

Perception et adoption des innovations techniques agricoles dans le bassin cotonnier de Banikoara au Bénin [*Perception and adoption of agricultural technical innovations in the cotton basin of Banikoara in Benin*]

Ichaou Mounirou

Faculté des Sciences Economiques et de Gestion (FASEG-SAVE), Université de Parakou (UP). E-mail: ichaou_bassir@yahoo.fr

Résumé

Cet article a pour objectif d'identifier les déterminants de la perception de l'adoption des innovations techniques agricoles. Les résultats de l'estimation du modèle logit multinomial montrent que les variables telles que l'âge, le niveau d'éducation et d'instruction et les risques et incertitudes ne favorisent pas une bonne perception de l'adoption des innovations techniques agricoles dans la culture du coton et des productions vivrières (maïs, manioc, arachide et mil). Des programmes politiques axés sur l'intensification de la formation dans les techniques agricoles à la base et la promotion des coopératives agricoles sont des conditions idoines pour accroître efficacement les meilleurs taux d'une bonne perception de l'adoption des innovations techniques agricoles dans le bassin cotonnier de Banikoara.

Mots clés: Perceptions et adoption; des innovations techniques agricoles; modélisation logistique

Extended abstract

Agricultural production in the cotton basin of Banikoara in Benin depends on the variability of rainfall, which fluctuates between 800 and 1 200 mm per annum. The income of farm households and their food security are determined by the concomitant fluctuations in cotton and food production. Agricultural diversification based on a sound understanding of the process of adoption of technical innovations has the potential to provide a consistent income, improved agricultural productivity and, in the end, a substantial improvement in the well-being of the farmers. These technical and agricultural innovations are the subject of an economic analysis of the impact of technical progress on the technical and allocative efficiency of farmers in this region.

The production of "white gold" in the Banikoara basin depends heavily on the use of chemicals, rather than on biological, agronomic and mechanical interventions. However, these four forms of agricultural innovations need to be combined. In some Asian countries, for example, a more judicious combination of different forms of innovations has resulted in better yields.

As yields in Banikoara are low by global standards, technological development and the implementation of new technologies present a real opportunity for improving the well-being of these cotton farmers. However, although many cotton farmers in Banikoara understand that agricultural innovations could help to overcome the challenge of food security, the real question is how to give the cotton producers access to the right technical and agricultural innovations.

To this end, this article attempts to describe the levels of adoption of technical and agricultural innovations by the farmers and then to explain the options available to them in order to clarify the mechanisms for sustainable management of cotton production in the Banikoara basin.

In total, 1 000 cotton producers were interviewed during the harvest and post-harvest period from October 2010 to September 2012. Some 75% (750 farmers) of the collected responses were found to be reliable. The results show that farmers differ widely in their attitude to the adoption of innovations. A total of 64% of the cotton farmers were not sure about the impact of these innovations on their agricultural efforts, while 32% considered this impact as weak and insufficient.

These results can be explained by a delay in decision making in the adoption of agricultural and technical innovations, the lack of information about the benefits of these, the non-reliability of previous results in other specific cases, and the conservative spirit of the endogenous cultural practices. Only 3,2% of farmers perceived these innovations to their right value, while the proportion of cotton producers who were totally in favour of the implementation of these innovations represents only 1,2% of all the farms.

Generally speaking, the factors that prevent the adoption and diffusion of new innovations are socio-demographic, economic or institutional in nature. For example, on top of the real risks and uncertainties that threaten agricultural production in the basin there also is the ageing of the farmers and the weak level of education, which makes it difficult for them to adopt the technical innovations. This is reflected in the absence of modern technology.

It also is essential that the government should implement specific programmes for the intensification of the technical training of farmers and that farmers should be grouped by means of cooperatives. These two factors would lead to a higher and better perception of the benefits of adopting technical and agricultural innovations not only for cotton, but also for other agricultural production.

