux de croît net annuel du troupeau s'élève à 3,2 % à Sikasso et à 3 % à Koulikoro, tandis qu'il stagne dans la région de Mopti et poursuit son déclin dans celle de Gao (- 4 %).

Souvent ruinés au nord, partiellement dépossédés au sud, de nombreux éleveurs sahéliens ont aujourd'hui adopté un mode de vie proche de celui des agriculteurs sédentaires... Le métissage technique et culturel annoncé par Pélissier [22] prend pour eux un goût amer, et il est permis de s'interroger aujourd'hui sur l'avenir des peuples pasteurs du Sahel.

D'un autre côté, de grands espoirs reposent sur une économie agropastorale à la fois nouvelle et profondément enracinée dans la culture des sociétés paysannes locales, qui semble en voie d'émerger dans les savanes de l'Afrique soudanienne et sahélo-soudanienne. De nombreux auteurs en voient les prémices dans les multiples signes d'intensification qu'ils relèvent en diverses régions à travers l'utilisation des sous-produits agricoles, la fertilisation organique et la traction animale [26, 27]. Pour nombre d'entre eux, le Mali-Sud représente le creuset de ces nouveaux systèmes de production.

Summary

Livestock systems and fertility transfer in the African savannah zone. II. Manure management methods and its place in animal husbandry and farming

E. Landais, Ph. Lhoste

This article analyses the methods of managing manure enabling man to profit from animal fertilizing-matter production described in the first part of the present paper [1]. Manure management methods vary considerably and often according to the species involved (cattle, small ruminants and horses). Certain typical systems are described, such as the mobile field « paddocking », the regular village paddock, the Peul « rotating paddock », and various systems of hired stalling. The many types of fertiliser products derived from these systems, i.e. dung, paddock earth, dried and pulverized faeces, « manures », etc., along with analytical characteristics (minerals) are presented. Following this, a few synthetic results of the agricultural effects of organic manure are provided. In the second part, the analysis is extended to situate the fertilising function within the framework of farming's socio-economic functions as a whole ; this overview allows possible improvements to be thought about. In increasingly tighter-packed farming systems, where relations between farming and stock-breeding are becoming more and more important, organizing fertility transfer cannot be separated from the management of space by the societies concerned. In technical terms, stress is laid on the difficulties involved in fertilizer matter transport and on the vital role that animal locomotion can play. For each of these themes, the present analysis brings to light certain shortcomings in the knowledge acquired and enables priority research requirements to be identified.

Cahiers Agricultures 1993 ; 2 : 9-25.

• Des motifs d'inquiétude

Deux points méritent d'être soulignés au terme de cette analyse.

Premier point, les perspectives d'évolution conjointe à moyen et long terme des densités de population humaine et animale : on s'achemine probablement vers des situations généralisées de coexistence de l'agriculture et de l'élevage dans des systèmes denses. D'ores et déjà, il apparaît que l'avenir de l'élevage dans les zones sahélienne et sahélo-soudanienne est très largement conditionné par la reproductibilité des systèmes agropastoraux denses, et de nombreux spécialistes s'accordent à penser qu'il n'est pas d'autre façon d'envisager l'avenir de l'agriculture de ces zones. Beaucoup d'espoir repose donc sur l'émergence de modèles viables de systèmes d'exploitation valorisant au mieux les complémentarités techniques potentielles de cette association, et donc sur une évolution allant dans le sens d'une intensification conjointe et progressive des deux activités [28, 29]. Nous avons vu qu'il existe localement de nombreux indices d'une telle évolution. Ceci dit, les perspectives de la fertilisation animale restent encore limitées dans la mesure où le rapport entre effectifs animaux et surfaces agricoles candidates à la fertilisation se situe généralement à un niveau très inférieur à celui qui serait souhaitable. A titre d'exemple, le nord ivoirien comptait en moyenne 1,2 UBT par hectare cultivé en 1985, ce qui est très insuffisant par rapport aux besoins qui ont été calculés plus haut. L'intensification fourragère constitue la seule réponse possible à ce déséquilibre [30], comme l'a montré l'histoire agricole de nombreux pays...

