

# MODELISATION DE L'ADOPTION DES INNOVATIONS TECHNIQUES EN CULTURES MARAICHERES EN REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

E. MBETID-BESSANE

Université de Bangui. Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FASEG), Centre d'Etude, de Recherche  
et de Documentation en Economie et Gestion (CERDEG), BP. 1983 Bangui, Centrafrique.  
E-mail : mbetid\_bessane@hotmail.fr

## RESUME

Une étude antérieure a montré que le faible niveau d'intensification en culture maraîchère à Bangui, en Centrafrique, constitue une contrainte majeure. La présente vise à mettre en évidence les déterminants de l'adoption des intrants agricoles et l'intensification en culture maraîchère en zone périurbaine à Bangui, en vue de proposer des techniques permettant d'accroître la production légumière. Des méthodes d'analyse descriptive et économétrique ont été utilisées. Les résultats montrent que les taux d'adoption des intrants agricoles ont été relativement élevés. Par contre, les niveaux d'intensification ont été faibles. L'adoption des intrants a été déterminée à la fois par des variables sociales et des variables institutionnelles. L'intensification du maraîchage, en plus de ces variables institutionnelles et sociales, a été aussi obtenue à partir des variables économiques. Les actions à promouvoir pour y parvenir passent par le renforcement des capacités chez les exploitants à travers l'alphabétisation, l'amélioration des revenus des planteurs, l'accès au crédit, ainsi que la formation et l'encadrement.

**Mots clés :** Modèle, adoption, intrant agricole, intensification, cultures maraîchères.

## ABSTRACT

MODELING OF THE ADOPTION OF TECHNICAL INNOVATIONS IN VEGETABLE CROPS IN CENTRAL AFRICAN REPUBLIC

*A previous study showed that low intensification under vegetable farming, in Bangui, Centre Africa, is an important issue. The study aims to assess the characteristics of input factors that influence the adoption of technologies, in order to suggest steps in vegetable farming. Descriptive and econometrics analyses were used. Results show that rates of adoption of modern inputs were relatively high, contrary to levels of intensification. The adoption of the inputs was found to be determined by both social and institutional parameters, while intensification, in addition to these variables, was also determined by economic variables. Thus steps to improve rates of input adoption and farming intensification require capacities building of farmers, in terms of literacy and training, as well as improvement of their economic conditions, such as income and access to credit.*

**Key words :** Model, adoption, agricultural inputs, intensification, vegetable farming.

## INTRODUCTION

La zone périurbaine de la ville de Bangui, en République Centrafricaine, connaît des activités maraîchères depuis la période coloniale. Cependant, le maraîchage a commencé à y prendre réellement de l'ampleur qu'en 1962. Plus de 40 ans après, l'étude du marché des légumes dans la zone périurbaine, réalisée par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, a montré qu'il existait un déséquilibre entre l'offre et la demande à Bangui : la production maraîchère locale ne couvrait qu'environ 24 % de la demande. Le reste était assuré par les différentes régions du pays et par des importations, ce qui a eu pour conséquence un prix élevé à la consommation à Bangui (Mbétid-Bessane, 2005). Ce déséquilibre s'explique par la faible performance du système de production maraîchère à cause du faible niveau d'intensification des cultures.

L'évolution démographique récente de la ville de Bangui et ses environs, à cause de l'exode rural et surtout aux crises sociopolitiques dans le pays, a entraîné une occupation anarchique de la zone périurbaine et une réduction des terres cultivables (Mbétid-Bessane, 2005). Face à cette pression démographique, il est nécessaire d'intensifier le système de production maraîchère en milieu périurbain.

L'intensification agricole a permis une augmentation des rendements par l'utilisation plus importante des facteurs de production autres que la terre (Boussard, 1987). Elle peut se faire par le travail lorsque la main-d'œuvre est disponible, ou par le capital lorsqu'il s'agit d'une utilisation accrue d'équipements et d'intrants agricoles tels que les semences améliorées, les engrais chimiques et les insecticides. A la notion d'intensification agricole en Afrique tropicale est associée celle d'innovations. C'est l'adoption des innovations qui permet d'assurer l'intensification agricole. La question est donc d'étudier les facteurs explicatifs de l'adoption des intrants agricoles et de l'intensification des cultures maraîchères dans la zone périurbaine de Bangui.

Plusieurs auteurs ont mis en évidence des facteurs déterminants de l'adoption des innovations techniques en agriculture (Adesina and Baidu-Forson, 1995 ; Baidu-Ferson, 1999 ; Negatu and Parikh, 1999 ; Ouedraogo, 2003 et 2005 ; Savadogo et al., 1998). L'objectif de l'étude est de mettre en évidence les déterminants de

l'adoption des intrants modernes pour l'intensification des cultures maraîchères en zone périurbaine à Bangui, afin d'accroître la production agricole.

