

Politiques agricoles et accès aux parcours communs dans le terroir de Ouara à l'ouest du Burkina Faso : une analyse économique et environnementale à l'aide de la programmation linéaire

Alexandre Lalba ⁽¹⁾, Jean Sibiri Zoundi ⁽²⁾, Jean-Pierre Tiendrébéogo ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Institut de l'Environnement et des Recherches agricoles. CREAM de Kamboinsé. 01 BP 476 Ouagadougou 01 (Burkina Faso). E-mail : lalba_alex@hotmail.com

⁽²⁾ Institut de l'Environnement et des Recherches agricoles. 04 BP 8645 Ouagadougou 04 (Burkina Faso).

Reçu le 16 janvier 2004, accepté le 10 septembre 2004.

Cette étude utilise la programmation linéaire pour évaluer l'impact économique et environnemental de mécanismes de régulation de la gestion des parcours, à l'échelle d'un terroir villageois de l'ouest du Burkina Faso. Les résultats montrent que des surplus économiques importants peuvent être dégagés au niveau local en négociant des taxes pour l'accès aux ressources communes. Le modèle permet en outre de déterminer le nombre maximal de têtes de bétail que le terroir peut accueillir en fonction de la contrainte d'alimentation du bétail et de celle de l'érosion. Ces indicateurs peuvent être utilisés pour faciliter l'aide à la négociation collective dans le cadre des commissions villageoises de gestion des terroirs.

Mots-clés. Burkina Faso, Ouara, ressources communes, parcours naturels, intégration agriculture-élevage, modèle de programmation linéaire, intensification.

Agricultural policies and common pasture access in the village territory of Ouara in Western Burkina Faso: an economic and environmental analysis using linear programming model. This study uses a linear programming model to estimate economic and environmental impacts of common pastures management policies at village territory level in western Burkina Faso. Results show that considerable economic surplus can be locally released by negotiating taxes for common resources access. The model makes it possible moreover to determine the maximum number of transhumant livestock, which the village territory can accommodate according to the constraint of animal feeding and that of erosion. These indicators can be used to facilitate the assistance with the collective negotiation in the framework of village territory management committees.

Keywords. Burkina Faso, Ouara, common resources, natural pastures, crop-livestock integration, linear programming model, intensification.

1. INTRODUCTION

Dans la région ouest du Burkina Faso, l'abondance de la pluviométrie et la disponibilité de terres fertiles ont provoqué d'importantes migrations d'agriculteurs et d'éleveurs au cours des dernières décennies. McIntire *et al.* (1992), Steinfeld *et al.* (1996) argumentent le fait qu'une augmentation de la pression humaine serait favorable au développement des systèmes de production mixtes agriculture-élevage. En effet, un avantage certain de ces migrations dans l'ouest burkinabé est qu'elles ont favorisé l'intégration des deux activités. Les pratiques actuelles des agriculteurs et des éleveurs de la région, basées sur l'utilisation de la terre avec une forte extraction des ressources naturelles ne permettent pas cependant d'assurer la

durabilité des systèmes de production (Lhoste, 1987 ; Barbier, 1993 ; RSP/Zone Ouest, 1994). Les ressources pastorales communes ont tendance à s'amenuiser en l'absence de stratégies de maintien et d'amélioration par les acteurs à l'échelle du terroir. L'absence de règles tacites d'accès et d'utilisation de ces ressources exacerbe les rivalités entre les différents utilisateurs. Dans sa forme traditionnelle, la transhumance a de plus en plus de mal à s'adapter à ce contexte de restriction des ressources. À moyen terme, il est probable que les pratiques actuelles évoluent vers de nouvelles normes fondées sur des droits et coûts d'accès formels. D'ailleurs l'État burkinabé a adopté un code sur le pastoralisme qui prend en compte la réglementation de la mobilité du bétail afin d'une meilleure préservation des ressources naturelles.

Aussi, il est de plus en plus question, dans le cadre de la décentralisation et de la gestion des terroirs, de mieux impliquer les collectivités locales dans la gestion des terres et des ressources communes. Notre étude s'appuie sur l'analyse d'un système de production mixte agriculture-élevage pour fournir des indicateurs économiques et environnementaux dans le but d'aider à la prise de décisions en gestion des ressources pastorales communes.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.1. Formulation du modèle de programmation linéaire

Pour cette étude nous avons utilisé une approche de modélisation intégrée afin de mieux évaluer l'impact de politiques agricoles dans le cadre de la zone d'étude où co-existent plusieurs systèmes de production. Cette approche offre des perspectives intéressantes dans la représentation et l'analyse de systèmes de production complexes (Deybe, 1994 ; Bigot, 1995 ; Le Gal, 1995 ; Weber, 1995). Elle permet de simuler les interventions sur un marché et les autres mécanismes de régulation et d'évaluer leurs conséquences, y compris les externalités (Deybe, 1994).

Les modèles individuels d'exploitation. Le modèle de programmation linéaire consiste dans un premier temps à représenter individuellement les exploitations types d'un village. Chaque type d'exploitation est modélisé suivant l'importance des différentes activités qui intègrent les productions végétales et animales. Les interactions entre les deux activités sont explicites dans le modèle. L'activité agricole est représentée par les cultures vivrières (maïs et sorgho) et le coton qui est la principale culture de rente. À ces cultures sont associés les itinéraires techniques, qui combinent différents niveaux d'apport de fertilisants et des pratiques culturales. Les exploitations agricoles qui disposent de suffisamment de terres ont la possibilité de pratiquer la jachère comme un moyen de reconstitution de la fertilité, tandis que celles qui n'en disposent pas assez ont la possibilité de défricher les terres communes, avec l'accord des propriétaires fonciers. La jachère apparaît donc comme une technologie. Dans ces deux cas la main-d'œuvre et la disponibilité de la terre peuvent être les facteurs contraignants. Les interactions entre l'agriculture et l'élevage sont caractérisées par les échanges d'intrants d'une activité à l'autre. Les résidus de cultures après les récoltes sont utilisés dans l'alimentation du bétail. En retour le fumier déposé par les animaux après la pâture des résidus de cultures des champs, des pâturages naturels des terres communes et des jachères permet de fertiliser les terres. L'élevage est représenté