Key words: technology adoption; technology diffusion; perceptions; cooperatives

1. Introduction

Dans le bassin cotonnier de Banikoara, les productions agricoles dépendent du caractère aléatoire récurrent de la pluviométrie. Les fluctuations cotonnières et vivrières se traduisent par des changements dans les revenus des ménages agricoles, leur capital de production et la sécurité alimentaire (Savadogo *et al.* 1998). Il existe des liens remarquables entre la croissance verte durable et les innovations techniques agricoles. La diversification agricole axée sur une bonne perception de l'adoption des innovations techniques induit des revenus agricoles consistants, une meilleure productivité agricole et au final une amélioration substantielle du bien-être des producteurs. Les innovations techniques agricoles sont donc au centre de l'analyse économique de l'impact des progrès techniques sur l'usage et le ratio des facteurs de production ainsi que sur la substitution entre produits.

En dépit de la diversité des ancrages théoriques, néo-classiques ou marxistes, la plupart des travaux ont expliqué l'évolution technique de l'agriculture dans toutes ses implications socio-économiques, politiques et institutionnelles. Toutes ces implications ont confirmé la conception déterministe du progrès technique agricole. La théorie économique de l'innovation induite en agriculture définit aussi un lien entre les choix technologiques des agriculteurs et les contraintes de leur environnement.

Dans le bassin cotonnier du Bénin, la production de « l'or blanc » est fortement soumise à des innovations chimiques au détriment des autres types d'innovations, en l'occurrence biologique, agronomique et mécanique. Or, ces quatre formes d'innovations en agriculture sont appelées à se

combiner. Reij et Waters-Beyer (2001) avancent l'exemple des nouvelles variétés naines de blé et de riz dans les pays asiatiques pour apporter la preuve qu'elles ne sont pas uniquement dues aux progrès biologiques, mais aussi à l'utilisation rationnelle de certains types d'intrants chimiques. Si bien que dans ce pays, c'est une combinaison judicieuse des différentes formes d'innovations qui a finalement généré les forts rendements des variétés et l'accroissement substantiel des volumes de production.

Le bassin cotonnier de Banikoara est situé dans la deuxième zone agro-écologique au Bénin. Ce bassin cotonnier a un climat soudanien. La saison des pluies s'étend de mai à octobre, et la saison sèche de novembre à avril-mai. La pluviométrie en régime normal est comprise entre 800 mm et 1200 mm. Dans cette zone, les sols sont ferrugineux tropicaux lessivés à concrétion sur sédiment sablo-argileux. C'est une zone de savane boisée, arborée, arbustive, et herbeuse. Le coton, le sorgho, le maïs, le niébé, l'haricot et l'arachide y représentent les cultures principales du point de vue de l'occupation des surfaces emblavées. Les associations de cultures les plus fréquentes sont: sorgho et haricot, sorgho et maïs, coton et maïs et maïs, sorgho et haricot.

Les rendements dans ce bassin cotonnier ne suivent pas les tendances globales. Cet état de fait peut traduire des faiblesses dans le développement technologique et dans la chaîne de transmission des progrès technologiques qui auraient constitué une opportunité réelle d'amélioration du bien-être des producteurs cotonniers si elles étaient correctement diagnostiquées et corrigées.

En réponse aux défis en matière sécurité alimentaire et de lutte contre la pauvreté, beaucoup de producteurs cotonniers de Banikoara ont placé leur espoir dans le système d'innovations agricoles. Même si le niveau de considération de la recherche dans la prise de décision politique demeure actuellement fort pour le coton au Bénin, la véritable question est de savoir comment promouvoir l'accès des producteurs du bassin cotonnier à l'utilisation effective des innovations techniques agricoles et ce dans le but de booster la production agricole, d'induire la croissance économique et de contribuer ainsi à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté.