## MATERIEL ET METHODES

### SITE D'ESSAI ET DONNEES COLLECTEES

La zone d'étude couvre les 3 principaux centres maraîchers en zone périurbaine au nord de la ville de Bangui (Boeing, Ngola et Soh). Ces centres ont été choisis avec le concours de l'Agence Centrafricaine de Développement Agricole qui assure la formation et l'encadrement. Les produits agricoles issus de ces centres sont destinées à l'approvisionnement de Bangui et ses environs, qui comptent près de 850 000 habitants.

Le choix des maraîchers enquêtés a été fait au hasard dans chaque centre, à raison de 100 producteurs par site. Ce qui a conduit à un échantillon de 300 producteurs et chefs d'exploitation. Les données ayant servi aux analyses ont été collectées, au moyen d'un questionnaire semi-directif durant la campagne agricole 2006 - 2007.

### APPROCHE THEORIQUE DE L'ADOPTION DES INNOVATIONS

Le principe économique de rationalité et particulièrement l'hypothèse de maximisation de l'utilité ont constitué les fondements d'une analyse de choix (Varian, 2006) et donc de l'adoption des innovations par un agriculteur. L'agriculteur rationnel préfère l'innovation qui lui procure le plus d'utilité.

Si un agriculteur  $i$  possède une fonction d'utilité  $U_{ij} = U_{ij}(X_i)$  variant selon l'innovation  $j$  adoptée ( $j = 1, 2$  ;  $X_i$  est un vecteur colonne de  $k$  facteurs déterminant l'adoption des innovations et l'utilité résultant du choix), il choisira l'innovation 1 si  $U_{i1} > U_{i2}$ . Cette préférence d'adoption de l'agriculteur peut être représentée par la variable latente  $Y_i^*$  telle que :  $Y_i^* = \beta X_i + \varepsilon_i$ , avec  $\beta$  un vecteur ligne de  $k$  paramètres et  $\varepsilon_i$  une perturbation aléatoire ;  $Y_i^* > 0$  si  $U_{i1} > U_{i2}$  ;  $Y_i^* \leq 0$  si  $U_{i1} \leq U_{i2}$ .

En définissant une variable dichotomique,  $Y_i$  telle que  $Y_i = 1$  si l'innovation 1 est adoptée et  $Y_i = 0$  dans le cas contraire, la probabilité  $P_i$  d'adoption de l'innovation 1 est donnée par :  $P_i = \text{Prob}(Y_i =$

$1) = \text{Prob}(Y_i^* > 0) = \text{Prob}(\beta X_i + \varepsilon_i > 0) = \text{Prob}(\varepsilon_i > -\beta X_i)$ . En supposant une distribution symétrique de  $\varepsilon_i$ , on obtient :  $P_i = \text{Prob}(\varepsilon_i < \beta X_i) = F(\beta X_i)$ ,  $F$  étant une fonction de répartition définie par la loi de  $\varepsilon_i$ .

La préférence d'adoption de l'agriculteur peut être représentée par un modèle probit ou un modèle logit (Greene, 2005) selon que  $\varepsilon_i$  suive une loi normale ou une loi logistique. Ces modèles présentent la probabilité d'adoption sans mesurer l'intensité d'utilisation de l'innovation par l'agriculteur, d'où le recours au modèle tobit (Greene, 2005).

Soit une variable latente  $V_h$  qui permet d'estimer l'intensité d'utilisation de l'innovation adoptée par l'agriculteur  $h$ , le modèle tobit s'écrit :

$V_h^* = \beta' Z_h + \mu_h$  si  $V_h^* > 0$  ;  $V_h = 0$  sinon ;  $V_h$  étant observable.

En supposant que  $V_h$  est fonction des caractéristiques de l'agriculteur et de son exploitation,  $Z_h$  est le vecteur des caractéristiques de l'agriculteur et de son exploitation,  $\beta'$  les paramètres du modèle et  $\mu_h$  est le terme d'erreur indépendamment et identiquement distribué selon la loi normale. Ce modèle permet d'estimer les paramètres à partir des observations de  $V_h$  et  $Z_h$ .

#### METHODES D'ESTIMATION DANS LES MODELES ECONOMETRIQUES

Les recherches sur l'adoption des technologies agricoles ont souvent recours aux modèles logit, probit ou tobit. Ces modèles peuvent être estimés par la méthode de maximum de vraisemblance (Greene, 2005). En revanche, le modèle tobit peut être estimé par la méthode du maximum de vraisemblance s'il y'a simultanément de la décision d'adoption et d'intensification, sinon par la méthode des moindres carrés partiels (Meuriot, 2007). Cette dernière méthode donne aussi des estimateurs sans biais et convergents.

