

Déterminants de l'adoption du zaï forestier et perspectives de valorisation de la technique (province du Yatenga, Burkina Faso)

Mahamoudou KOUTOU^{1,2,*}, D. OUEDRAOGO¹, H.B. NACRO¹,
M. LEPAGE²

¹ IDR/UPB, 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

² IRD, 01 BP 182, Ouagadougou, Burkina Faso.

Email: mahamoudou.koutou@ird.bf

Abstract

The main objective of this study is to analyse the factors leading to the adoption of the “forested zaï” technology. The field work was carried out in 4 villages of the Yatenga province, Burkina Faso. Socio-economic data were collected from a sample of 130 producers. The analysis allowed to characterize the main determinants of the adoption of the technology by the local people, using a logit model. The econometric analysis suggested that the use of the forested “zaï” technology to restore soils, the number of hoes, the number of small ruminants, the source of care and acceptance to lend work material to their colleagues producers, affected the probability of the adoption of the technology. But the number of bicycles and the quantity of organic matter available influenced negatively the adoption probability. Furthermore, variables such as the level of instruction, the duration of the field exploitation and the field surface were not significant.

Key words: *Yatenga, degraded soils, forested zaï, econometric logit model.*

Problématique

Depuis plusieurs décennies, la partie Nord du Burkina Faso est confrontée à de sérieux problèmes de dégradation des ressources naturelles et environnementales. Cette dégradation se traduit, dans les cas extrêmes, par l'apparition de terrains dépourvus de toute végétation, et par des sols de plus en plus érodés (Ronan, 1997). Selon Amtapugre (1993), seuls 30% des terres de la superficie totale du Yatenga étaient supposés être cultivables, le reste ayant perdu de sa fertilité et présentant peu de valeur agricole. La croissance continue et rapide de la population a eu pour corolaire la saturation de l'espace agricole utile (Melleville et Serpantié, 1994). Dans les années 1980, la région du Yatenga était réputée être la région la plus dégradée du Burkina Faso (Kaboré *et al.*, 2003).

Pour faire face à la dégradation prononcée des sols, les populations du Yatenga ont développé des actions de défense et restauration des sols (DRS) et des actions de conservation des eaux et sols (CES), par la construction d'ouvrages antiérosifs tels que les cordons pierreux, les digues filtrantes, les demi-lunes, les diguettes, les haies vives, le paillage et le zaï. En général, les producteurs combinent ces technologies afin de bénéficier de leurs effets synergiques (Kaboré *et al.*, 2003). C'est le cas du zaï qui est associé aux cordons pierreux, avec ou sans régénération naturelle assistée, et des cordons de pierres qui sont associés aux bandes enherbées. Ces techniques traditionnelles de culture permettent, à la fois de restaurer les paysages naturels, la fertilité des sols et, par conséquent, d'augmenter la quantité et la qualité de la production agricole (Thévoz, 2000).

Le zaï ou «technique des cuvettes traditionnelles améliorées» a été adopté par les producteurs de la province du Yatenga depuis le début des années 1980. C'est une forme particulière de culture dans des poquets. Son application aux surfaces encroûtées, fortement dégradées, constitue une solution simple de restauration de la productivité des terres et de

réhabilitation agro-forestière (Roose *et al.*, 1999). Les études menées par Reij (1983), Amtapugre (1993), Vlaar (1992), Kaboré *et al.* (1994) sur les techniques de lutte contre la désertification, ont montré que le zaï avait un impact positif sur la récupération du sol et la régénération du couvert végétal. On distingue généralement deux variantes de zaï, à savoir le zaï agricole et le zaï forestier. Alors que l'efficacité du zaï agricole a été étudié par de nombreux auteurs (Ouédraogo et Kaboré, 1996; Ambouta *et al.*, 1999; Roose *et al.*, 1999), le zaï forestier fait l'objet de beaucoup moins d'attention. Il s'agit d'une technologie caractérisée par la multiplication des essences ligneuses à partir des semences contenues dans le fumier utilisé dans les poquets de zaï ou apportées par le vent ou l'eau de ruissellement. Une sélection s'effectue dès les premières années au cours des opérations de sarclage. Le champ peut être abandonné en jachère au bout d'une certaine durée d'exploitation si le nombre d'espèces volontairement retenues devient important.