Second point, une inquiétude de fond quant à la situation actuelle et l'évolution des populations ligneuses : la dégradation des parcs arborés consécutive à la remise en cause des modes traditionnels de gestion de l'espace agricole et à la surexploitation des ligneux pour les besoins de plus en plus importants des populations humaines (bois de feu, bois d'œuvre) et animales (pâturage aérien, clôtures) est susceptible à terme de compromettre l'association souhaitée de l'agriculture et de l'élevage. En particulier, les besoins de combustible de substitution conduisent à l'utilisation à cette fin des résidus de récolte et même des déjec-

tions animales. Ces emplois viennent en concurrence directe avec ceux qui fondent l'association recherchée : valorisation des sous-produits de récolte en tant qu'aliments du bétail et fertilisation organique des terres de culture. La dégradation des sols consécutive à la disparition du couvert ligneux est encore plus préoccupante...

L'espace villageois

Si la densité de l'occupation de l'espace s'avère bien, comme le prévoyait Esther Boserup, un facteur-clé de l'évolution des systèmes de production agricole à l'échelle régionale, c'est à l'échelle des finages villageois que se nouent les relations entre l'agriculture et l'élevage [29] et que s'organisent les flux de matière organique fertilisante [30]. C'est donc à cette échelle que doivent être appréciées les situations concrètes, d'autant que les contrastes de peuplement sont extrêmement accentués dans les zones considérées, comme nous l'avons vu plus haut.

• L'individuel et le collectif

D'une manière générale, l'organisation des flux de fertilité repose sur la valorisation de la complémentarité fonctionnelle entre la zone de culture et la zone de parcours des animaux. Le modèle concentrique de structuration des terroirs, classique en zone sahélo-soudanienne, en est un exemple très significatif puisque l'usage différencié des auréoles successives est en lui-même source de diversité. Les transferts de matière organique réalisés principalement par les animaux ont en effet à long terme des effets sensibles sur la fertilité des sols *(figure 8)*.

Le maintien de semblables systèmes suppose le respect collectif des fonctions assignées à la fois au troupeau et aux différentes zones de l'espace villageois. Il suppose aussi une organisation sociale permettant une redistribution régulière des terres entre familles et un accès bien partagé aux matières fertilisantes, qui représentent en réalité une ressource collective dont l'animal n'est en quelque sorte que le vecteur. Pour de nombreuses raisons, bien décrites par ailleurs, la montée actuelle d'un « individualisme agraire » de plus en plus affirmé [31] ne permet pas de garantir partout un tel fonctionnement. Le secteur agricole au sens strict, jadis géré par les chefs de lignage, devient de plus en plus individualisé, à la faveur de l'éclatement des anciennes structures familiales et de la multiplication de champs individuels. La tenure foncière s'apparente de plus en plus à une appropriation individuelle stable ; la mise en culture relève largement de décisions individuelles.

La situation est différente pour ce qui concerne l'élevage :

— la propriété du cheptel bovin, jadis lignagère (le chef du lignage n'étant que le gestionnaire du bien commun), reste largement entre les mains des chefs de famille, pour diverses raisons ; d'une part, ceux-ci continuent d'exercer un contrôle marqué sur les biens, même si leur contrôle sur les personnes diminue ; d'autre part, par le jeu des confiages*, ils gèrent en réalité un cheptel plus important que celui qui leur appartient. Le patrimoine animal, dont on connaît l'importance, reste donc concentré et le poids des stratégies individuelles est beaucoup moins important dans les systèmes de production animale que dans les systèmes de production végétale ;

— l'espace pâturé, ou plus exactement le droit de pâturage, n'est pas individualisé, qu'il s'agisse des parcours ou des terres agricoles après les récoltes. Si l'espace villageois relevait jadis, par exemple en pays Sereer, d'une véritable gestion collective, qui reposait sur des structures familiales et villageoises fortes, il n'en va plus de même aujourd'hui, et l'exploitation de l'espace apparaît de plus en plus anarchique. Cela est encore beaucoup plus net dans les terres de colonisation récente, où les parcours et les formations forestières deviennent souvent de véritables « aires de pillage », ce qui ne va pas sans de lourdes menaces pour l'environnement.

Il s'ensuit une sorte de décalage entre la gestion des champs (où s'exprime en particulier le dynamisme des jeunes agriculteurs) et celle, beaucoup plus conservatrice, des troupeaux, qui a des conséquences négatives en termes de développement [19]. Ceci est tout à

• Contrat traditionnel par lequel une femelle vache, brebis ou chèvre est « confiée » par son propriétaire à un éleveur, qui assure son entretien en échange du lait et d'une partie de la descendance.