La présente étude utilise la méthode à deux étapes qui consiste à estimer d'abord la probabilité d'adoption des intrants modernes, par la méthode du maximum de vraisemblance, en utilisant le modèle logit. Ensuite, leurs intensités d'utilisation par la méthode des moindres carrés partiels en utilisant le modèle tobit puisque les décisions d'adoption des intrants modernes ne sont pas prises simultanément avec celles

d'intensification des cultures maraîchères. Les estimations sont faites à l'aide du logiciel XLSTAT, version 2007.

#### VARIABLES EXPLIQUEES

Pour le modèle logit, les variables expliquées sont représentées par la décision ou non d'adopter des intrants au cours de la campagne 2006-07. Il s'agit des variables binaires : adoption ou non des semences améliorées (ADSAM), des engrais chimiques (ADENG) et des insecticides (ADINS). Pour le modèle tobit, les variables expliquées sont représentées par le niveau d'intensification du maraîchage au cours de la même campagne. Il s'agit de la proportion de semences améliorées, par rapport à la quantité totale de semences utilisées (SEMAM), les quantités d'engrais chimique (ENGCH) et d'insecticide (INSEC) utilisées par unité de surface.

#### VARIABLES EXPLICATIVES

Une revue de la littérature a montré que l'adoption d'une technologie agricole et l'intensification des cultures dépendent de plusieurs facteurs dont la perception de l'agriculteur vis-à-vis des caractéristiques de l'innovation, par rapport à la technologie traditionnelle (Adesina and Innah, 1993 ; Adesina and Baidu-Forson, 1995 ; Negatu and Parikh, 1999) ; son attitude face au risque (Boussard, 1987 ; Baidu-Forson, 1999) ; les facteurs sociaux tels que l'âge du producteur, son niveau d'éducation, son expérience dans l'activité (Feder and O'mara, 1981 ; Ouedraogo, 2003) ; les facteurs institutionnels tels que la formation et l'encadrement agricoles, l'accès au crédit, l'appartenance à un groupement coopératif (Baidu-Forson, 1999 ; Ouedraogo, 2003) et les facteurs économiques comme la superficie cultivée, le nombre d'actifs familiaux, le capital de l'exploitation, le revenu agricole (Ouedraogo, 2003).

Cette revue a permis de faire 3 groupes de variables explicatives (économiques, sociales et institutionnelles) pouvant influencer l'adoption des intrants et l'intensification de la culture. Les variables économiques sont le revenu agricole (REVAG) et le capital de l'exploitation (CAPEX) mesurés en FCFA, la superficie cultivée (SUPCU) exprimée en  $m^2$  et le nombre d'actifs familiaux (ACTIF). Elles déterminent la taille de

l'exploitation et influent positivement sur l'adoption des intrants et l'intensification du maraîchage. Les variables sociales sont le nombre d'années d'expérience dans le maraîchage (EXPCU) et le niveau d'alphabétisation du producteur (ALPHA). Le niveau d'alphabétisation est une variable binaire qui prend la valeur 1 si l'agriculteur est alphabétisé sinon 0. De même que son expérience prend la valeur 1 si le producteur a plus de cinq années de maraîchage, sinon 0. Ces variables sont censées jouer positivement sur l'adoption des intrants et l'intensification. Par ailleurs, l'accès à l'encadrement et à la formation (ENFOR), l'adhésion à un groupement coopératif (GROUP) et l'accès au crédit (ACRED) décrivent l'environnement institutionnel du producteur. Ces variables prennent la valeur 0 si la condition n'est pas remplie et 1 si elle l'est. Elles sont censées affecter favorablement l'adoption des intrants et l'intensification. Outre ces 3 variables, l'adoption des semences améliorées (ADSEM) pourrait entraîner celle des engrais chimiques (ADENG) qui, à son tour, pourrait entraîner celle des insecticides (ADINS). De même, l'intensification par les semences améliorées (SEMAM) pourrait entraîner celle par les engrais chimiques (ENGCH) qui, à son tour, pourrait entraîner celle par les insecticides (INSEC).

## RESULTATS

### ANALYSES DESCRIPTIVES

Les maraîchers composant l'échantillon sont des chefs d'exploitation dont l'âge moyen est de 30 ans (Tableau 1). Il s'agit d'une population relativement jeune puisque l'âge moyen des agriculteurs en Centrafrique est de 38,5 ans. Le nombre moyen d'actifs familiaux est de 1,7. Ceci est faible par rapport à la moyenne nationale qui, est de 3 actifs par exploitation. Mais le recours à une main d'œuvre extérieure salariée

permet de satisfaire les besoins en travail avec un coût moyen de 85 293 FCFA par exploitation, soit 175 FCFA/m<sup>2</sup>. La superficie cultivée moyenne est de 486,5 m<sup>2</sup> avec un coefficient de variation très élevé (100,03 %). De même, le capital d'exploitation et le revenu agricole moyens s'élevant respectivement à 39 049 FCFA et à 538 271 FCFA, ont des coefficients de variation dépassant 125 %.