Cette pratique s'insère dans le rôle de l'arbre dans l'intensification agricole et l'amélioration des réserves hydriques et minérales du sol (Alexandre, 1992), en profitant de son important pouvoir fertilisant (Daniel, 2002). Dans la perspective de restauration des sols dégradés par les producteurs du Nord, les procédés biologiques comme le zaï forestier sont à encourager. Cette pratique permettrait de restaurer la fertilité des sols et d'installer un espace agro-sylvo-pastoral intégré, permettant aux populations locales d'en tirer des bénéfices à court, moyen et long termes. Pour ce faire, il est important d'identifier les déterminants de l'adoption du zaï forestier pour mieux orienter les actions en la matière. L'objectif de la présente étude est d'identifier les déterminants de l'adoption de la technologie du zaï forestier et les stratégies de valorisation de ses produits en milieu paysan.

Matériel et méthodes

Notre travail s'est déroulé dans 4 villages proches de la ville de Ouahigouya, chef-lieu de la province du Yatenga, dans la zone sahélo-soudanienne du Burkina Faso : Gourga (1874 habitants), Ziga (4343 habitants), Oula (1405 habitants) et Sonh (1024 habitants).

Enquêtes auprès de producteurs

A partir de la liste des membres de l'association zaï de chaque village, une liste de 40 producteurs chefs d'exploitation qui ont adopté la technologie du zaï forestier et une liste de 30 producteurs qui accordent peu d'importance à cette technologie, ont été élaborées dans chacun des 4 villages. Ensuite un tirage au hasard a permis de constituer un échantillon de 130 exploitants au total pour les quatre villages, dont 70 qui pratiquent le zaï forestier et 60 qui ne pratiquent pas.

Modèle utilisé

Un des objectifs de notre étude était de préciser le comportement des producteurs face à la technologie du zaï forestier en identifiant les facteurs qui influencent son adoption, sous la forme d'une probabilité. Pour atteindre cet objectif, nous avons opté pour une modélisation de type logit, facilitant la manipulation des résultats (Hurlin, 2003). En effet, deux propriétés font l'intérêt de la fonction de répartition logistique dans la modélisation des choix discrets. Il s'agit notamment de son intervalle qui se réduit à $[0, 1]$ et de la possibilité d'être linéarisé par une transformation logarithmique. Dans ce modèle, on définit une variable Y_i^* comme suit :

$$Y_i^* = \alpha + X_i \beta + \varepsilon_i,$$

où Y_i^* représente le bénéfice ou l'intérêt retiré par le producteur de son engagement dans la pratique du zaï forestier ; X_i est une variable qui peut influencer la pratique ; β les coefficients associés aux différentes variables du modèle et ε_i l'erreur associée à la variable.

La variable y_i^* n'étant pas observable, il est nécessaire de générer une variable observable exprimant la pratique du zaï forestier par les producteurs : $y = 1$ si $y^* > 0$ et $y = 0$ si $y^* \leq 0$.

Selon Hurlin (2003), la régression du modèle logit caractérisant l'adoption par un échantillon de producteurs est spécifiée comme suit :

$$P_i = E(y_i) = F(\alpha + X_i \beta) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + X_i \beta)}}$$

où l'indice « i » indique la i^{ème} observation dans l'échantillon, P_i est la probabilité qu'un individu face un choix donné y_i , e est la base du logarithme népérien, X_i est un vecteur des variables exogènes, α est une constante et β_i sont des coefficients associés à chaque variable explicative X_i à estimer.

Il convient de noter que les coefficients estimés n'indiquent pas directement l'effet du changement des variables explicatives correspondantes sur la probabilité (p) de l'occurrence des résultats. Un coefficient positif signifie que la probabilité augmente avec l'accroissement de la variable indépendante correspondante (Neupane *et al.*, 2002). Les coefficients α et β dans la régression logistique sont estimés en utilisant la méthode du maximum de vraisemblance. Le tableau 1 explicite les variables utilisées dans le modèle.