dans le modèle par les différents types d'animaux élevés qui sont les bovins d'élevage, les bovins de trait, les ovins, les caprins, les asins et la volaille. Deux modes d'élevage sont pratiqués. Les exploitants agricoles qui se sont sédentarisés sur le terroir possèdent tous une ou plusieurs espèces qui sont gardées dans les limites de l'espace du village. Après les récoltes des cultures, les éleveurs transhumants en progression vers le sud de la zone séjournent pendant quelques jours avec les troupeaux bovins dans l'espace du village pour pâturer les résidus de cultures.

Agrégation au niveau village. Des modèles individuels d'exploitations types sont ensuite agrégés au niveau du village de l'étude par les échanges possibles sur des facteurs de production tels que la main-d'œuvre, le fumier, et surtout par l'usage de ressources communes (Thompson, Buckwell, 1979 cités par Ouédraogo *et al.*, 1996 ; Deybe, 1994). L'agrégation a pour but de représenter les comportements de tous les acteurs, y compris les éleveurs transhumants, à l'échelle du terroir villageois. Ces acteurs sont liés par des échanges de ressources communes qui concernent dans ce cas précis les parcours communs ainsi que le fumier transféré par le bétail sédentaire et transhumant vers les terres cultivables du village. La structure du modèle agrégé est présentée dans la **figure 1**.

Les contraintes. Les exploitations agricoles de la zone sont confrontées à plusieurs contraintes dont les plus importantes sont la disponibilité de la terre, la main-d'œuvre et le financement des intrants externes pendant la campagne agricole, ainsi que l'alimentation du bétail pendant la saison sèche. Trois périodes d'activités sont ainsi considérées dans le modèle. La première période (per1) correspond à la mise en place, à l'entretien et à la récolte des cultures. Elle s'étale de

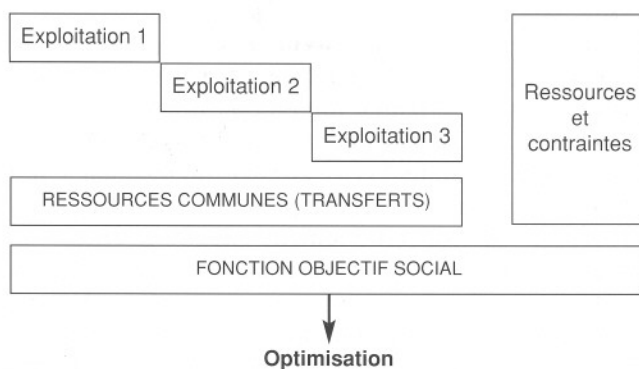


Figure 1. Structure d'un modèle agrégé (d'après Deybe, 1994) — *Structure of an aggregated model (following Deybe, 1994).*

début mai à fin octobre, soit une durée de 180 jours. La deuxième période (per2) correspond à la période post-récolte ou la saison sèche froide, durant laquelle les résidus de cultures sont disponibles pour l'alimentation des animaux. La transhumance des troupeaux extérieurs est importante à cette période qui s'étale de début novembre à fin décembre, soit 60 jours. La troisième période (per3) correspond à la saison sèche chaude caractérisée par l'absence d'activités agricoles et au cours de laquelle l'alimentation du bétail est très contraignante. Elle s'étale de début janvier à fin avril, soit une durée de 120 jours.

Les différentes contraintes sont formulées dans les modèles individuels et dans le modèle agrégé. L'illustration est faite ici par leur formulation dans un modèle individuel pour faciliter la lecture.

La terre. La disponibilité de la terre est une contrainte majeure de l'agriculture dans la localité. La contrainte de terre est exprimée en hectares (ha) sous la forme algébrique suivante :

$$\sum_{j,tec} TER_{j,tec} - TERCL \leq SUP + JACHORI + TERCO$$

qui signifie que l'allocation de la terre **TER** aux activités **j** par itinéraire technique **tec** ne doit pas excéder les terres disponibles, dans laquelle **TER** est la variable endogène qui détermine l'allocation optimale de la terre (en ha), **TERCL** la variable endogène qui détermine la terre commune défrichée (en ha), **SUP** la variable exogène qui exprime la superficie totale disponible (en ha), **JACHORI** la variable exogène qui détermine la jachère disponible (en ha), et **TERCO** la variable exogène qui détermine la terre commune disponible (en ha).

L'alimentation du bétail. Le bétail utilise trois sources d'alimentation en fonction de la période. Les parcours naturels des terres communes et des jachères sont utilisés pendant toutes les périodes et les résidus de cultures des terres mises en culture sont utilisés pendant la deuxième période. Pendant la troisième période les exploitations agricoles peuvent acheter éventuellement des aliments concentrés de diverses natures pour compléter les besoins alimentaires des animaux. Dans le modèle mathématique, l'équation sur le bilan alimentaire du bétail, exprimée en kg de matières sèches, peut alors s'écrire de la manière suivante :

$$\sum_{ta} ANIMA_{ta,per} * CONANI_{ta,per} * NJ_{per} + \sum_{bov} ANPEUL_{bov,per2} * CONANI_{bov,per2} * NJ_{per2}$$

$$- FOUR_{j,per2} * TER_{j,tec} - FOUR_{tcom,per1} * TERCL - COMPL_{per3} = 0.$$

Cette équation signifie que les besoins alimentaires totaux des différents types d'animaux ne doivent pas excéder les disponibilités alimentaires. Les nouveaux indices sont ta les types d'animaux, per les périodes, bov les bovins, et tcom les terres communes. ANIMA est la variable endogène qui détermine le nombre d'animaux sédentaires gardés après les ventes, CONANI la variable exogène qui détermine le besoin alimentaire journalier d'un bovin estimé à 6,25 kg par bovin et par jour (Rivière, 1991), NJ le nombre de jours, ANPEUL la variable endogène qui détermine le nombre de bovins transhumants, FOUR la variable exogène qui détermine les quantités de fourrage produites (en kg de matières sèches), et COMPL la variable endogène qui détermine la quantité d'aliment de bétail (en kg) qui doit être achetée pour couvrir les besoins alimentaires des animaux.