La part de semences améliorées, par rapport à la quantité totale de semences utilisées par les producteurs reste encore faible avec un taux moyen de 31 %, les doses d'engrais chimiques de 6,2 g/m<sup>2</sup> et d'insecticides de 0,5 ml/m<sup>2</sup> appliquées par les producteurs, sont encore inférieures aux normes recommandées par la recherche (10 g d'engrais chimique/m<sup>2</sup> et 10 ml d'insecticide/m<sup>2</sup>). Les écarts d'intrants agricoles à combler pour assurer une production maraîchère optimale restent encore élevés, à 70 % pour les semences améliorées, 38 % pour les engrais chimiques et 95,5 % pour les insecticides. Par ailleurs, la majorité des producteurs (61 %) ont une expérience de plus de 5 ans en cultures maraîchères (Tableau 2). Par ailleurs, 63 % des producteurs sont alphabétisés et 62 % ont bénéficié de l'encadrement et de la formation agricoles au cours des 5 dernières années. En revanche, 24 % ont accès au crédit agricole au cours des 5 dernières années et environ 38 % des producteurs sont membres des groupements coopératifs. Ces derniers bénéficient de l'appui des groupements en main-d'œuvre.

En effet, même si les niveaux d'intensification en maraîchage restent encore bas, les taux d'adoption des intrants modernes dépassent 63 % : il est de 63 % pour les semences améliorées, 68 % pour les engrais chimiques et 70 % pour les insecticides. Les analyses économétriques permettront de dégager les déterminants relatifs aux taux d'adoption des intrants et aux niveaux d'intensification du maraîchage.

**Tableau 1** : Données quantitatives sur l'adoption des innovations en culture maraîchère.*Quantitative data on technical innovations in vegetable cropping.*

Variabes	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Age du producteur (ans)	30,11	6,58	18,00	47,00
Nombre d'actifs	1,66	1,23	1,00	8,00
Superficie cultivée (m <sup>2</sup> )	486,65	486,82	60,00	3.200,00
Capital d'exploitation (FCFA)	39 049,00	62 367,26	2 500,00	454.500,00
Part de semences améliorées (%)	30,84	31,39	0,00	100,00
Dose d'engrais chimique (g/m <sup>2</sup> )	6,19	5,59	0,00	23,55
Dose d'insecticide (ml/m <sup>2</sup> )	0,45	0,42	0,00	1,39
Coût de main-d'oeuvre extérieure (FCFA)	85 293,33	96 941,88	3 500,00	645.000,00
Revenu agricole (FCFA)	538 271,61	676 887,78	102 000,00	4 744 000,00

Source : Données de l'enquête / *survey data***Tableau 2** : Données qualitatives sur l'adoption des innovations en culture maraîchère.*Qualitative data on technical innovations in vegetable cropping.*

Variabes	Modalité	Effectif par modalité	Fréquence par modalité (%)
Expérience en cultures maraîchères	0	118	39,33
	1	182	60,67
Alphabétisation	0	110	36,67
	1	190	63,33
Bénéficiaire d'encadrement/formation	0	113	37,67
	1	187	62,33
Appartenance à un groupement	0	187	62,33
	1	113	37,67
Accès au crédit	0	228	76,00
	1	72	24,00
Adoption de semences améliorées	0	110	36,67
	1	190	63,33
Adoption d'engrais chimique	0	97	32,33
	1	203	67,67
Adoption d'insecticide	0	90	30,00
	1	210	70,00

Source : Données de l'enquête / *survey data*

## ANALYSES ECONOMETRIQUES

### Modèles logit d'adoption des intrants

L'analyse des déterminants de l'adoption des semences améliorées à l'aide du modèle logit (Tableau 3) a révélé que les variables sociales et institutionnelles telles que l'expérience en cultures maraîchères, l'alphabétisation, l'encadrement et la formation du producteur ont eu un impact positif sur la probabilité d'adoption des semences améliorées au seuil significatif de 1 %. Les autres variables institutionnelles telles que l'appartenance à un groupement coopératif et l'accès au crédit et les variables économiques tels que le nombre d'actifs, la superficie cultivée, le capital d'exploitation et le

revenu agricole n'ont pas d'impact significatif sur la probabilité d'adoption des semences améliorées.

Pour l'adoption des engrais chimiques (Tableau 4), l'estimation du modèle logit montre que les variables économiques, sociales et institutionnelles ne sont pas déterminantes. Cependant, la seule variable significative a été l'adoption des semences améliorées, au seuil de 1 %. Par ailleurs, l'estimation du modèle logit d'adoption des insecticides (Tableau 5) montre que les variables économiques, sociales et institutionnelles n'ont pas joué un rôle déterminant, mais l'adoption des insecticides a été influencée positivement par celle des engrais chimiques au seuil de signification de 1 %.