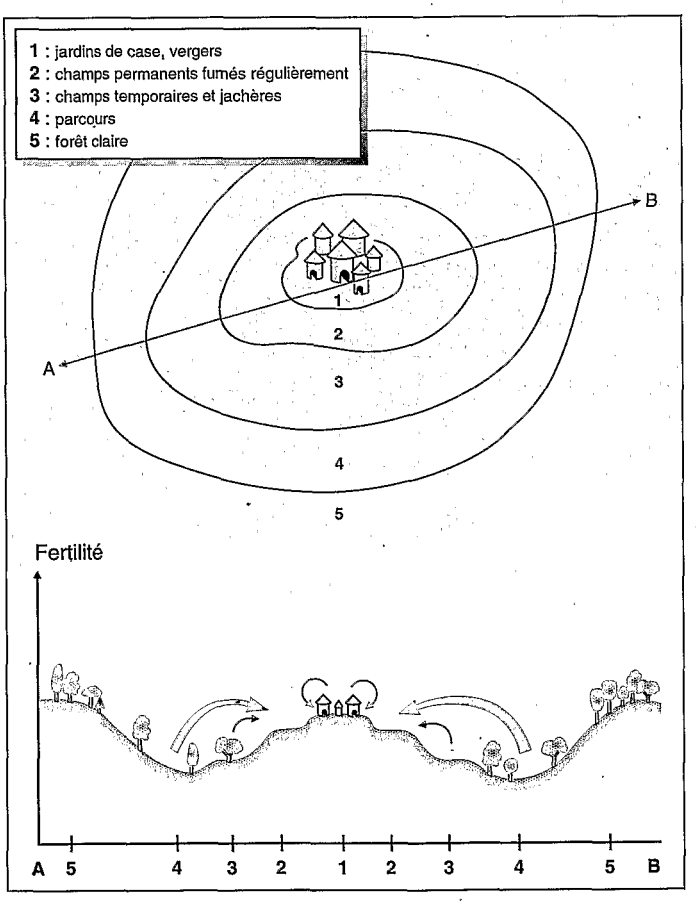


Figure 8. Schéma des transferts de fertilité opérés par le troupeau dans un terroir concentrique.

Figure 8. Diagram of fertility transfer operated by the herd within a concentric region.

Photo 5. Intérieur d'une étable fumière construite en matériaux traditionnels (Mali-Sud) (Cliché Ph. Lhoste).

Photo 5. Inside of a manure stable built from traditional materials (southern Mali).

Photo 6. Transport attelé du fumier issu du curage d'une étable fumière au Mali-Sud : le chargement (Cliché Ph. Lhoste).

Photo 6. Cattle-drawn transport of manure from a manure stable in southern Mali : loading.

Photo 7. Transport attelé du fumier issu du curage d'une étable fumière au Mali-Sud : l'épandage (Cliché Ph. Lhoste).

Photo 7. Cattle-drawn transport of manure from a manure stable in southern Mali : spreading.

fait net pour les troupeaux conduits sur le mode extensif traditionnel. Ceci s'estompe, en revanche, pour les animaux « intégrés » à l'exploitation [4], en particulier les bovins de trait dont le statut est assimilé à celui d'auxiliaires de la culture et dont la propriété est individuelle. La gestion de ces animaux (affouragement et valorisation des déjections) peut donc être plus aisément harmonisée avec celle des systèmes de culture et l'on constate par exemple que la récupération de la fumure animale progresse de façon générale dans le secteur de l'élevage intégré [26], tandis qu'elle régresse au contraire dans de nombreux parcs villageois communautaires [6, 7] ou systèmes collectifs de parcage.

D'une manière générale, la logique des systèmes reposant sur les transferts de matière organique d'un secteur exclusivement pâturé à un secteur cultivé, et donc sur la distinction fonctionnelle d'une aire pastorale gérée sur un mode extensif et d'une aire cultivée que l'on souhaite intensifier, porte en elle-même sa propre contradiction dans un contexte généralisé de croissance démographique et de densification de l'occupation de l'espace rural. La grande disponibilité foncière et l'organisation collective de la production que supposaient ces systèmes sont en effet progressivement remises en cause et la baisse de productivité de parcours surexploités réduit de plus en plus l'efficacité, déjà faible au départ, de ces systèmes. Dans bien des situations, l'aire agricole coïncide au contraire de plus en plus étroitement avec la surface fourragère.