La main-d'œuvre. L'insuffisance de la main-d'œuvre est la principale contrainte de l'agriculture dans le village. Elle est commune à toutes les exploitations. La contrainte de main-d'œuvre, exprimée en homme-jours (Hj), s'écrit sous la forme algébrique suivante :

$$\sum_{j,tec} MOT_{j,per,tec} * TER_{j,tec} + MOTCO * TERCL - MOE * JA_{per,ths} \leq 0$$

qui signifie que les besoins en main-d'œuvre ne doivent pas excéder la disponibilité totale en main-d'œuvre. **ths** est le nouvel indice qui signifie l'actif. Les besoins sont déterminés par la variable exogène **MOT** qui indique la main-d'œuvre requise en homme-jours, **MOTCO** la variable exogène qui indique la main-d'œuvre requise pour défricher des terres communes en Hj. La disponibilité totale en main-d'œuvre est déterminée par la variable exogène **MOE** qui détermine le nombre de travailleurs disponibles multiplié par le nombre de jours de travail **JA**.

La trésorerie. Les exploitations agricoles ont essentiellement recours à deux sources de financement des activités de production : la trésorerie ou le cash, et le crédit qui peut être formel ou informel. La contrainte de trésorerie, exprimée en francs CFA (F CFA)¹, est le résultat du flux monétaire entre les différentes périodes. La décision de financer une activité d'une nouvelle période dépendra du résultat monétaire de la fin de campagne antérieure. Cette contrainte est déterminée par l'équation suivante :

¹ Au 1^{er} avril 2005, 100 F CFA = 0,15 €.

$$SOU_{per1} + COCASH_{per1} - \sum_{ta} NOMANIM_{ta,per}$$

$$* PA - MOSI_{per1,ths} * SALAIRE_{ths} - TRASU = 0$$

où **SOU** est la variable endogène qui indique le cash utilisé pour l'alimentation (en F CFA), **COCASH** la variable endogène qui indique le cash utilisé pour le coton (en F CFA), **NOMANIM** la variable exogène qui détermine le nombre d'animaux vendus multiplié par le prix de vente **Pa** (en F CFA), **MOSI** la variable endogène qui détermine les échanges de main-d'œuvre (en Hj) multiplié par le salaire journalier **SALAIRE** (en F CFA), et **TRASU** la variable exogène sur la trésorerie initiale (en F CFA).

La dégradation des ressources naturelles pour l'agriculture se traduit par la faible teneur des sols en matière organique, inférieure à 2 %, et par l'érosion hydrique qui entraîne des exportations d'éléments fertilisants. Les contraintes environnementales sont prises en compte par l'évaluation de ces deux contraintes.

L'érosion du sol. Les coefficients d'érosion du sol sont les pertes de sol (tonnes/ha) consécutives à la gestion du sol. Ils sont déterminés par Wischmeier et Smith (1978) et adaptés par Deybe (1994). Ce coefficient est de 8 en système traditionnel, 13 pour la jachère, 7 en système traditionnel avec apport du fumier, et 7,5 en système traditionnel avec apport de fertilisants chimiques.

La contrainte d'érosion est exprimée en tonnes de terres perdues de la manière suivante :

$$\sum_{j,tec} ER_{j,tec} * TER_{j,tec} + ER_{icom} * TERCL - EROSI = 0$$

qui signifie que le bilan de l'érosion des activités culturales et des terres communes doit être égal à l'érosion totale. **ER** est la variable exogène qui indique l'érosion (en tonnes de particules érodées), et **EROSI** est la variable exogène qui détermine l'érosion totale (en tonnes de particules érodées).

Le transfert de fumier. Le parcage des animaux transhumants et sédentaires sur les terres permet d'apporter directement le fumier au sol. Le bilan du transfert du fumier est exprimée en kg de matière sèche de fumier dans l'équation suivante :

$$ANPEUL_{BOV,per1} * TXFUM + ANIMA_{bov,per} * TXFUM \\ - TRAFUM = 0$$

qui signifie que le bilan de la quantité de fumier transférée par le bétail transhumant et celle transférée par le bétail sédentaire doit être égal à la quantité totale de fumier transférée. **TXFUM** est la variable exogène qui détermine la quantité de fumier déposée

par bovin et par jour, égale à 2,5 kg et **TRAFUM** est la variable endogène qui détermine la quantité totale de fumier transférée (en kg).

La fonction objectif. La fonction objectif est déterminée dans un premier temps par les revenus individuels annuels de chacune des exploitations types, exprimés en F CFA, constitués par les revenus nets des différentes activités. Le revenu net est déterminé par les recettes provenant de la vente des produits végétaux et de celle des produits animaux desquels sont déduites les dépenses d'alimentation, les coûts de production des cultures, ainsi que le remboursement du crédit et de ses intérêts. Ensuite la fonction objectif à maximiser est déterminée par le revenu global du village qui est la somme des revenus nets des exploitations types, à laquelle s'ajoute une estimation de la valeur des produits issus de l'usage des ressources communes à l'ensemble du village. Les autres objectifs étant traités comme des contraintes du modèle.