Tableau 1: Définition de toutes les variables utilisées dans le modèle

VARIABLES	DESCRIPTION	TYPE DE VARIABLE
ADEPTEZF	Variable dépendante : 1 s'il y a adoption et 0 sinon.	Qualitative
Facteurs socio-économiques		
NIVINSTRUC T	Instruction du chef d'exploitation : 1 si le producteur est instruit (sait lire et écrire) 0 sinon	Qualitative
NBVELO	Le nombre total de vélos dans l'exploitation	Quantitative
NBHOUE	Le nombre total de houe dans l'exploitation	Quantitative
PJACH	Si l'agriculteur considère la jachère comme un moyen de récupérer ses terres 1 s'il considère et 0 sinon.	Qualitative
NBPETITRUM	Le nombre total de moutons et de chèvres de l'exploitation	Quantitative
Facteurs environnementaux		
SUPERDISPO	Les superficies non exploitées	Quantitative
QMO	La quantité moyenne de matière organique mobilisée par an	Quantitative
DUREEXPLOI T	Le nombre d'années d'exploitation d'un champ avant la jachère principale	Quantitative
SS	La principale source de soin du producteur : 1 s'il fait recours principalement à la médecine traditionnelle et 0 sinon	Qualitative
PRETMAT	L'acceptation du producteur de prêter du matériel de travail pendant la saison des pluies à ses collègues : 1 s'il prête et 0 sinon	Qualitative

Relevé des ligneux dans les champs et les jachères

Parallèlement aux enquêtes, un inventaire systématique a été fait sur les parcelles des producteurs enquêtés. Ces données ont permis non seulement d'avoir une vision assez large des ligneux présents dans les champs et dans les jachères de la zone mais aussi de tester la validité des données d'enquête. Nous avons choisi au hasard 10 parcelles appartenant aux

producteurs interrogés dans chaque village, soit une parcelle par producteur et au total 40 parcelles dans les quatre villages. Dans chaque parcelle un transect de 100 mètres de long sur 20 mètres de large a été délimité et tous les ligneux présents ont été échantillonnés selon 5 portions de 400m².

Analyse des données

Pour l'analyse des données nous avons utilisé deux logiciels d'exploitation. Les analyses statistiques ont été faites grâce à Microsoft Excel (2003). Il a l'avantage de permettre l'importation aisée des données d'un logiciel à un autre. Les analyses économétriques ont été réalisées avec Eviews version 3. Ce logiciel analyse aussi bien les données quantitatives que qualitatives. Il a l'avantage de stocker les données dans une base. Ce stockage permet de changer de variable lorsqu'elle n'est pas pertinente au moment des analyses.

Résultats

Place de l'arbre dans les systèmes culturaux

Dans le Nord, plus de 75% des paysans protègent les arbres dans leurs champs pour plusieurs raisons. Pour ces producteurs, les arbres luttent contre l'érosion et leur fournissent en plus du bois, des fruits et du fourrage. Cependant, l'attention que l'arbre reçoit est très variable selon les villages. L'arbre est l'objet d'une plus grande considération à Gourga (91% des producteurs) et à Sonh (81%) plus qu'à Oula (69%) et à Ziga (59%). Ces différences d'appréciation sont dues au souci plus ou moins grand pour le producteur de gérer l'espace cultivable de son champ et réduire la compétition supposée entre l'arbre et la culture.

Espèces ligneuses rencontrées

Les espèces dominantes dans les quatre villages sont : *Piliostigma reticulatum* et *Guiera senegalensis*. Certaines espèces sont présentes à de très faibles proportions et ne se retrouvent que dans un seul village. C'est le cas de *Acacia holosericea* (0,22%), *Cadaba farinosa* (0,11%), inventoriées à Ziga ; *Acacia pennata* (0,14%), *Euphorbia balsamifera* (0,14%) et *Pterocarpus erinaceus* (0,14%) pour Sonh ; *Grewia flavescens* (0,11%) et *Ziziphus micronata* (0,11%) à Gourga et *stereospermum kunthianum* (0,16%) à Oula. Le tableau 2 donne les densités des différentes espèces échantillonnées.