Dans cette analyse, nous tentons d'abord de fournir une description des niveaux d'adoption des innovations techniques agricoles par les paysans pour élucider ensuite les options de perceptions correspondantes. L'objectif étant de fournir des éclairages permettant d'accompagner les mécanismes décisionnels en matière de gestion durable de la production cotonnière dans le bassin de Banikoara.

L'approche se structure comme suit:

Après une revue de la littérature dans la seconde section, la troisième expose tout d'abord le modèle et les options économétriques; elle décrit également les données et fait état de la spécification des différentes variables. Quant à la quatrième section, elle sera dédiée à la présentation des résultats ainsi que leur discussion. Enfin, la dernière section propose une conclusion.

2. Revue de la littérature

L'adoption des innovations techniques agricoles relève d'un comportement rationnel du producteur agricole qui accorde davantage de préférence dès lors qu'elle lui procure le plus d'utilité. C'est ainsi qu'il opère un choix entre les différentes innovations chimiques, organiques, biologiques et mécaniques.

Negatu et Parikh (1999) utilisent un modèle d'équations simultanées combinant les approches Probit et Probit ordonné pour examiner la décision et l'adoption de nouvelles variétés de blé. Ils montrent que la taille du ménage et le revenu expliquent l'adoption de la nouvelle variété. Plus la variété est perçue comme exigeante en fertilisants et en travail, moins le niveau le niveau de son adoption est élevé.

Dans cette même logique, Savadogo *et al.* (1998) montrent que les revenus non agricoles et la taille du ménage agricole ont un impact positif sur la probabilité d'adoption de la traction animale dans les zones de climats guinéen et soudano-sahélien du Burkina-Faso. Ils concluent que l'utilisation de la traction animale améliore la productivité marginale du facteur travail et les rendements agricoles, et que le recours simultané à la traction animale et aux engrais induisent de meilleurs de résultats.

Par rapport au contexte de Madagascar, Randrianarisoa et Minten (2003) insistent dans l'étude de l'adoption des engrais, sur l'adéquation de l'innovation au milieu en termes d'interdépendance des différents facteurs de production, notamment une bonne maîtrise de l'eau doublée d'une bonne connaissance de l'innovation de la part des agriculteurs.

Hall *et al.* (2009) considèrent « qu'un système d'innovation est constitué d'individus et d'organisations demandant et fournissant des connaissances et des technologies, ainsi que des règles et mécanismes en matière de politiques qui influent sur la manière dont différents agents interagissent pour diffuser, obtenir et échanger des connaissances ». De ce fait, le concept contemporain de l'innovation n'est pas seulement la production d'objets technologiques, c'est aussi l'amélioration en termes de performances au niveau institutionnel et politique pour la mise en pratique des connaissances (Smitts 2002).

Hayami et Ruttan (1985) avancent la théorie classique de la perspective d'innovation induite; tout en posant l'hypothèse que l'innovation naît des signaux indiquant la raréfaction de certains facteurs. Ils concèdent que l'action publique peut contribuer à induire l'innovation, notamment par le biais du financement public de la recherche et du développement.

Selon Latour (2003), « la route choisie est le produit d'une 'construction sociale' collective faite de multiples interactions, controverses, compromis, détours, réorientations, et d'une série de microdécisions indépendantes ». L'adoption d'une innovation est donc le résultat d'un jeu social entre acteurs.

Bentley *et al.* (2004) ont analysé la nature de la demande d'innovation agricole émanant d'agriculteurs boliviens. Outre une demande explicite de nouvelles technologies, ils ont étudié la demande implicite des agriculteurs qui est peut-être mal formulée, « soit parce qu'ils ne comprennent pas parfaitement le problème agricole... ou parce qu'ils ne peuvent pas envisager toutes les solutions possibles ».