• La clôture, hier et demain

Les problèmes liés à la circulation des animaux et au pâturage dans des terroirs de plus en plus cultivés constituent donc des enjeux pour l'avenir et la clôture aura probablement un rôle essentiel à jouer dans l'évolution qui s'annonce. Il convient à ce sujet de souligner le fait qu'il ne s'agit pas en soi d'une innovation majeure dans cette partie d'Afrique. Bien au contraire, les systèmes traditionnels, qui associaient depuis longtemps, comme nous l'avons vu, élevage et agriculture, faisaient un large usage des clôtures, au point que Pélissier proposait de retenir le mode d'utilisation des clôtures et des haies vives comme un critère de base pour les typologies de terroirs en zone sahélo-soudanienne [22]. Les paysages sénégalais actuels de Casamance ou du Diambour attestent encore cette observation. Mais les systèmes traditionnels d'enclosure n'étaient que les moyens d'une gestion collective de l'espace et déclinent avec elle. Dans de telles conditions, il est permis de penser que la meilleure voie consisterait à évaluer les techniques que maîtrisaient les paysans et, le cas échéant, à tenter de les réhabiliter, pour les utiliser autrement, dans un contexte nouveau. Les haies d'euphorbes aussi résistantes à la sécheresse qu'à la dent du bétail qui continuent à quadriller les paysages de la région de Louga au Sénégal ne constitueraient-elles pas, par exemple, des outils de choix pour les programmes d'aménagement des terroirs que tous semblent s'accorder à juger indispensables ?

Les moteurs de l'évolution

Quels sont les facteurs qui déterminent les comportements individuels et sociaux des paysans et permettent d'expliquer les évolutions en cours, principalement pour ce qui concerne la dynamique des populations animales ? Nous en avons déjà souligné deux : l'accroissement démographique et les stratégies foncières qui accompagnent la redistribution du peuplement rural, la montée de l'individualisme agraire. Mais les stratégies paysannes semblent également s'expliquer, dans bien des cas, par deux objectifs complémentaires : le souci de sécuriser les systèmes de production et la recherche d'une productivité accrue — ou d'une moindre pénibilité — du travail. Comment prendre en compte ces deux impératifs dans une réflexion centrée sur la fertilisation animale ?

• La croissance du cheptel : sécurisation ou fragilisation des systèmes de production ?

L'animal occupe un statut économique à part au sein des facteurs de production. Principal support de la capitalisation, et seul bien durable dans les économies traditionnelles (parce qu'il se reproduit), il est aussi directement impliqué dans les processus techniques de production (de lait, de viande, de cuir, etc.), joue un rôle important dans la disponibilité en travail et entretient des rapports étroits avec la terre, qui supporte la végétation dont il tire sa subsistance. La production de matières fertilisantes remplit, dans l'ensemble des fonctions socio-économiques, un rôle plus ou moins important, mais exceptionnellement dominant, du moins en Afrique : il en va parfois autrement sous d'autres cieux [32].

Dans les systèmes agropastoraux, c'est la fonction de capitalisation qui domine. Dans les systèmes pastoraux, elle vient immédiatement après la fonction de production de lait (produit vivrier de base et source de trésorerie) et de viande (destinée à la vente). C'est dire que, dans tous les cas, la possession d'animaux est considérée comme une richesse, à laquelle sont attachés bien des avantages sociaux. Disposer de cette richesse représente le meilleur moyen d'accéder à une certaine sécurité économique et de garantir l'avenir. Telle est l'origine du comportement général des ruraux et de bien des citadins, qui cherchent systématiquement à accroître leur cheptel et surtout leur cheptel bovin. Ce comportement ne semble guère influencé ni par les disponibilités fourragères, ni par les performances zootechniques des animaux, en sorte que l'effectif des troupeaux dépend essentiellement, d'une part, du taux d'exploitation appliqué par les éleveurs, d'autre part des régulations « naturelles », qui déterminent les taux de reproduction et de mortalité du bétail.