Tableau 2 : Densités comparatives des espèces de ligneux échantillonnées dans les parcelles

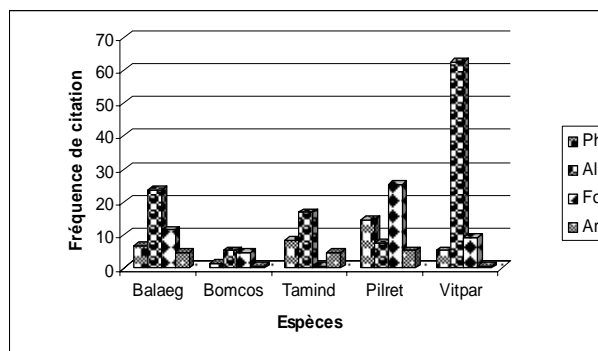
Villages	Densité des individus dans les champs (ha)			Densité des individus dans les jachères (ha)		
	Adultes	Plantules	Souches	Adultes	Plantules	Souches
Gourga	324,37	272,5	76,25	637,5	430	205
Oula	245	255,71	297,14	1363,33	508,33	18,33
Sonh	210,55	500,55	176,66	895	590	10
Ziga	251,25	486,87	45,62	935	182,5	0
Moyenne	257,8	378,9	148,9	957,7	427,7	58,3

Les espèces à usages multiples

Cinq espèces sont identifiées par les populations, à la fois pour des besoins médicaux, alimentaires, fourragers et artisanaux. Parmi elles, les plus utilisées en alimentation humaine sont *Vitellaria Paradoxa* (62,3%) et *Balanites aegyptiaca* (23,84%). Pour le fourrage, *Piliostigma reticulatum* (25,38%) et *Balanites aegyptiaca* (11,53%) sont les plus exploités (Figure 1).

Figure 1: Les espèces à usages multiples

(Légende : Ph : pharmacopée ;
Al : Alimentation ; Fo : Fourrage ;
Ar : Artisanat ; Balaeg : *Balanites aegyptiaca* ; Bomcos : *Bombax costatum* ;
Tamind : *Tamarindus indica* ; Vitpar :
Vitellaria paradoxa)



Revenus générés par les activités de zaï forestier

Le zaï forestier est une source de revenus pour le producteur qui l'a adopté. Il favorise au niveau paysan trois types d'activité, à savoir la vente de fourrage issu des ligneux, des produits forestiers non ligneux, du bois ainsi que l'exercice de la pharmacopée et de l'artisanat. Compte tenu de l'état de dégradation des ressources naturelles au Nord, ces activités ne sont pas très développées. Cependant, les producteurs qui pratiquent le zaï forestier tirent plus profit dans ces activités. Par cette technologie ils augmentent leur stock de ressources exploitables. La somme des revenus de ces activités est en moyenne de 18 906 F CFA à Gourga et 11 880 F CFA à Ziga dans l'année, par producteur pratiquant la technologie, contre 4 625 F CFA à Gourga et 8 150 F CFA à Ziga pour les non pratiquants.

Tableau 3. Résultat de l'estimation du modèle

Variables explicatives	Coefficients	Z statistique
PJACH	2,882218*	4,938121
NBVELO	-0,851871*	-3,064727
NBHOUE	0,200927*	2,729334
NBPETIRUM	0,060910*	2,419054
PRETMAT	0,856446**	1,727131
QMO	-0,026675**	-1,712403
SS	0,923070**	1,696190
DUREEXPLOIT	0,030977	1,572282
SUPERDISPO	-0,031840	-1,358579
NIVINSTRUCT	-0,474269	-0,996233
CONSTANTE	-2,504855	-3,031956
LR statistique (10df)		54,86128
Probabilité (LR stat)		0,000000033
Adoption correctement prédite (%)		80
Non adoption correctement prédite (%)		71,67
Total correctement prédit (%)		76,15
N		130