La confrontation entre l'offre et la demande sur le marché est faite dans l'équation du flux monétaire qui détermine le revenu. L'offre est constituée par les quantités de produits agricoles qui peuvent être vendues une fois que les besoins de consommation des membres de l'exploitation sont satisfaits, de même que par les résidus de cultures et les fourrages des jachères et des terres communes qui peuvent être monnayés. La demande provient des achats éventuels de vivres au cas où la production s'avère insuffisante pour couvrir les besoins alimentaires des exploitations. Par ailleurs nous prenons en compte la demande en fourrage des éleveurs transhumants de passage pour l'alimentation du bétail.

2.2. Village de l'étude

La méthodologie est appliquée au village de Ouara, localisé dans la frange cotonnière à 53 km de la ville de Bobo Dioulasso dans l'ouest du Burkina Faso. Ce village est représentatif de la problématique qui est étudiée. La pression agricole y est forte. La superficie totale du terroir villageois était estimée à 7881 ha dont 3549 ha de terres cultivées (45 %) en 1999. Le reste du terroir est constitué par la savane arborée et les terres incultes réservées aux pâturages qui relèvent de l'appropriation commune. Celles-ci représenteraient 3658 ha, soit 46,4 % de la superficie du terroir. On note également la présence d'un important cheptel suite aux migrations. Suivant la typologie des exploitations agricoles dans la partie nord de la zone agro-pastorale de Sidéradougou (Ouédraogo *et al.*, 1997), les exploitations agricoles du village de Ouara peuvent être regroupées en quatre types basés sur les critères suivants :

- type 1 : agriculteur autochtone équipé en traction bovine ;
- type 2 : agriculteur migrant équipé en traction bovine ;
- type 3 : agro-éleveur des types 1 et 2, possédant en plus un troupeau de bovins ;
- type 4 : éleveur-agriculteur peut possédant plus de 100 têtes de bovins.

On dénombre ainsi huit exploitations de type 1, 134 exploitations de type 2, 35 exploitations de type 3, et 11 exploitations de type 4. L'activité agricole est dominée par les cultures de maïs et de coton, tandis que l'activité pastorale est dominée par l'élevage intégré aux exploitations agricoles (bovins de trait, noyaux d'élevage bovin reproducteur) et par des troupeaux transhumants appartenant à des éleveurs peuls sédentaires du village. Les exploitations agricoles pratiquent toutes un élevage bovin (traction et/ou reproducteur), ainsi que celui de petits ruminants et de la volaille. Le cheptel sédentaire est estimé à 2541 têtes de bovins et 2178 têtes de petits ruminants (Koadema, 1999). Les troupeaux des éleveurs peuls sédentaires ne séjournent sur le terroir du village qu'en période sèche fraîche, de novembre à février, pour la pâture des résidus de cultures après les récoltes. Ils transhument tout le reste de l'année à cause des contraintes de disponibilité fourragère en période sèche chaude, de mars à mai, de l'inaccessibilité aux points d'eau et aux pâturages des jachères pendant la période des travaux agricoles, de juin à octobre. Parallèlement pendant la période sèche fraîche, on assiste à d'importants mouvements de bétail des éleveurs transhumants de passage pour la pâture des résidus de cultures après les récoltes. Ces troupeaux ne font qu'un bref séjour sur le terroir du village et progressent très rapidement dans la partie sud du front pionnier de migrations (zone de Sidéradougu et de Mangodara) où les pâturages naturels sont encore disponibles. Même si le passage sur le terroir est bref, la charge animale du bétail transhumant à laquelle s'ajoute celle des troupeaux des grands éleveurs de retour dans l'espace villageois, est très élevée pendant la période sèche fraîche. Les rivalités pour l'accès aux ressources sont particulièrement importantes durant cette période. Par contre les animaux des agriculteurs éleveurs, en effectif réduit, restent toute l'année dans les champs et les jachères du terroir villageois pour le pâturage. Ils peuvent pâturer en hivernage dans la brousse frontalière du village où la pression agricole est moins forte.

2.3. Collecte des données

Les données ont été collectées par des enquêtes qui se sont déroulées d'octobre 1999 à avril 2000. L'analyse des données, notamment le développement des

modèles d'exploitation, s'est déroulée jusqu'en juillet 2002. Durant cette phase, les modèles ont été validés par plusieurs vérifications sur le terrain pour rapprocher le mieux que possible les résultats des réalités observées sur le terrain. Dans un premier temps les systèmes de production ont été identifiés et caractérisés à l'échelle d'exploitations agricoles représentatives du village étudié, par une synthèse de l'information secondaire existante (Ouédraogo *et al.*, 1997) et par les enquêtes de terrain. Des entretiens informels ont permis de comprendre les règles de prise de décision ainsi que l'allocation des facteurs de production aux différentes activités productives, la conduite des opérations culturales et des activités d'élevage, la gestion du risque. Des enquêtes formelles à partir d'une étude de cas réalisée dans chaque type d'exploitation, à l'aide d'un questionnaire, ont permis d'établir la structure des recettes et des dépenses (budgets d'exploitation). Un sondage fut réalisé sur le marché local et auprès des groupements d'agriculteurs et d'éleveurs pour connaître les prix et les variations de prix des produits agricoles, des animaux, des intrants agricoles et zootechniques, ainsi que l'accessibilité aux facteurs de production. Les données moyennes ont été utilisées pour les diverses simulations. La synthèse des données récoltées est présentée dans les **tableaux 1, 2, et 3**.