**Tableau 3** : Estimation du modèle logit d'adoption des semences améliorées en culture maraîchère.*Estimation of the logit model of adoption of improved seeds in vegetable cropping.*

Variables	Coefficients	Ecart-type	P > Khi <sup>2</sup>
Constante	-3,1712959	0,9073325	0,0004737
ACTIF	0,0381069	0,2070086	0,8539479
SUPCU	-0,0000162	0,0006583	0,9803354
CAPEX	-0,0000024	0,0000044	0,5906431
REVAG	0,0000002	0,0000005	0,6437390
EXPCU-1	2,6102608	0,6379324	< 0,0001
EXPCU-0	0,0000000	0,0000000	
ALPHA-1	2,2792396	0,6369628	0,0003458
ALPHA-0	0,0000000	0,0000000	
ENFOR-1	1,7441121	0,6595236	0,0081811
ENFOR-0	0,0000000	0,0000000	
GROUP-0	0,0594610	0,4362439	0,8915824
GROUP-1	0,0000000	0,0000000	
ACRED-0	-0,2566361	0,6669389	0,7003878
ACRED-1	0,0000000	0,0000000	
-2 Log (Vraisemblance)	: 394,285		
R <sup>2</sup> (McFadden)	: 0,917		
R <sup>2</sup> (Cox and Snell)	: 0,701		
R <sup>2</sup> (Nagelkerke)	: 0,958		
Nombre d'observations	: 300,000		

**Tableau 4** : Estimation du modèle logit d'adoption des engrais chimiques en culture maraîchère.*Logit model estimates of fertilizer adoption in vegetable cropping.*

Variables	Coefficients	Ecart-type	P > Khi <sup>2</sup>
Constante	-0,5746149	0,8976280	0,5220763
ACTIF	-0,2719123	0,2002612	0,1745309
SUPCU	0,0009311	0,0006810	0,1715647
CAPEX	-0,0000065	0,0000041	0,1139829
REVAG	-0,0000003	0,0000004	0,5231428
EXPCU-1	0,0814476	1,2388144	0,9475797
EXPCU-0	0,0000000	0,0000000	
ALPHA-1	0,4333320	1,0018844	0,6653657
ALPHA-0	0,0000000	0,0000000	
ENFOR-1	-0,1630400	0,8328703	0,8448006
ENFOR-0	0,0000000	0,0000000	
GROUP-0	-0,8483234	0,4404859	0,0541192
GROUP-1	0,0000000	0,0000000	
ACRED-0	-0,1596476	0,6521276	0,8066033
ACRED-1	0,0000000	0,0000000	
ADSEM-1	4,3491798	1,7497545	0,0012933
ADSEM-0	0,0000000	0,0000000	
-2 Log (Vraisemblance)	: 377,614		
R <sup>2</sup> (McFadden)	: 0,670		
R <sup>2</sup> (Cox and Snell)	: 0,570		
R <sup>2</sup> (Nagelkerke)	: 0,796		
Nombre d'observations	: 300,000		

**Tableau 5** : Estimation du modèle logit d'adoption des insecticides en culture maraîchère.*Logit model estimates of insecticide adoption in vegetable cropping.*

Variables	Coefficients	Ecart-type	P > Khi <sup>2</sup>
Constante	-2,1691058	0,9754417	0,0261675
ACTIF	0,1270704	0,2137086	0,5521131
SUPCU	0,0001767	0,0006641	0,7901701
CAPEX	-0,0000093	0,0000044	0,0562486
REVAG	0,0000002	0,0000005	0,6394698
EXPCU-1	0,3372764	1,2846042	0,7928953
EXPCU-0	0,0000000	0,0000000	
ALPHA-1	-0,1305177	1,1573112	0,9102076
ALPHA-0	0,0000000	0,0000000	
ENFOR-1	1,1792809	0,8273951	0,1540724
ENFOR-0	0,0000000	0,0000000	
GROUP-0	-0,1495799	0,4667700	0,7486216
GROUP-1	0,0000000	0,0000000	
ACRED-0	0,1092961	0,7026695	0,8763924
ACRED-1	0,0000000	0,0000000	
ADSEM-1	0,5861182	1,9290100	0,7612467
ADSEM-0	0,0000000	0,0000000	
ADENG-1	3,6165589	0,6173720	< 0,0001
ADENG-0	0,0000000	0,0000000	
-2 Log (Vraisemblance)	: 361,671		
R <sup>2</sup> (McFadden)	: 0,745		
R <sup>2</sup> (Cox and Snell)	: 0,595		
R <sup>2</sup> (Nagelkerke)	: 0,847		
Nombre d'observations	: 300,000		