* Significatif à 1 % ** Significatif à 10 %

(Source : Données d'enquête estimées par le logiciel EVIEWS 3)

Analyse des déterminants de l'adoption du zaï forestier

Les résultats du modèle logit montrent que la plupart des variables examinées ont eu les effets attendus (Tableau 3). Les variables telles que la perception de la jachère par les producteurs (PJACH), le nombre de petits ruminants (NBPETIRUM) et le nombre de houes (NBHOUE) de l'exploitation affectent positivement et significativement la décision des agriculteurs à adopter la technologie du zaï forestier au seuil de 1%. Le nombre de vélos

(NBVELO) l'affecte négativement et de façon significative à 1%. Les variables «sources de soins» (SS) et «prêt de matériel» (PRETMAT) sont corrélées positivement à l'adoption de la technologie mais au seuil de 10%. La variable «quantité de matière organique» (QMO) est corrélée négativement à l'adoption de la technologie du zaï forestier et de façon significative à 10%. Quant aux variables niveau d'instruction (NIVINSTRUCT), superficie disponible (SUPERDISPO) et durée d'exploitation (DUREEXPLOIT), elles ne sont pas significatives à tout seuil statistiquement raisonnable.

Discussion

Il ressort de l'étude que les producteurs accordent un certain intérêt au zaï forestier. C'est une technologie qui est de plus en plus pratiquée par les producteurs de la province de Yatenga (Hien *et al.*, 2003). L'une des principales contraintes au développement de l'agro-sylvopastoralisme dans les zones arides et semi-arides d'Afrique de l'Ouest est la dégradation des ressources naturelles (Pontanier *et al.*, 1995). La restauration de la productivité des sols et la réhabilitation du couvert végétal sont donc des enjeux vitaux pour les populations paysannes de la zone soudano-sahélienne (Roose *et al.*, 1999). La technologie du zaï forestier est bénéfique aussi bien pour les sols que pour les producteurs. Les arbres améliorent la structure du sol, favorisent l'infiltration et réduisent le ruissellement. Les arbres fournissent des produits (fruits, feuilles, bois) et des services (ombre ...) aux producteurs qui les protègent et les respectent (Giffard, 1974). Les produits forestiers (fruits, feuilles etc) contribuent à la lutte contre l'insécurité alimentaire dans la province du Yatenga (Daniel, 2002). On note une densité moyenne plus élevée des ligneux adultes dans les jachères (957,7) que dans les champs (257,79). La mise en jachère des parcelles de zaï favorise une augmentation du nombre d'individus (Lavaguemré, 2003). Le *Piliostigma reticulatum* et le *Guiera senegalensis* sont plus abondantes sur les parcelles de zaï (Sangaré, 2002). Ces résultats soutiennent nos travaux. Dans les quatre villages d'étude, les espèces communes dominantes sont *Piliostigma reticulatum* et *Guiera senegalensis*. En plus de ces usages, l'homme tire des revenus substantiels de l'exploitation des ressources naturelles. Les produits forestiers ligneux et non ligneux assurent des revenus aux populations rurales. (CIRAD et FAO, 2001).