Tableau 1. Synthèse des données collectées et utilisées dans les modèles d'exploitations agricoles du village de Ouara — *Data collected and used in Ouara village farms models.*

Données moyennes par exploitation	Types (nombre total d'exploitations)			
	Type 1 (8)	Type 2 (134)	Type 3 (35)	Type 4 (11)
Superficie totale (ha)	14	15,25	10	3,5
Population moyenne	14	8	12	9
Nombre				
d'actifs agricoles	7	4	6	2
de femmes actives	5	3	3	2
de salariés	0	0	0	0
de bergers	2	2	3	1
de bovins d'élevage	2	0	23	39
de bovins de trait	2	5	2	2
de volailles	11	60	20	28
d'asins	1	1	1	0
d'ovins	0	1	0	11
de caprins	0	1	0	3
Coût de production (F CFA/ha)*				
du coton	35.000	38.500	77.200	0
du maïs	7.600	40.400	24.000	2.400

Source : enquêtes personnelles réalisées d'octobre 1999 à avril 2000 ;

* Au 1^{er} avril 2005, 100 F CFA = 0,15 €

Tableau 2. Prix des intrants et produits agricoles sur le marché de Ouara (1999) — *Agricultural inputs and products prices in Ouara village market place (1999).*

Nature des produits	Variations du prix unitaire* (F CFA)**
Intrants agricoles	
Engrais NPK (kg)	300–550
Engrais urée (kg)	300–550
Engrais NPKSB (kg)	240
Pesticides coton (L)	4350
Semences coton (kg)	32
Sel granulé (kg)	150
Tourteau de coton (kg)	60–70
Produits agricoles (kg)	
Coton	165
Maïs	100–175
Sorgho	125–225
Mil	250–275
Niébé	250–275
Arachide	100–175
Voandzou	125–400
Animaux (unité)	
Bovins	37.500–200.000
Ovins	7.000–25.000
Caprins	3.500–9.500
Volaille	500–1.200

Source : enquêtes personnelles réalisées d'octobre 1999 à avril 2000 ; * les moyennes ont été utilisées pour les simulations ; ** au 1^{er} avril 2005, 100 F CFA = 0,15 €.

Tableau 3. Synthèse des budgets annuels d'exploitation dans le village de Ouara — *Annual farms budgets synthesis in Ouara village.*

	Types d'exploitations			
	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Recettes (F CFA)*				
Agriculture	215.500	459.650	175.500	7.500
Élevage	99.550	13.100	213.500	275.300
Sous-total	315.050	472.750	389.000	282.800
Dépenses (F CFA)				
Agriculture	9.750	391.700	108.500	16.820
Élevage	72.900	29.250	154.225	65.930
Alimentation	54.150	49.600	15.000	14.270
Sous-total	136.800	470.550	277.725	97.020
Revenu net agricole (F CFA)				
	178.250	2.200	111.275	185.780

Source : calculs réalisés à partir d'enquêtes menées d'octobre 1999 à avril 2000 ; * au 1^{er} avril 2005, 100 F CFA = 0,15 €.

2.4. Hypothèses de simulations

Les hypothèses du modèle de base (reproduction des tendances actuelles) sont les suivantes :

- les ressources communes (fumier, pâturages naturels et résidus de cultures) n'ont pas un prix d'usage ;
- la capacité maximale d'accueil du bétail transhumant est déterminée par la disponibilité fourragère dont la valeur monétaire est nulle ;
- l'ensemble du village dispose du crédit coton d'un montant de 125.577.288 F CFA.

Pour les simulations de politiques, il est envisagé deux mécanismes de régulation de l'usage des ressources communes par les activités d'élevage qui peuvent affecter d'une part les résultats économiques des exploitations et du village, et d'autre part la fertilité représentée par le fumier et la perte du sol. Le premier est l'imposition d'une taxe d'accès aux parcours communs par les éleveurs transhumants et le deuxième est l'affectation d'un prix aux résidus de cultures.

Taxes sur la transhumance. En tenant compte des deux extrêmes de la durée de passage des éleveurs transhumants dans le village pour la pâture des résidus de cultures, des jeunes jachères et des parcours communs, deux taxes peuvent être envisagées. Une première de 950 F CFA/tête de bovin pour un séjour de dix jours dans le village, et une deuxième de 1450 F CFA/tête de bovin correspondant à un passage de quinze jours dans le village. Ces valeurs reflètent celle du prélèvement de fourrage estimé à 6,25 kg de matières sèches par tête et par jour avec un coût d'opportunité de 15 F CFA pour les fourrages naturels et les résidus de cultures (Leloup, Traoré, 1990).

Création d'un marché de résidus de cultures. Étant donné que l'espace villageois est densément cultivé et attire fortement le bétail pendant la période des récoltes où les résidus de cultures sont très disponibles, on peut supposer qu'à court terme les agriculteurs monnayeront les résidus de cultures. En se basant toujours sur le coût d'opportunité du fourrage, trois coûts sont simulés : 5 F CFA/kg, 10 F CFA/kg, et 15 F CFA/kg.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Le scénario actuel

Les résultats du modèle de base, sans simulations, montrent une capacité d'accueil actuelle de 4501 têtes de bovins transhumants de passage par le village, eu égard aux disponibilités fourragères. Le niveau d'utilisation des terres communes par le bétail sédentaire et transhumant est de 3901 ha sur un total

de 4332 ha. Seulement les exploitations d'agriculteurs migrants défrichent actuellement à des fins agricoles 431 ha de terres communes réservées en principe à l'activité d'élevage. Ces exploitations, majoritaires dans le village, ont besoin de plus de terres cultivables dont ils ne disposent pas actuellement. Cette contrainte les oblige à utiliser les terres communes convoitées par les éleveurs, créant ainsi des rivalités et des conflits pour l'exploitation de ces ressources. Ce résultat rend ainsi plus explicite l'occurrence de plus en plus élevée de conflits entre agriculteurs sédentaires et éleveurs transhumants dans la région.