Ce type de régulation a des conséquences catastrophiques à tous égards : surpâturage et dégradation des parcours, productivité très faible du troupeau, etc. Il est clair que la conjonction des stratégies individuelles tendant à sécuriser les systèmes de production conduit paradoxalement à fragiliser globalement les systèmes d'élevage extensifs, qu'il s'agisse de systèmes pastoraux ou de systèmes agropastoraux où le troupeau extensif est important. En revanche, le développement d'un élevage intégré à l'exploitation ne semble pas soulever de semblables problèmes, puisque des processus de régulation différents interviennent, par l'intermédiaire des disponibilités en fourrage et en travail. Ce développement apparaît même nécessaire, dans une optique d'intensification, pour parvenir à un équilibre satisfaisant entre la production de matières fertilisantes et les besoins agronomiques. Dans ce contexte, l'accroissement progressif des effectifs animaux apparaît bien comme un facteur de sécurisation. Comment limiter la propension des propriétaires d'animaux à accumuler du cheptel ? De nombreux moyens ont été étudiés. Le plus rationnel consiste sans doute à offrir aux paysans des formes alternatives d'épargne et de capitalisation, et à leur permettre d'accéder au crédit ; le bétail ne doit plus être « la banque du paysan », selon l'expression consacrée.

Une remarque de Tirel [33] mérite d'être relevée ici : dans les agricultures des pays industrialisés, la reconstitution de la fertilité est l'une des nombreuses fonctions anciennement remplies par l'agriculture qui sont de plus en plus assumées par l'industrie, hors de l'exploitation (comme la production de semences, de concentrés pour l'alimentation animale, d'énergie, la lutte contre les adventices et les parasites, etc.). Or ces multiples délégations ont contribué à dégrader le revenu des exploitations et surtout à accroître leur dépendance vis-à-vis du marché, et par là à fragiliser nombre d'entre elles. Cette réflexion vaut pour l'agriculture africaine : la valorisation des ressources locales et la recherche de formes aussi autonomes que possible de gestion de la fertilité organique des sols apparaissent comme des priorités. Elles conditionnent la sécurisation des systèmes de production.

• Fertilisation animale et travail humain

La disponibilité en travail est l'une des contraintes les plus importantes pour le développement des méthodes de gestion qui supposent le transport des matières fertilisantes, et la traction animale a un rôle très important à jouer à ce niveau. Sigaut [34] attire cependant l'attention sur une difficulté potentielle : la conduite des attelages est une tâche très généralement réservée aux hommes, tandis que le transport, et notamment celui de la poudrette de parc, est réalisé par les femmes et les enfants. En conséquence, la masculinisation de cette tâche représente peut-être un préalable à la généralisation du transport attelé de la fumure organique, et une contrainte dont le poids reste à préciser...

Sur un autre plan, le développement et l'intensification de l'élevage intégré qui semblent souhaitables dans une perspective d'amélioration du rendement de la fertilisation animale entraîneront un surcroît de travail. Il faut cependant tempérer cette observation, puisqu'une grande part de ce travail se situera en dehors de la saison agricole. Malheureusement, on ne dispose pratiquement d'aucune donnée sur les calendriers de travail, les temps de travail et la productivité du travail en élevage dans les zones considérées. Tous ces points mériteraient d'être étudiés, afin de préciser les perspectives réelles d'amélioration.

Conclusion

Il est possible d'identifier deux domaines où les besoins de recherche semblent particulièrement aigus :

— l'étude approfondie des grands équilibres à l'échelle régionale (densités humaine et animale, occupation des sols, etc.) et de leur évolution ;

— la description fine des systèmes de gestion de la fumure animale et de leur efficacité agronomique, avec une attention particulière pour le facteur travail.
Les études réalisées à l'échelle régionale devraient permettre d'identifier des situations-types où pourraient être mis en place des observatoires agropastoraux pluridisciplinaires, qui font actuellement défaut □

Résumé

Cet article présente une analyse des pratiques de gestion de la fumure animale, à travers lesquelles l'homme utilise les matières fertilisantes dont la production par les animaux a été décrite dans une première partie [1]. Les systèmes de gestion de la fumure sont divers et varient souvent d'une espèce à l'autre (bovins, petits ruminants, équidés) ; certains systèmes caractéristiques sont décrits, tels que le « parcage » mobile des champs, les parcs villageois fixes, le « parc tournant » des Peul, la stabulation à la concession sous diverses modalités. Les différents types de produits fertilisants obtenus dans ces systèmes sont présentés avec leurs caractéristiques analytiques (minérales) ; il s'agit des bouses, des terres de parc ou poudrettes, des « fumiers », etc. Quelques résultats synthétiques sur les effets agronomiques de la fumure organique sont ensuite rappelés. Dans la seconde partie, l'analyse est élargie de manière à replacer la fonction fertilisante dans l'ensemble des fonctions socio-économiques qui sont imparties à l'élevage, et dont la prise en compte permet de raisonner les améliorations possibles. Dans des systèmes agraires en voie de densification, où les relations agriculture-élevage prennent une importance croissante, l'organisation des transferts de fertilité est indissociable de la gestion de l'espace par les sociétés concernées. Sur le plan technique, l'accent est mis sur les difficultés tenant au transport des matières fertilisantes et sur le rôle essentiel que la traction animale peut jouer à ce niveau. Sur chacun de ces thèmes, cette analyse met en évidence certaines insuffisances des connaissances acquises et permet d'identifier des besoins de recherche prioritaires.