Sumberg (2005) souligne combien sont inhérents les problèmes de liens entre les composantes du système d'innovation et « l'absence quasi-totale d'une structuration de la demande ». En fait, il n'y a pas de demande émanant « du système d'innovation ». Il faut admettre qu'il existe des caractéristiques et des différences entre les pays et il serait mieux indiqué d'adopter une approche moins dirigiste par le biais de mesures de concertation simples ou de réseaux de collaboration pour rendre la recherche plus dynamique tout en demeurant réfléchie.

Selon Harvey et McMeekin (2005), il est nécessaire de procéder à cette restructuration des systèmes de recherche pour faire progresser la science, et celle-ci doit être adaptée et tenir compte des situations locales.

Le risque a été longtemps considéré comme le principal facteur qui réduit le taux d'adoption d'une nouvelle technologie (Rosenberg 1976; Lindner 1987). Marra *et al.* (2003) propose de distinguer différents éléments de risque dans le processus de décision comme l'apprentissage (*learning*) et la perception des producteurs de la distribution des probabilités présentes et futures de profits et de pertes attendus de la technologie, la covariance des profits entre l'ancienne et la nouvelle technologie et les délais de retour sur investissement de la technologie.

Dans les faits, si une approche met l'accent sur la décision d'investissement dans un environnement incertain, une autre explore davantage les relations entre le risque induit par la technologie et l'attitude des producteurs envers celui-ci. L'analyse du changement de système de production en fonction du degré d'aversion au risque montre que, pour les petits éleveurs, les contraintes structurelles et fonctionnelles délimitent davantage le champ des possibles que leur comportement vis-à-vis du risque (Alary 2005).

Kebede (1992) montre qu'une source de revenu non agricole peut réduire la prise de risque alors que nos résultats montrent l'inverse en ce sens que les pluriactifs ont une tendance plus prononcée à l'adoption des nouvelles techniques ne serait-ce parce que statut favorise souvent l'accès à davantage de ressources financières et d'information.

Shapiro *et al.* (1992) concluent que les adoptants pourraient avoir un comportement plus sécuritaire que les non-adoptants. Et, finalement, la perception du risque est un facteur plus déterminant que l'attitude réelle face au risque. Ces éléments montrent bien les difficultés à cerner le processus d'adoption dans un contexte risqué et incertain.

3. Données, options économétriques et modélisation

Cette section est axée sur la précision de la nature des données, les options économétriques et la modélisation.

3.1 Les données

Cette étude utilise une partie des informations de l'Enquête Socio-Démographique et Economique réalisée durant la période de campagne cotonnière 2010 – 2012. Cette enquête est financée par l'Ecole Doctorale des Sciences et de Gestion de l'UAC (FASEG) dans la commune de Banikoara.

Cette commune est subdivisée en dix arrondissements, dont un arrondissement urbain (Banikoara-Marou) et les arrondissements ruraux (Founougo, Gomparou, Goumori, Kokey, Kokiborou, Ounet, Sompérékou, Soroko et Toura).

La Méthode Accélérée de Recherche Participative (MARP) est utilisée pour la collecte des informations. Cette méthode présente l'avantage de générer dans un bref délai des informations qui sont analysées avec la participation des producteurs (Ghirirotti 1994; Nianogo 1994). Bien que son application requiert une grande qualité communicative et de sensibilité (Waters-Bayer et Bayer 1995), les résultats obtenus fournissent une grande compréhension des potentialités et contraintes des systèmes de production.

Cette méthode a permis d'identifier l'âge des producteurs, les activités génératrices de revenus, les différentes productions agricoles, les mécanismes endogènes de génération de technologies, l'utilisation d'intrants internes et / ou externes à l'exploitation, la pratique des activités non agricoles, les dépenses de santé et d'éducation, l'accès aux crédits intrants et espèces et le niveau d'éducation des producteurs cotonniers.

Au total, 1 000 producteurs cotonniers ont été concernés par deux passages: le premier pendant la récolte, le second pendant la période post-récolte et ce entre octobre 2010 et septembre 2012. Le traitement des informations collectées confirme que 750 informations sont fiables, soit un taux de 75%.