3.2. Impacts économiques d'une taxe sur la transhumance

Les résultats économiques de la création d'un marché d'accès aux terres communes, (**Figure 2**) par les transhumants montrent qu'au niveau individuel ce sont les agriculteurs autochtones, qui sont les propriétaires des terres communes, qui profiteront le plus des droits d'usage. Cette politique induira une augmentation de leur revenu annuel de l'ordre de 18 % pour une taxe d'accès de dix jours, et de 27 % pour une taxe d'accès de quinze jours, comme conséquence du passage des animaux transhumant sur les terres communes du village. Celles-ci sont les plus nanties en terres communes et en terres cultivables, et profiteront d'un séjour prolongé des animaux transhumant sur les terres. Les exploitations d'éleveurs-agriculteurs peuls profiteront en deuxième lieu des retombées économiques d'une telle mesure. En effet, bien que peu nombreux, ceux-ci sont anciennement installés dans le village et disposent d'importantes superficies de terres en jachère de longue durée qui sont utilisées comme des pâturages. Toutefois la taxe de dix jours de transhumance leur profitera plus que celle de quinze jours, respectivement une augmentation du revenu de 14 % et de 8 % du fait de la moindre abondance en terres

communes, comparativement aux exploitations d'agriculteurs autochtones. La politique n'a qu'un très faible impact sur le revenu des exploitations d'agriculteurs migrants. Chez ceux-ci, on note une augmentation du revenu individuel de 0,6 % et 0,9 %, respectivement pour une taxe de dix jours et de quinze jours. Les faibles résultats économiques observés chez les migrants s'expliquent par leur faible accessibilité aux terres communes et aux jachères d'une part, et d'autre part au fait qu'ils les utilisent prioritairement à des fins agricoles, au détriment des activités d'élevage. Par ailleurs, on constate que dans les exploitations d'agriculteurs autochtones et d'agriculteurs migrants le revenu a tendance à augmenter avec une durée de passage prolongée des troupeaux transhumants. Par contre dans les exploitations d'agro-éleveurs moyens et d'éleveurs-agriculteurs peuls, il a tendance à diminuer avec un séjour prolongé du bétail transhumant dans le village. Cela est lié à une plus faible disponibilité en terres communes et en terres de jachères dans ces exploitations qui ne pourront profiter que d'un bref séjour du bétail transhumant dans l'espace du village.

L'impact du modèle agrégé au niveau du village montre une augmentation du revenu net global de 0,8 % pour une taxe de dix jours et de 1,2 % pour une taxe de quinze jours. En valeur réelle le surplus économique généré par cette politique pour l'ensemble du village est important et peut permettre d'entreprendre des actions visant à améliorer les conditions de vie de l'ensemble du village. En effet, ce surplus de revenu pourra être utilisé afin d'améliorer la disponibilité des ressources (hydraulique villageoise, amélioration des pâturages, etc.). Ce qui signifie qu'une telle mesure ne devra pas faire l'objet d'une appropriation et d'une gestion individuelle selon la propriété foncière pour éviter le risque d'augmenter les rivalités sur les enjeux de l'appropriation foncière et les ressources naturelles entre les différentes couches sociales (autochtones, migrants, éleveurs transhumants). L'ensemble des producteurs du village ainsi que les éleveurs transhumants doivent bénéficier de ces retombées économiques pour que cette politique puisse trouver l'adhésion des différents groupes dont les intérêts sont souvent conflictuels. Cette politique n'a pas un impact sur l'effectif de bétail transhumant que peut accueillir le village, comparativement au scénario de base. Elle est la plus réaliste en termes de possibilités d'intervention à court terme, suite aux différents entretiens sur le terrain avec les sédentaires et les transhumants, et s'avère comme étant la meilleure voie possible, à l'étape actuelle, de réglementation de l'usage des ressources communes qui puisse limiter les nombreux conflits entre les sédentaires et les transhumants. Ces derniers sont du reste assez favorables à une telle mesure à condition que ces droits d'accès ne fassent pas l'objet d'abus de la part des autorités locales.

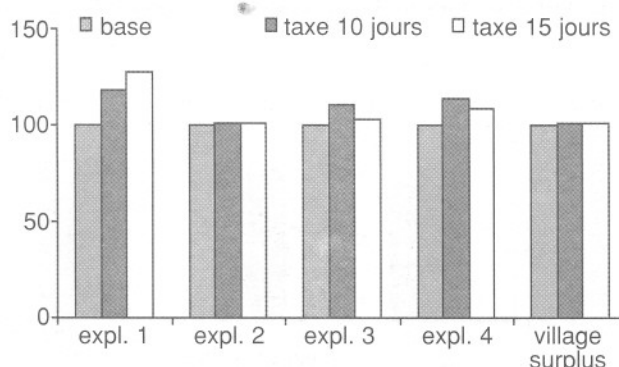


Figure 2. Impacts d'une politique d'accès à l'utilisation des terres communes sur les revenus individuels et le surplus du village — *Impacts of a common pasture use policy on farms and village net incomes.*

3.3. Impacts économiques de la création d'un marché de résidus de cultures

La création d'un marché de résidus de cultures profitera à l'ensemble du village étant donné qu'il est plus facile d'exercer un contrôle de la transhumance à l'échelle de l'espace du village qu'à l'échelle des parcelles. La **figure 3** montre que l'affectation de prix aux résidus de cultures augmente considérablement le surplus du village, jusqu'à l'ordre de 50 % pour un coût de 15 F CFA/Kg de résidus, hypothèse la plus forte. Cette politique aura pour conséquence une augmentation des superficies de sorgho et de coton, comparativement aux superficies de maïs. Contrairement au premier scénario de simulation, la mesure aura un impact sur la capacité d'accueil du bétail transhumant par le village qui passera de 4501 têtes dans le scénario de base à 4597 têtes, soit une augmentation de 2 % par rapport à la capacité d'accueil initiale.