Différents facteurs influencent la probabilité d'adoption de la technologie du zaï forestier, une pratique qui est aussi bénéfique pour les producteurs que leur environnement. Les principales variables identifiées par le modèle logit sont : la perception de la jachère, le nombre de petits ruminants, le nombre de houes, le nombre de vélos, la source de soin et l'acceptation de prêter du matériel de travail. Parmi ces variables, les trois premières (perception de la jachère, nombre de petits ruminants et le nombre de houes) sont hautement significatives et influencent positivement l'adoption de la pratique. En effet la perception d'une technologie par les producteurs peut influencer son adoption (Aklilu et Jan, 2006). Une étude menée par ces auteurs en Ethiopie sur l'adoption des cordons pierreux indique une corrélation positive entre cette variable et l'adoption de la technique. Ces résultats sont en conformité avec les nôtres. L'influence du nombre de petits ruminants sur l'adoption des techniques de conservation des eaux et sols est fonction des régions. Sidibé (2004) a montré que cette variable était non significative dans l'adoption du zaï agricole et des cordons pierreux par les producteurs du Yatenga. En revanche, Aklilu et Jan (2006) ont prouvé que cette variable est positivement liée à l'adoption des cordons pierreux pour les agricultures du Centre de l'Ethiopie. Nos résultats soutiennent également que le nombre de petits ruminants affecte positivement et significativement l'adoption de la technologie du zaï forestier. Quant à la variable nombre de vélos (NBVELO), elle affecte négativement l'adoption de la technologie.

L'adoption des pratiques de conservation dépend des régions et des caractéristiques socio-économiques des producteurs (Lapar et Pandey, 1999). Les probabilités d'adoption des

techniques de conservation des eaux et des sols sont faibles si les producteurs n'en tirent pas un bénéfice à court terme (Zoungrana, 2004). En 2002, le zaï agricole était pratiqué sur 34% des champs à Ziga et les cordons pierreux étaient présents sur 35% des champs (CRDI/CORAF, 2002). Le principal souci des producteurs du Nord est d'atteindre l'autosuffisance alimentaire. L'arbre ne saurait remplacer les cultures surtout dans un contexte de manque de terre. C'est pourquoi la majorité des agriculteurs moins nantis, ne disposant que de terres pauvres, de peu de bétail et de faibles moyens de production ont adopté la technique du zaï agricole (Roose *et al.*, 1999).

Conclusion et suggestions

Notre étude s'est déroulée en zone soudano-sahélienne (province du Yatenga), marquée par une dégradation importante des ressources naturelles. Elle avait pour objectif de comprendre les stratégies des producteurs face au zaï forestier. Il s'agissait alors d'analyser les déterminants de l'adoption de la technologie du zaï forestier et les perspectives de valorisation de ses produits en milieu paysan. Pour atteindre cet objectif, une évaluation statistique et économétrique a été retenue pour quantifier et identifier l'effet des variables explicatives sur la probabilité d'adopter le zaï forestier. Les signes des coefficients indiquent l'effet de chaque variable explicative sur la variable expliquée. Le modèle logit a été choisi parce qu'il reflète aussi bien l'utilisation des variables quantitatives que qualitatives. L'estimation des paramètres a été faite par la méthode du maximum de vraisemblance. Les données utilisées dans cette recherche ont été obtenues auprès d'un échantillon de 130 exploitants et sur 40 parcelles dans quatre villages autour de la ville de Ouahigouya retenus pour les enquêtes (Gourga, Oula, Sonh et Ziga). Chaque village a été choisi sur un transect tracé sur une carte topographique de la province du Yatenga. Ce choix s'est fait en fonction de leur distance par rapport à Ouahigouya, l'importance de leur population et la présence d'un groupement zaï.

L'analyse statistique des résultats montre qu'un nombre important d'espèces ligneuses sont retenues dans les champs et préservées dans les jachères par plus de 75 % des producteurs. Ces espèces, composées principalement d'arbustes, sont plus denses dans les jachères que dans les champs. Elles ont un important rôle socio-économique et agronomique. Tout en contribuant à la fertilisation des sols et en protégeant les cultures, les produits des arbres entrent dans la consommation humaine et animale. Ils procurent du bois et des revenus non négligeables aux producteurs qui mettent en œuvre des actions pour les protéger et améliorer leur productivité.

L'analyse économétrique a permis d'identifier les variables qui influencent l'adoption de la technologie du zaï forestier. Le choix de pratiquer ou non le zaï forestier est influencé par des facteurs socio-économiques et environnementaux. Les variables identifiées comme ayant un impact significatif sur la probabilité d'adoption de la technologie sont la perception de la jachère, le nombre de petits ruminants, le nombre de vélos, le nombre de houes, la source de soin, l'acceptation de prêter du matériel et la quantité de matière organique. Une prise en compte raisonnable de ces variables dans un programme de développement pourrait contribuer à soutenir l'adoption de la technologie du zaï forestier.