3.2 Modélisation et spécifications des variables

A l'origine, les modèles logit multinomial ont été introduits depuis la fin des années 60 par McFadden (1968), Theil (1969), Boskin (1974) et Schmidt et Strauss (1975) pour expliquer les choix d'une profession dans ses différentes perspectives. Le modèle logit multinomial utilisé dans notre article permet donc de relier la probabilité de répondre à l'une des modalités de la variable à expliquer aux variables explicatives.

Spécification des variables

- X_i : la variable explicative identifiant un producteur cotonnier. Avec $i = 1, \dots, 749$.
- $P(j/X_i)$: la probabilité d'appréciation des innovations techniques sachant celle du producteur cotonnier i .
- Ages: la variable âge du producteur cotonnier i avec $s = 20, \dots, 70$.
- genres: la variable genre du producteur cotonnier i , qui est une variable dichotomique avec $t = 1, 2$. $t = 1$ correspond au genre masculin alors que $t = 2$ correspond au genre féminin.
- nvau: c'est la variable niveau d'éducation. C'est une variable qualitative multinomiale ordonnée du producteur cotonnier i avec $u = 0, 1, 2, 3$. Où 0 correspond au producteur cotonnier i qui n'a aucun niveau d'éducation; 1 celui qui a un niveau primaire; 2 le niveau secondaire et 3 pour le niveau supérieur.
- méthoiw: la variable méthode culturale du producteur cotonnier i . Elle est une variable qualitative trichotomique, avec $w = 1, 2, 3$. Où 1 correspond à la méthode rudimentaire; 2 à la méthode attelée et 3 celle de la mécanisation.
- supl: la variable stratégies d'offres agricoles du producteur i avec $l = 1, \dots, 7$. Où 1 correspond à la superficie emblavée de l'igname, 2 à la superficie emblavée de niébé, 3 celle du mil, 4 celle de l'arachide, 5 pour le manioc, 6 pour le maïs et enfin 7 pour le coton.
- accesp: la variable accès au crédit des intrants et espèces du producteur cotonnier i , qui est une variable binaire, avec $p = 1, 2$. Où 1 correspond à l'accès au crédit et 2 non.
- nvriq: la variable niveau de perception du risque et incertitude sur les productions agricoles du producteur cotonnier i , qui est une variable qualitative multi-dichotomique ordonnée, avec $q = 1, \dots, 4$. Où 1 correspond au niveau de perception faible, 2 celui de la perception passable, 3 pour la bonne perception et 4 pour la forte perception.
- nvitj: la variable niveau d'adoption des innovations techniques agricoles du producteur cotonnier i , avec $j = 1, \dots, 4$. Où 1 correspond à un niveau faible, 2 correspond à un niveau passable, 3 à un niveau assez-bien et 4 pour les indécis.

Le modèle est construit selon l'idée suivante: la probabilité pour que, compte tenu de ses caractéristiques X_{ik} , un producteur cotonnier i , fasse partie de la catégorie j qui est supposée dépendante des X_{ik} , ou plus précisément, d'une combinaison linéaire des X_{ik} . Formellement, cela s'écrit:

$$P(j/X_i) = G(\beta_{0j} + \beta_{1j}X_{i1} + \beta_{2j}X_{i2} + \dots + \beta_{kj}X_{ik}) = G(X_i\beta_j) \quad (1)$$

Avec $j = 1, \dots, 4$. Le vecteur $X_i = (1, X_{i1}, \dots, X_{ik})$ est le vecteur (ligne) des variables explicatives du modèle, Sa première composante vaut systématiquement $nvit1$ (faible). Elle prend en compte le fait que, dans le modèle, les catégories ont les mêmes effectifs. On remarque que les paramètres de la combinaison linéaire dépendent de la catégorie $nvitj$. On note

$$\beta_j = (\beta_{0j}, \beta_{1j}, \dots, \beta_{kj}) \quad (2)$$

le vecteur (colonne) de ces paramètres.