3.4. Impacts des différentes politiques sur l'érosion du sol

En termes d'impact sur l'environnement, la **figure 4** montre que les différentes politiques de taxation de la transhumance sont susceptibles d'augmenter l'érosion, de l'ordre de 47 % pour une taxe sur la transhumance, et de 43 % pour la création d'un

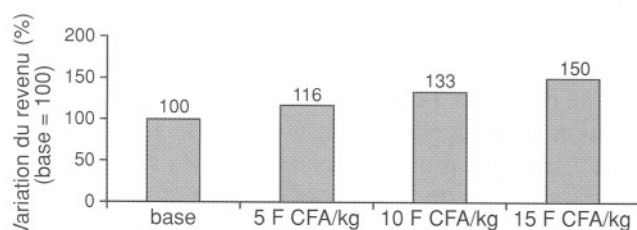


Figure 3. Impact économique d'une affectation de prix aux résidus de cultures sur le revenu global du village — *Impact of crops residues management policy on village net income. Base: actual scenario.*

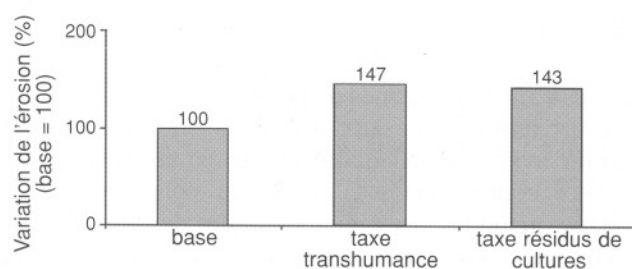


Figure 4. Impact de politiques d'accès aux ressources communes sur le niveau d'érosion du sol (tonnes) — *Impact of both agricultural policies on soil erosion. Base: actual scenario.*

marché des résidus de cultures. Les populations sédentaires, propriétaires fonciers qui sont les principaux bénéficiaires des différentes mesures, seront incitées à ouvrir l'espace aux agents extérieurs que sont les transhumants, ce qui aura pour conséquence d'augmenter l'érosion compte tenu d'une forte augmentation des superficies en coton et en sorgho, cultures qui produisent plus de biomasse fourragère mais qui par contre sont les plus érosives car utilisant les techniques de production les plus érosives

3.5. Impacts des différentes politiques sur le transfert de fumier

Avec l'accroissement du bétail transhumant, les mesures de taxation auront un impact positif sur le transfert de fumier vers les terres cultivées. La **figure 5** montre que cet accroissement est de l'ordre de 15,5 % et 17,1 % respectivement pour la taxe sur la transhumance et pour la création d'un marché des résidus de cultures. Ce qui prouve que les différentes mesures sont susceptibles, dans une certaine mesure, de contribuer à limiter les effets des pertes de sol liées à l'érosion par le transfert de fumier et des nutriments. Bien que le lien entre les pertes d'éléments fertilisants liées à l'érosion et l'effet bénéfique des transferts d'éléments fertilisants avec l'apport du fumier ne soit pas explicite dans cette étude, nous avons testé l'hypothèse d'érosion nulle pour mesurer les conséquences sur le nombre maximal de bovins transhumants que le terroir peut accueillir. Cette hypothèse n'est pas très réaliste car les pertes de sol dues à l'érosion sont davantage liées aux facteurs climatiques (vents, pluies, etc.) et aux techniques de gestion du sol (itinéraires techniques). Il est alors difficile dans ce cas de limiter la compensation de ces différentes pertes au seul apport du fumier par les animaux sans impliquer les technologies de conservation des eaux et des sols, donc l'intensification des systèmes de cultures, qui auront un impact réel sur la

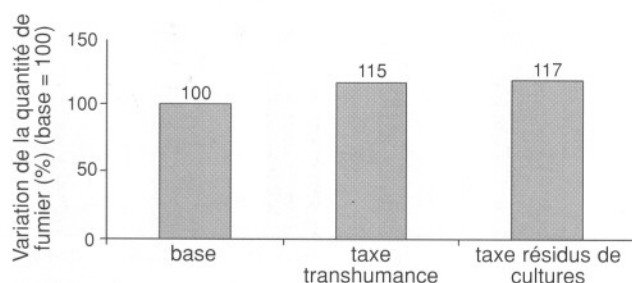


Figure 5. Impact de politiques alternatives sur le transfert de fumier vers les terres cultivées — *Impact of both agricultural policies on manure transferred in cultivate lands. Base: actual scenario.*

diminution de l'érosion. Le résultat de ce fait n'est pas optimal. Il permet néanmoins de déterminer la tendance de la capacité d'accueil du bétail transhumant par le terroir au cas où des mesures de conservation des sols seraient mises en œuvre. Les résultats de cette simulation montrent qu'un niveau d'érosion nul entraîne une diminution de la capacité d'accueil initial des bovins transhumants. Le terroir pourra accueillir au maximum 3669 têtes de bovins transhumants, soit une diminution de 18,5 % (**Figure 6**) par rapport au scénario de base avec la contrainte d'érosion. Ce qui laisse envisager en perspective que des techniques intensives de gestion du sol pour freiner l'érosion contribueront à intensifier les systèmes d'élevage par une réduction de la charge animale sur les terres communes.

4. CONCLUSIONS

La programmation linéaire a été utilisée dans cette étude comme un outil d'aide à la décision et à la négociation collective en gestion des ressources naturelles communes. Les résultats obtenus confirment la possibilité de générer des revenus supplémentaires à l'échelle d'un terroir villageois afin d'aider les populations à intensifier les systèmes de production, à maintenir et à améliorer l'utilité fonctionnelle des terres communes. Au fur et à mesure que les systèmes extensifs évolueront vers l'intensif, il est certain que les populations locales chercheront parallèlement des solutions qui valorisent leurs droits de propriété sur les ressources communes. Bien que ce ne soit que des indicateurs tendanciels, ces résultats permettent d'anticiper des solutions appropriées non seulement sur le plan économique, mais surtout sur le plan environnemental quant au risque associé à différentes politiques de gestion des ressources naturelles. À l'échelle communautaire, le surplus économique devra être nécessairement investi dans des actions de lutte anti-érosive, et surtout dans l'amélioration des parcours communs pour intéresser davantage les