### Modèles tobit d'intensification par les intrants

L'estimation du modèle tobit (Tableau 6) montre que l'intensification du maraîchage à travers les semences améliorées est déterminée par les variables économiques, sociales et institutionnelles. La superficie cultivée, le revenu agricole, le niveau d'alphabétisation, l'encadrement et la formation et l'accès au crédit ont influencé positivement l'intensification du maraîchage à travers les semences améliorées, au seuil de signification de 1 %. Ces mêmes variables, en plus de l'expérience en cultures maraîchères et de l'intensification à l'aide des semences améliorées, ont déterminé aussi l'intensification

des cultures maraîchères par les engrais chimiques au seuil de signification de 1 % (Tableau 7). Par ailleurs, l'estimation du modèle tobit (Tableau 8) montre que l'intensification du maraîchage par les insecticides est déterminée par la superficie cultivée, le revenu agricole, l'accès au crédit, l'intensification par les engrais chimiques et les insecticides au seuil de signification de 1 %. Les variables sociales et institutionnelles tels que le niveau d'alphabétisation, l'expérience, l'encadrement et la formation, qui sont les déterminants de l'intensification par les semences améliorées et les engrais chimiques, ne le sont pas pour les insecticides.

**Tableau 6** : Estimation du modèle tobit d'intensification par les semences améliorées.*Tobit model estimates of intensification by the improved seeds.*

Variables	Coefficients	Ecart-type	t-Statistique
ACTIF	0,019	0,030	0,633
SUPCU	0,072	0,019	3,789
CAPEX	-0,021	0,015	-1,400
REVAG	0,187	0,020	9,350
EXPCU-1	0,060	0,026	2,308
EXPCU-0	-0,060	0,026	-2,308
ALPHA-1	0,089	0,013	6,846
ALPHA-0	-0,089	0,013	-6,846
ENFOR-1	0,074	0,012	6,166
ENFOR-0	-0,074	0,012	-6,166
GROUP-0	-0,022	0,013	-1,692
GROUP-1	0,022	0,013	1,692
ACRED-0	-0,225	0,017	-13,235
ACRED-1	0,225	0,017	13,235
R <sup>2</sup>	: 0,885		
Nombre d'observations	: 300,000		

**Tableau 7** : Estimation du modèle tobit d'intensification par les engrais chimiques.*Tobit model estimates of intensification by fertilizers.*

Variables	Coefficients	Ecart-type	t-Statistique
ACTIF	-0,025	0,032	-0,781
SUPCU	0,055	0,016	3,437
CAPEX	0,033	0,036	0,916
REVAG	0,180	0,021	8,571
SEMAM	0,147	0,012	12,250
EXPCU-1	0,066	0,025	2,640
EXPCU-0	-0,066	0,025	-2,640
ALPHA-1	0,078	0,008	9,750
ALPHA-0	-0,078	0,008	-9,750
ENFOR-1	0,079	0,017	4,647
ENFOR-0	-0,079	0,017	-4,647
GROUP-0	0,016	0,024	0,666
GROUP-1	-0,016	0,024	-0,666
ACRED-0	-0,116	0,019	-6,105
ACRED-1	0,116	0,019	6,105
R <sup>2</sup>	: 0,727		
Nombre d'observations	: 300,000		

**Tableau 8** : Estimation du modèle tobit d'intensification par les insecticides.*Tobit model estimates of intensification by insecticides.*

Variables	Coefficients	Ecart-type	t-Statistique
ACTIF	0,018	0,044	0,409
SUPCU	0,085	0,018	4,722
CAPEX	-0,001	0,035	-0,028
SEMAM	0,161	0,015	10,733
ENGCH	0,120	0,018	6,666
REVAG	0,166	0,010	16,600
EXPCU-1	-0,008	0,014	-0,571
EXPCU-0	0,008	0,014	0,571
ALPHA-1	0,006	0,007	0,857
ALPHA-0	-0,006	0,007	-0,857
ENFOR-1	0,021	0,010	2,100
ENFOR-0	-0,021	0,010	-2,100
GROUP-0	0,000	0,023	0,000
GROUP-1	0,000	0,023	0,000
ACRED-0	-0,158	0,018	-8,777
ACRED-1	0,158	0,018	8,777
R <sup>2</sup>	: 0,863		
Nombre d'observations	: 300,000		

## DISCUSSION

### ADOPTION DES INTRANTS MODERNES

Les résultats du modèle logit d'adoption des semences améliorées confirment ceux de Baidu-Forson (1999) et Ouedraogo (2005) qui ont mis en évidence les facteurs sociaux et institutionnels comme déterminants de l'adoption des technologies agricoles. Quant aux engrais chimiques, le résultat du modèle logit d'adoption ne concorde pas avec ceux des auteurs qui ont mis l'accent sur les variables économiques, sociales et institutionnelles comme déterminantes de la probabilité d'adoption des technologies agricoles (Feder and O'mara, 1981 ; Ouedraogo, 2003). Mais en général, l'adoption des engrais chimiques accompagne celle des semences améliorées en tant qu'élément d'un paquet technologique comme l'a montré Ouedraogo (2005). L'augmentation du taux d'adoption des engrais chimiques passe par celle des semences améliorées et donc par leur promotion.