Le problème est de trouver une forme fonctionnelle G telle que chaque quantité $P(j/X_i)$ soit une probabilité, c'est-à-dire possède les deux propriétés suivantes:

$$0 \leq P(j/X_i) \leq 1 \quad \text{et} \quad \sum_{j=1}^J P(j/X_i) = 1 \quad \text{où } J = 4 \quad (3)$$

Pour assurer la stricte positivité de $P(j/X_i)$, on prend la fonction exponentielle. C'est ce choix qui fonde le modèle logit utilisé dans cette étude. On pose donc:

$$P(j/X_i) = \exp(X_i \beta_j). \quad (4)$$

Mais, cette quantité peut prendre des valeurs supérieures à l'unité (1). On la norme alors par la somme des $\exp(X_i \beta_j)$, et le modèle s'écrit:

$$P(j/X_i) = \frac{\exp(X_i \beta_j)}{\sum_{h=1}^J \exp(X_i \beta_h)}, \quad \text{pour } j=1, 2, \dots, J. \quad (5)$$

3.3 Options économétriques

La forme fonctionnelle donnée répond bien aux deux propriétés. Le modèle possède a priori un nombre relativement élevé de paramètres: $(k+1) \times j$. Les effets des caractéristiques X sur l'appartenance à l'une des j catégories ne sont pas identifiés (les paramètres ne le sont pas). En effet, supposons que l'on ajoute un terme d'erreur ε_0 quelconque aux j paramètres β_{0j} , un terme ε_1 aux paramètres $\beta_{1j} \dots$, un terme ε_k aux J paramètres β_{kj} . On a alors, en notant $\varepsilon = (\varepsilon_0, \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_k)$:

$$\begin{aligned} \frac{\exp[X_i(\beta_j + \varepsilon)]}{\sum_{h=1}^J \exp[X_i(\beta_h + \varepsilon)]} &= \frac{\exp[X_i \beta_j] \exp[X_i \varepsilon]}{\sum_{h=1}^J \exp[X_i \beta_h] \exp[X_i \varepsilon]} \\ &= \frac{\exp[X_i \beta_j]}{\sum_{h=1}^J \exp[X_i \beta_h]} \end{aligned} \quad (6)$$

avec $J = 4$. Une infinité de valeurs de β_j sont donc possibles et elles conduisent à une même valeur de la probabilité. Il faut alors imposer aux paramètres une condition qui permet l'identification du modèle. Celle qui est retenue en règle générale revient à imposer la nullité de tous les paramètres relatifs à une catégorie donnée, appelée alors catégorie de référence. La condition d'identification est:

$$\beta_{0j} = \beta_{1j} = \beta_{2j} = \dots = \beta_{kj} = 0 \quad (7)$$

Avec cette condition, le modèle s'écrit finalement:

$$\left\{ \begin{array}{l} P(j/X_i) = \frac{\exp(X_i \beta_j)}{1 + \sum_{h=1}^{J-1} [\exp(X_i \beta_h)]} \\ P(J/X_i) = \frac{1}{1 + \sum_{h=1}^{J-1} [\exp(X_i \beta_h)]} \\ j = 1, 2, \dots, J-1 \end{array} \right. \quad (8)$$

On a parfois intérêt à écrire le modèle sous une forme plus facile à manier. Elle est la suivante:

$$\begin{aligned} P(j_1 / X_i, j_1 \cup j_2) &= \frac{P(j_1 / X_1)}{P(j_1 / X_1) + P(j_2 / X_2)} \\ &= \frac{P(j_1 / X_i) / P(j_2 / X_i)}{1 + \left[\frac{P(j_1 / X_1)}{P(j_2 / X_2)} \right]} \\ &= \frac{\exp[X_i(\beta_{j_1} - \beta_{j_2})]}{1 + \exp[X_i(\beta_{j_1} - \beta_{j_2})]} \end{aligned} \quad (9)$$