transhumants et permettre à ce mode d'exploitation d'être plus efficace. Avec le stock de ressources naturelles encore disponible dans le contexte spécifique de la zone du sud du front pionnier de migrations où s'est déroulée cette étude, il n'est pas certain que dans le court terme les populations perçoivent la nécessité de négocier des accords formels d'accès aux terres communes. Toutefois, avec la décentralisation et le transfert de pouvoirs aux collectivités locales, il est de plus en plus question que les ressources puissent être mobilisées au niveau local pour la prise en charge du développement communautaire et particulièrement la meilleure gestion des ressources naturelles. Cet outil peut être testé dans les autres régions du Burkina Faso comme le Nord-Ouest, l'Est, et le Centre où co-existent des systèmes mixtes agriculture-élevage avec une forte dégradation des ressources naturelles. Des politiques alternatives de gestion des ressources naturelles constituent des enjeux majeurs pour ces zones. Dans ce contexte, un accent particulier devra être mis sur la contrainte de fertilité à travers les transferts d'éléments nutritifs par l'apport du fumier. La recherche devra se focaliser sur le calibrage des modèles de base de sorte à rapprocher davantage les résultats du modèle aux observations réelles sur le terrain. En matière de développement, les politiques pourront être expérimentées à l'échelle d'un terroir pour valider les résultats.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le Dr Daniel Deybe, chef de programme Économie, Politiques et Marchés (CIRAD-Amis-Ecopol), professeur associé à l'Université d'État de Washington, ainsi que le Dr Guillermo Flichman, enseignant-chercheur au CIHEAM-IAM de Montpellier pour leurs suggestions dans l'élaboration du modèle. Ils remercient par ailleurs le Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI) dont la contribution a permis de finaliser la recherche.

Bibliographie

- Barbier B. (1993). *Durabilité des systèmes agraires. Modélisation technico-économique d'un village de la zone cotonnière au Burkina Faso*. Thèse de Master of Science CIHEAM, 210 p.
- Bigot Y. (1995). Introduction aux modèles intégrés et de gestion des exploitations. In Reyniers FN., Benoit-Cattin M. (Éds). *Actes du séminaire 14-15 juin 1995, Montpellier, France*. Montpellier, France : CIRAD.
- Deybe D. (1994). *Vers une agriculture durable. Un modèle bio-économique*. Paris : CIRAD. ISBN 2-87614-189-2.

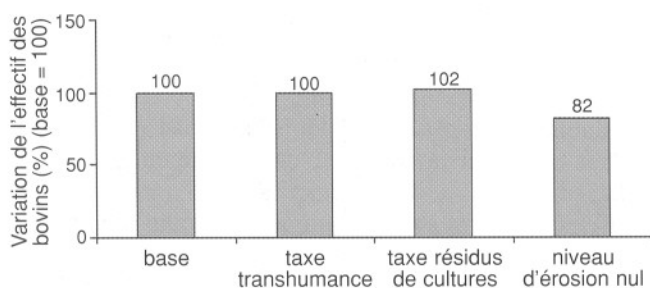


Figure 6. Évolution du nombre de têtes de bétail transhumant sur les parcours en fonction du niveau d'érosion du sol — *Evolution of transhumant cattle size on common pastures with soil erosion level*. Base: soil erosion = 100.

- Koadema A. (1999). *Contribution à l'étude des systèmes d'élevage dans la zone du front pionnier de migrations. Rapport de fin d'études CTAS/CAP Matourkou, Burkina Faso*, 53 p.
- Le Gal PY. (1995). Modèle d'action, modélisation et aide à la décision. In Reyniers FN., Benoit-Cattin M. (Éds). *Actes du séminaire 14–15 juin 1995, Montpellier, France*. Montpellier, France : CIRAD, p. 83–89
- Leloup P., Traoré B. (1990). *La productivité des pâturages dans la zone Mali-Sud : cas du cercle de Koutiala. Rapport de recherche ESPGRN, Sikasso / Mali*, 52 p.
- Lhoste P. (1987). *Étude de l'élevage dans le développement des zones cotonnières (Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Mali). Élevage et relations agriculture-élevage en zone cotonnière. Situations et perspectives*. INRA-LESCA. 77 p.
- McIntire J., Bourzat D., Pingali P. (1992). *Crop-Livestock interaction in Sub-Saharan Africa. World Bank regional and sectorial studies*. Washington DC USA: The World Bank, 246 p.
- Ouédraogo SK., Deybe D., Gérard F. (1996). Les modes de production pour une gestion durable des ressources naturelles. *Tropicultura* 14, p. 153–159.
- Ouédraogo S., Lalba A., Thiamobiga DJ. (1997). *Typologie des systèmes d'élevage dans la ZAP de Sédéradougou. Séminaire national sur l'élevage. 8–11 déc. 1997. Ouagadougou, Burkina Faso*, 37 p.
- Rivière R. (1991). Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris : Ministère de la Coopération et du Développement, 529 p.
- RSP Zone Ouest (1994). *Les systèmes de production agricole dans la Zone Ouest du Burkina Faso. Potentialités et contraintes. Bilan et perspectives de recherche. Rapport de recherche INERA*, 96 p.
- Steinfeld H., de Haan C., Blackburn H. (1996). *Livestock – Environment Interaction. Issues and Options*. Rome: FAO Publications.
- Weber J. (1995). Systèmes multi-agents et couplage des modèles biophysiques et socio-économiques. In Reyniers FN., Benoit-Cattin M. (Éds). *Actes du séminaire 14–15 juin 1995, Montpellier, France*. Montpellier, France : CIRAD, p. 91–98.
- Wischmeier WH., Smith DD. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington: USDA ARS, 58 p.

(15 réf.)