De même, le résultat du modèle logit de l'adoption des insecticides ne concorde pas aussi avec ceux des auteurs qui mettent l'accent sur ces variables comme déterminantes dans

l'adoption des technologies agricoles (Feder and O'mara, 1981 et Ouedraogo, 2003). L'adoption des semences améliorées a influencé celle des engrais chimiques qui, à son tour, a influencé celle des insecticides. Les variables institutionnelles (encadrement et formation) et sociales (alphabétisation et expérience en maraîchage) des planteurs qui déterminent l'adoption des semences améliorées, ont été plus importantes dans l'adoption des intrants. En revanche, les variables économiques (superficie cultivée, nombre d'actifs, capital d'exploitation et revenu agricole) caractéristiques de la taille des exploitations agricoles, n'ont pas eu d'influence significative sur l'adoption des intrants.

### INTENSIFICATION DES CULTURES MARAÏCHÈRES

Le résultat du modèle tobit sur l'intensification des cultures maraîchères par les semences améliorées ne confirme pas celui de Ouedraogo (2005), qui n'a mis en évidence que le rôle déterminant des variables institutionnelles dans l'intensification agricole par les semences améliorées. Les élasticités révèlent que l'augmentation unitaire de la superficie cultivée et du revenu agricole ont entraîné une augmentation de la proportion de semences améliorées de 0,072 et 0,187 unités respecti-

vement. De même, quand le producteur non alphabétisé devient alphabétisé, la proportion de semences améliorées croît de 0,089 unité. Le fait que le producteur soit formé et encadré, augmente la proportion des semences améliorées de 0,074 unité. L'accès du producteur au crédit augmente la proportion des semences améliorées de 0,225 unité. Les effets de l'accès au crédit et du revenu agricole sur l'intensification par les semences améliorées sont donc les plus importants.

De même, le résultat du modèle tobit de l'intensification du maraîchage par les engrais chimiques ne confirme pas celui de Ouedraogo (2005) qui a mis en évidence que les variables institutionnelles n'expliquaient pas l'intensification par les engrais chimiques. Les élasticités montrent que, lorsque la superficie cultivée augmente d'une unité, la dose d'engrais chimrique augmente de 0,055 unité et lorsque le revenu agricole augmente d'une unité, la dose d'engrais chimrique augmente de 0,180 unité. En outre, l'augmentation de la proportion des semences améliorées d'une unité a entraîné celle des engrais chimiques de 0,147 unité. Aussi, d'un producteur inexpérimenté à un producteur expérimenté en maraîchage, la dose d'engrais chimrique a-t-elle eu 0,066 unité et d'un producteur non alphabétisé à un producteur alphabétisé, la dose d'engrais chimrique a-t-elle augmenté de 0,078 unité. Enfin, lorsque le producteur est formé et encadré, la dose d'engrais chimrique accru de 0,079 unité et lorsqu'il a accès au crédit, la dose d'engrais chimrique a augmenté de 0,116 unité. Les effets du revenu agricole et de l'accès au crédit sur l'intensification par les engrais chimiques ont donc été les plus importants.

Pour l'intensification du maraîchage par les insecticides, les élasticités montrent que lorsque la superficie cultivée accru d'une unité, la dose d'insecticide a augmenté de 0,085 unité et lorsque le revenu agricole a augmenté d'une unité, la dose d'insecticide augmente de 0,166 unité. De même, lorsque la proportion des semences améliorées a augmenté d'une unité, celle des insecticides accru de 0,161 unité et lorsque la dose d'engrais chimrique accru d'une unité, celle des insecticides a augmenté de 0,120 unité. Par ailleurs, quand le producteur a accès au crédit, la dose d'insecticides a augmenté de 0,158 unité. Les effets du revenu agricole, de l'accès au crédit, des semences améliorées et des engrais chimiques ont été les plus décisifs sur l'intensification par les insecticides.

Ainsi, l'intensification du maraîchage par les semences améliorées a influé sur l'intensification par les engrais chimiques et les deux ont influé sur l'intensification par les insecticides. Les variables institutionnelles (encadrement et formation agricoles, accès au crédit agricole), les variables sociales (alphabétisation, expérience en les cultures maraîchères) et les variables économiques (superficie cultivée, revenu agricole) ont été les déterminants de l'intensification du maraîchage par les intrants modernes. En revanche, les variables tels que le nombre d'actifs, le capital d'exploitation et l'appartenance à un groupement, sont attendus comme déterminants de l'adoption des intrants et de l'intensification des cultures maraîchères ne le sont pas.