3.4 Effets marginaux et tests d'égalité des coefficients

Les effets marginaux, dans les modèles binaires, les paramètres $\hat{\beta}$, ne sont identifiés qu'à une constante additive près (le seuil) et à un coefficient multiplicateur près ($\frac{1}{\alpha}$). Par conséquent la valeur numérique du coefficient n'a pas un grand intérêt. Seul le signe nous informe dans quel sens la probabilité va évoluer. Toutefois, il est souvent utile d'évaluer la variation de la probabilité estimée d'occurrence $P(Y = \frac{1}{X})$ lorsque l'on fait varier une variable explicative (X_k) d'une unité. Ceci revient à calculer les effets marginaux. Cependant, contrairement aux modèles linéaires, les effets marginaux ne sont pas constants puisqu'ils dépendent de la valeur de tous les coefficients et de toutes les variables, c'est-à-dire de la position où l'on se situe pour les calculer. Compte tenu de la non linéarité de la fonction $P(Y = \frac{1}{X})$, on peut conclure à des effets différents sur les probabilités étudiées. Le test d'égalité des coefficients utilisé dans l'étude est celui de Wald.

3.5 Test de l'indépendance des alternatives non pertinentes (IIA)

Le modèle MNL repose sur l'hypothèse d'indépendance des alternatives non pertinentes. En d'autres termes, les rapports de probabilités entre les alternatives sont indépendants, et ajouter ou supprimer une alternative ne doit pas modifier ces rapports. Soit j_1 et j_2 deux choix parmi tous ceux offerts au producteur cotonnier, on déduit donc que:

$$\frac{P(j_1/x)}{P(j_2/x)} = \frac{\exp(v_{j_1}(x))}{\exp(v_{j_2}(x))} \quad (10)$$

Le rapport des probabilités de deux choix (1 j) et (2 j) ne dépend donc pas des autres choix (de leur nombre, de leur contenu, etc) offerts à l'individu et qui n'ont pas été retenus dans l'arbitrage entre (1 j) et (2 j). Cette propriété est appelée, dans la littérature anglo-saxonne, *Independence from Irrelevant Alternatives* (IIA), soit littéralement « indépendance par rapport aux choix non retenus ». Dans certaines occasions, elle est trop restrictive pour modéliser correctement un comportement, comme le montre l'exemple connu sous l'appellation « bus bleu/bus rouge » et qui est dû à Debreu (1960).

La propriété IIA est parfois dénommée *hypothèse IIA*. Cela provient du fait que Luce (1959) a fondé un modèle de choix, appelé modèle de Luce, sur un ensemble d'axiomes, dont le principal est précisément l'axiome IIA: le rapport des probabilités de choisir entre (1 j) et (2 j) est le même quel que soit le sous-ensemble des choix contenant au moins (1 j) et (2 j). Il a alors montré qu'il existe une fonction V telle que la probabilité de choisir a dans l'ensemble S :

$$P_s(a) = \frac{\exp(v(a))}{\sum_{b \in S} \exp(v(b))} \quad (11)$$

On retrouve l'expression d'un logit multinomial. Marschak (1960) a montré qu'une condition suffisante pour que le modèle de Luce soit équivalent au modèle de maximisation de l'utilité est que V soit une utilité aléatoire avec des résidus indépendants et identiquement distribués selon la loi extrême-value de type I.