Références

1. *Savanes d'Afrique, terres fertiles ?* Comment produire plus et de façon durable en zones de savanes au sud du Sahara ? Actes des Rencontres Internationales de Montpellier. Montpellier : CIRAD/Min Coop Dév, Focal Coop, 1991 : 219-70.

2. Landais E, Guérin H. Systèmes d'élevage et transferts de fertilité dans la zone des savanes africaines. I : La production des matières fertilisantes. *Cahiers/Agricultures*, 1992 ; 1 : 225-38.

3. Sonko ML. Méthodologie de l'étude des pratiques traditionnelles de fumure animale. L'exemple de la démarche adoptée pár l'ISRA en Basse Casamance. *In :* Landais E, Faye J, eds. *Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Actes de l'atelier ISRA de Mbour, Sénégal, 2-8 février 1986.* Maisons-Alfort : IEMVT-CIRAD, *Études et synthèses de l'IEMVT n° 20,* 1986 : 413-28.

4. Lhoste P. *L'association agriculture-élevage. Évolution du système agropastoral au Siné-Saloum (Sénégal).* Maisons-Alfort : IEMVT-CIRAD, 1986 ; 314 p.

5. Bernardet P. *L'association agriculture-élevage en Afrique. Les Peul semi-transhumants de Côte-d'Ivoire.* Paris : L'Harmattan, Coll. Alternatives paysannes, 1984 ; 235 p.

6. Landais E. *Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du nord de la Côte-d'Ivoire.* Thèse d'État, Univ. Paris-Sud, Maisons-Alfort : IEMVT-CIRAD, 1983 ; 758 p.

7. Schleich K. Le fumier peut-il remplacer la jachère ? Possibilité d'utilisation du fumier : exemple de la savane d'Afrique occidentale. *Revue Elev Méd Vét Pays Trop* 1986 ; 39 : 97-102.

8. Berger M, Belem PC, Dakouo D, Hyen V. Le maintien de la fertilité des sols dans l'Ouest du Burkina Faso et la nécessité de l'association agriculture-élevage. *Coton Fibr trop* 1987 ; 42 : 201-10.

9. Lhoste P. *Élevage et relations agriculture-élevage en zone cotonnière. Situation et perspectives.* Paris : Ministère de la Coopération, Montpellier : IEMVT-CIRAD, 1987 ; 77 p.

10. Hamon R. L'habitat des animaux et la production d'un fumier de qualité en zone tropicale, *Agron Trop* 1972 ; 27 : 592-607.

11. Boudet G. Problèmes de l'association agriculture-élevage en zone soudanienne. Résultats expérimentaux des terres au Centre de Recherches Zootechniques de Sotuba-Bamako (République du Mali). *Revue Elev Méd Vét Pays Trop* 1961 ; 14 : 75-85.

12. Coulomb J, Serres P, Tacher G. *L'élevage en pays sahéliens.* Paris : PUF, CILF, AGECOOP, 1980 ; 183 p.

13. Guillonneau A. *Les parcs de nuit et l'utilisation des déjections animales dans le nord de la Côte-d'Ivoire.* Bouaké : IDESSA, 1988 ; 137 p.

14. Quilfen JP, Milleville P. Résidus de culture et fumure animale. Un aspect des relations agriculture-élevage dans le nord de la Haute-Volta. *Agron Trop* 1983 ; 38 : 206-12.

15. Guérin H. *Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliens et sahélo-soudaniens : étude méthodologique dans la région du Ferlo au Sénégal.* Thèse docteur-ingénieur, ENSA, Montpellier, Maisons-Alfort : IEMVT, 1987 ; 211 p.