Le nombre d'actifs familiaux, avec une moyenne de 1,66, n'a pas influé sur la décision d'adoption et d'intensification, puisque les exploitations maraîchères se sont démarquées de la logique des exploitations familiales et ont eu recours à la main d'œuvre salariée. Quant au capital, son influence n'est pas perçue car les intrants et l'intensification du maraîchage ne requièrent pas généralement de moyens matériels spécifiques. Les maraîchers qui ne disposent pas de pulvérisateurs ont eu toujours la possibilité de recourir à d'autres matériels non appropriés pour assurer les traitements phytosanitaires. Pour ce qui est de l'appartenance à un groupement, son influence ne se fait pas sentir puisque ses actions sont limitées à l'entraide pour la main d'œuvre. Pendant la période de pointe, il a été difficile de bénéficier de l'appui du groupement car les maraîchers devaient se livrer en urgence aux mêmes travaux.

## CONCLUSION

L'étude a permis de mettre en évidence que les taux d'adoption des semences améliorées, engrais chimiques et insecticides ont été respectivement, de 63, 67 et 70 %. Mais les niveaux d'intensification ont été encore faibles, avec 32 % de semences améliorées utilisées, 6,2 g/m<sup>2</sup> d'engrais chimrique et 0,5 ml/m<sup>2</sup> d'insecticide. Les écarts à combler pour atteindre un niveau optimal d'intensification restent encore élevés, avec 70 % pour les semences améliorées, 38 % pour les engrais chimiques et 95 % pour les insecticides.

Par ailleurs, les analyses économétriques ont montré que l'adoption des intrants a été déterminée par des variables sociales et

institutionnelles. Il s'agit essentiellement des variables tels que l'alphabétisation, l'expérience en maraîchage, l'encadrement et la formation. En outre, l'adoption des semences améliorées a influé sur celle des engrais chimiques qui, à son tour, a influé sur celle des insecticides. Il ressort de l'intensification du maraîchage par les intrants agricoles qu'en plus des variables institutionnelles (encadrement et formation, accès au crédit) et sociales (alphabétisation, expérience en maraîchage), les variables économiques (superficie cultivée, revenu) ont été des facteurs déterminants. Toutefois, les variables les plus décisives ont été le revenu agricole et l'accès au crédit.

Les actions à mener doivent donc porter d'une part, sur les niveaux d'intensification des producteurs qui ont déjà adopté les intrants modernes, et d'autre part, sur l'amélioration des taux d'adoption. Les actions à promouvoir pour une amélioration de l'adoption des intrants et de l'intensification du maraîchage afin de réduire le déséquilibre entre l'offre et la demande des légumes à Bangui passent par le renforcement des capacités des producteurs à travers l'alphabétisation, l'amélioration de leurs revenus, l'accès au crédit, la formation et l'encadrement.

## REFERENCES

- Adesina A. and J. Baidu-Forson. 1995. Farmer's perceptions of new agricultural technology: Evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics* 13 : 1 - 9.
- Baidu-Ferson J. 1999. Factors influencing adoption of land-enhancing technology in the Sahel: lessons from a case study in Niger. *Agricultural Economics* 20 : 231 - 239.
- Boserup E. 1970. *Evolution agraire et pression démographique*. Flammarion, Paris, 218 p.
- Boumard J. M. 1987. *Economie de l'agriculture*. Economica, Paris, 310 p.
- Feder G. and G. O'mara. 1981. Farm size and the diffusion of green revolution technology. *Economic Development and Cultural Change* 30 : 59 - 76.
- Greene W. 2005. *Econométrie*. Pearson Education, 5<sup>e</sup> éd., Paris, 943 p.
- Mbétid-Bessane E. 2005. Paradoxe du marché des légumes à Bangui : Comment sécuriser l'approvisionnement de la ville ? Communication à l'Atelier International des Agricultures Périurbaines d'Afrique de l'Ouest et du Centre, Yaoundé 30/10 - 3/11/05, 11 p.
- Meuriot V. 2007. *Statistiques et économétrie*. CIRAD-MOISA, Montpellier, 54 p.
- Negatu W. and A. Parikh. 1999. The impact of perception and other factors on the adoption of agricultural technology in the Moret and Jiru Woreda (district) of Ethiopia. *Agricultural Economics* 21 : 205 - 216.
- Ouedraogo S. R. 2003. Déterminants économiques, socio-démographiques et institutionnels de l'adoption et de l'intensité d'utilisation de la culture attelée dans le Centre-Nord du Burkina Faso. *Annales de l'Université de Ouagadougou, Série B*, 001 : 103 - 137.
- Ouedraogo S. R. 2005. Déterminants institutionnels de l'intensification agricole dans le Centre-Nord du Burkina Faso. *Journées de la SFER, Montpellier* 7 - 9/11/05, 15 p.
- Savadogo K., T. Reardon and K. Pietola. 1998. Adoption of Improved Land Use Technologies to Increase Food Security in Burkina Faso : Relating Animal Traction, Productivity, and Non-Farm Income. *Agricultural Systems*, 58 (3) : 441 - 464.
- Varian H. R. 2006. *Analyse microéconomique*. De Boeck, 6<sup>e</sup> éd., Bruxelles, 824 p.