Compte tenu de l'importance des espèces ligneuses dans la vie socio-économique des populations rurales et leur rôle prépondérant dans la lutte contre la désertification, le zaï forestier est à promouvoir. Pour cela nous suggérons de :

- former les producteurs sur les vertus thérapeutiques des principales espèces de la région, ce qui pourrait les amener à préserver les arbres dans leurs champs pour leurs soins ;

- former les producteurs sur les techniques de coupe des arbres pour éviter les abattages sauvages, ainsi que sur les techniques d'association arbre-culture ;
- accorder des micro-crédits aux producteurs afin de leur permettre d'être moins dépendants des ressources naturelles, ce qui diminuerait la pression sur ces dernières ;
- agir par des programmes de développement sur les facteurs influençant l'adoption du zaï forestier comme l'introduction de la chèvre rousse pour favoriser l'émergence de la technologie.

Cependant, il faut noter une limite de cette étude que nous jugeons assez importante, dans la mesure où les données utilisées ont été obtenues par une enquête ponctuelle auprès des chefs d'exploitations. Il serait souhaitable de réaliser une autre étude sur un groupe cible pratiquant régulièrement la technologie, à travers un suivi-évaluation durant une période d'au moins trois ans pour confirmer la robustesse des résultats de la présente étude. L'adoption des techniques de conservation des sols peut différer par son intensification au niveau des exploitations. Une étude plus poussée pourrait s'intéresser également au comportement à la marge des pratiquants de la technologie par utilisation d'un autre modèle économétrique (tobit multinomial). Cette étude permettra de distinguer entre les chefs d'exploitation ceux qui pratiquent la technologie plus que les autres. A partir de ces résultats on peut mieux appréhender l'effet de la technologie sur les revenus (agricole et issus de la valorisation de ses produits) des producteurs. En outre, on peut évaluer l'impact de cette technologie sur l'évolution du potentiel ligneux ainsi que sur l'offre en bois de la province.

Bibliographie

- Aklilu A. et Jan de G., 2006. Determinants of adoption and continued use of stone terraces for soil and water conservation in an Ethiopian high land watershed. *Ecological, economics*, 9p.
- Alexandre D. Y., 1992. Régénération de la forêt du Nazinon (Burkina Faso), recueil de notes au projet BKF 89/011. Ouagadougou, ORSTOM, 32p.
- Ambouta J.M., Moussa I.B. et Ousmane S.D, 1999. Réhabilitation de jachère dégradée par les techniques de paillage et de zaï au sahel. In Floret C. et Pontanier R.: La jachère en Afrique tropicale : rôles, aménagement, alternatives. Paris, pp. 751-759.
- Atampugre N., 1993. «Au-delà des lignes de pierres : l'impact social d'un projet de conservation des eaux et du sol dans le Sahel» OXFAM/U.K. et IRELAND, 202 p.
- CIRAD et FAO, 2001. Les arbres hors forêt : vers une meilleure prise en compte. Les cahiers FAO de conservation, Rome, 214p.
- CRDI/CORAF, 2002. Activités de recherche conduites dans le cadre du projet R3S : intégration agriculture-élevage et gestion des ressources naturelles (campagne 2001-2002). Rapport technique, 50p.
- Daniel Y.A. 2002. Initiation à l'agroforesterie en zone sahélienne : les arbres des champs du Plateau central au Burkina Faso. Paris, IRD-KARTHALA, 220p.
- Giffard P.L, 1974. L'arbre dans le paysage sénégalais : Sylviculture en zone tropicale sèche. Dakar : Centre technique forestier tropical, 431p.
- Hien V., Bilgo A., Kaboré D., Lepage M. et Somé L., 2003. Projet 83 " Recherche sur des technologies de lutte contre la désertification au Sahel et étude de leurs impacts agro écologiques et socio-économiques ". Rapport d'étape, 71p.
- Hurlin C. ,2003. Econométrie des variables qualitatives. Cours de maîtrise d'économétrie, France Université d'Orléans, 59p.
- Kaboré D., Kambou F., Dickey J., and Lowenberg-Deboer J., 1994. "Economics of Rock Bunds, Mulching and Zaï in the Northern Central Plateau of Burkina Faso: A Preliminary Perspective" in Agricultural production and natural resource management, Purdue University, INERA and Winrock Int., West Lafayette, pp: 67-82
- Kaboré P.D., Traoré G. J. et Somé B. 2003. Analyse des techniques de lutte contre la désertification au Burkina Faso. Ouagadougou : INERA, 17p.
- Laguemvaré T. A., 2003. Reconstitution des sols dégradés et de la diversité biologique : "étude de la succession végétale et de l'action des termites dans un système de zaï forestier (province du Yatenga, Burkina Faso)". Mémoire de fin d'étude, IDR, 80p.
- Lapar, A.L. et Pandey, S., 1999. Adoption of soil conservation: the case of the Philippine uplands. *Agricultural Economics*, 21 : 241-256.