16. Ganry F. Quelques réflexions pratiques sur la valorisation agricole des fumiers et composts. In : *La recherche agronomique pour le milieu paysan. Actes de l'atelier de Nianing, Sénégal, 5-11 mai 1985.* Dakar : ISRA, 1985 : 108-19.

17. Piéri C. *Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara.* Paris : Min Coop Dév/CIRAD, 1989 ; 444 p.

18. Bertaudière L, Godet G, César J. Efficacité de deux techniques de fertilisation animale en savane soudanaise. *Revue Elev Méd Vét Pays Trop,* 1984 ; 37 : 355-60.

19. Landais E. Population, élevage bovin et agriculture : aspects de l'évolution récente de l'occupation et de la gestion de l'espace rural dans les systèmes agropastoraux du nord de la Côte-d'Ivoire. In : Relations agriculture-élevage : Actes du IIe séminaire du Département Systèmes Agraires du CIRAD (Montpellier, France, 10-13 septembre 1985). Montpellier : DSA-CIRAD, 1985 : 49-58.

20. Peltre-Wurtz J, Steck B. *Les charrues de la Bagoué. Gestion paysanne d'une opération cotonnière en Côte-d'Ivoire.* Paris : Orstom, Coll. *A travers champs,* 1991 ; 303 p.

21. Chataigner J. Les relations homme, troupeau, espace dans le nord de la Côte-d'Ivoire. *Cah Ivoir Rech Econ Soc* (Abidjan : CIRES) 1978 ; 19 : 9-22.

22. Pélissier P. Compétition et intégration de l'agriculture et de l'élevage en Afrique sahélienne et soudano-sahélienne. In : *Proceedings of international symposium on rainfed agriculture in semi-arid regions* (17-22 April 1977). Riverside : University of California, 1977 : 72-86.

23. Landais E. Complémentarités économiques entre agriculture et élevage dans les agrosystèmes villageois du nord de la Côte-d'Ivoire. Formation des revenus, épargne et capitalisation. In : Relations agriculture-élevage. Actes du IIe séminaire du Département Systèmes Agraires du CIRAD (Montpellier, France, 10-13 septembre 1985). Montpellier : DSA-CIRAD, 1985 : 64-8.

24. Blein R. Produits animaux et stratégies alimentaires : l'élevage dans tous ses états. *Lettre Solagral* 1990 ; 35 : 3-5.

25. Pradère J.P. La dernière transhumance malienne. *Lettre Solagral* 1990 ; 35 : 15-7.

26. Dugué P. La culture attelée en zone sahélo-soudanienne : solution viable pour le développement agricole ou utopie d'agronome ? Le cas du Yatenga au Burkina Faso. *Cah Rech-Dév* 1989 ; 21 : 45-59.

27. Milleville P. Systèmes d'utilisation de la fumure animale en Afrique tropicale. In : Landais E, Faye J, eds. *Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Actes de l'atelier ISRA de Mbour, Sénégal, 2-8 février 1986.* Maisons-Alfort : IEMVT-CIRAD, *Études et Synthèses de l'IEMVT n° 20,* 1986 : 407-12.

28. Just RE, Candler W. *Production functions and rationality of mixed cropping : the nigerian case.* Berkeley : University of California, 1983 ; 25 p.

29. Landais E, Lhoste P. Les relations agriculture-élevage en Afrique intertropicale : un mythe techniciste confronté aux réalités du terrain. *Cah Orstom, Sér Sci hum* 1990 ; 26 : 217-35.

30. Audru J, Boudet G, César J. *Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale : gestion, aménagement et intensification fourragère.* Maisons-Alfort : IEMVT-CIRAD, *Études et synthèses de l'IEMVT n° 24,* 1987 ; 418 p..

31. Belem PC. *Coton et systèmes de production dans l'Ouest du Burkina Faso.* Thèse 3e cycle Géographie, Univ Paul Valéry, Montpellier, 1985 ; 322 p.

32. Berthet-Bondet J. *Analyse du système d'élevage dans les collines préhimalayennes. Le cas de Salmé au Népal.* Paris : INA-PG/INRA, Thèse docteur-ingénieur, 1983 ; 353 p.

33. Tirel JC. Le débat sur le productivisme. *Econ Rur* 1983 ; 155 : 23-30.

34. Sigaut F. L'innovation mécanique en agriculture. Essai d'une analyse historique comparative. *Cah Rech-Dév* 1989 ; 21 : 1-9.