- Milleville, P. et G. Serpantié, 1994, "Promotion de systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique soudano sahélienne." Dakar, Sénégal, 22p.
- Neupane R. P.; K. R. Sharma and G. B. Tharpa 2002: Adoption of agro forestry in the hills of Nepal: A logistic regression analysis. *Agricultural system*, 72 : 177-196.
- Ouédraogo M. et Kaboré V., 1996. Le zaï, technique traditionnelle de réhabilitation des terres dégradées au Yatenga (Burkina Faso). In : Techniques traditionnelles de conservation de l'eau et des sols en Afrique. Karthala, Paris, pp. 119-126.
- Pontanier, R., M'Hiri, A., Akrimi, N., Aronson, J., Le Floch, E. (Eds.), 1995. L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? John Libbey Eurotext, Paris, 455 pp.
- Reij C., 1983. L'évolution de la lutte anti-érosive en Haute-Volta depuis l'indépendance : vers une plus grande participation de la population. Amsterdam: Vrije Universiteit and Institute for Environmental Studies, 147p.
- Ronan L., 1997. Réhabilitation des sols dégradés en zone soudano sahélienne par la technique traditionnelle du " zaï " (Burkina Faso). Mémoire de fin de 3^{ème} cycle. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 81p
- Roose E., Kaboré V. et Guenat C., 1993. Le zaï : fonctionnement, limites et amélioration d'une pratique traditionnelle africaine de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées en région soudano- sahélienne (Burkina Faso). Cahier ORSTOM Pédol., 28, 2 : 159-173.
- Roose E., Kabore V. C. Guenat, 1999. Zaï practice: a West African traditional rehabilitation system for semiarid degraded lands, a case study in Burkina Faso. *Arid Soil Research & Rehabilitation*, 13: 343-355.
- Sangaré S. K., 2002. Evaluation des performances agro-écologiques des techniques de lutte contre la désertification dans les provinces du Passoré et du Yatenga : cas du zaï, de la demi-lune et du tapis herbacé. Mémoire de fin d'étude I.D.R., 83p.
- Sidibé A., 2004. Farm-level adoption of soil and water conservation techniques in northern Burkina Faso. *Agricultural Water Management*, 71: 211-224
- Thévoz C., 2000. Le zaï ou les limites d'une stratégie de mise en culture des sols dégradés au Burkina Faso dans la sécurité alimentaire en question : dilemmes, constats et controverses, Paris, Karthala pp. 217-229.
- Vlaar J.C., 1992. Les techniques de conservation des eaux et des sols dans les pays du Sahel. Wageningen : Centre inter-africain d'études hydrauliques (CIEH), et Université agronomique de Wageningen (UAW), 99p.
- Zoungrana C., 2004. Adoption des techniques de conservation des sols et lutte contre la pauvreté au Yatenga. Mémoire de D.E.A. Université de Ouagadougou, UFR/SEG, 76p.