A ce propos, une remarque s'impose: l'indépendance des résidus est une condition suffisante, mais non nécessaire, pour que l'axiome IIA conduise à un modèle de choix *RUM*. En d'autres termes, les choix peuvent être dépendants tout en ne violant pas l'axiome IIA. De Palma et Thisse (1987) reprennent un exemple de Strauss (1979) qui montre qu'un modèle de choix ayant la structure du logit multinomial peut être obtenu avec des utilités aléatoires positivement corrélées. Par ailleurs, l'hypothèse IIA peut être testée. Le test proposé par Hausman et McFadden (1984) est que, si la propriété IIA est valide, alors les paramètres des modèles logit estimés sur différents sous-ensembles de l'espace total des choix ne doivent pas être statistiquement différents.

Dans notre article les tests de l'indépendance des alternatives non pertinentes (IIA) montre qu'il n'y a pas de changements significatifs dans les coefficients estimés si on enlève une alternative¹. Les statistiques de Chi2 (32) sont ici trop faibles pour rejeter H_0 . Par conséquent, il n'y a pas de différence significative lorsqu'on retire l'une des modalités ou alternatives: $nvit1$, $nvit2$, $nvit3$ et $nvit4$. Ces statistiques obtenues montrent que l'hypothèse d'IIA est satisfaite comme le souligne Merton (2005). Les variables du modèle sont celles qui sont dépendantes et explicatives. Ces variables explicatives sont représentées par les niveaux ordonnés de la perception et d'adoption des innovations techniques agricoles (faible ($nvit1$); passable ($nvit2$); assez-bien ($nvit3$) et très bien ($nvit4$)) au cours de la campagne agricole 2011–2012.

Quatre groupes de variables explicatives sont identifiés comme pouvant influencer la perception et l'adoption des innovations techniques agricoles. Les quatre groupes de facteurs concernent les facteurs économiques, sociodémographiques et institutionnels. Les informations sur les

¹ H_0 : il n'y a pas de différence systématique. Soit encore, l'IIA est validé.

caractéristiques sociodémographiques des producteurs (âges, sexe, nombres d'enfants, nombres de femmes, le niveau d'éducation). Celles sur les informations économiques sont les dépenses de santé, d'éducation, les productions agricoles consommées et commercialisées. Les informations institutionnelles sont les transferts reçus (crédits, espèces et intrants); les contraintes liées à la commercialisation; les perceptions des risques et incertitudes, les prix aux producteurs des spéculations, appartenance aux coopératives agricoles.

4. Résultats et discussions

Cette section présente une analyse statistique des caractéristiques socio-démographiques, économiques et institutionnelles d'une part et les résultats du modèle logistique de la perception et de l'adoption des innovations agricoles d'autre part.

Tableau 1: Distribution des producteurs selon l'âge dans la commune de Banikoara

Variables	Observations	Moyennes	Ecart-type	Minimal	Maximal
Ages (ans)	750	34,81	9,64	20	64
Fréquences en %		36,67	-	13,33	50

Source: données d'enquêtes 2011-2012

Il en ressort que dans l'ensemble des dix (10) arrondissements l'âge minimal des producteurs est de vingt (20) ans et que l'âge maximal de 64 ans. L'âge moyen des producteurs est d'environ 35 ans. Les jeunes représentent une proportion faible (13,33%), les producteurs les plus âgés représentent la moitié de l'échantillon. Ils dominent ainsi cette distribution.

L'analyse des superficies moyennes montre des spécificités importantes pour les spéculations. Les superficies emblavées moyennes du coton et du maïs sont respectivement 6,59 hectares et 4,74 hectares. Les superficies emblavées maximales du coton sont de 21 hectares, celles du maïs est de 12 hectares et enfin celle du manioc est de 10 hectares. Ces statistiques moyennes montrent-elles une diversification agricole dans le bassin cotonnier de Banikoara ?

Bien que descriptives, ces analyses présentent l'avantage d'être facilement compréhensibles. En outre, elles constituent une première étape pour une étude plus approfondie de l'implication des pratiques agricoles et des caractéristiques socio-économiques sur la perception de l'adoption des innovations techniques agricoles.

Tableau 2: Analyse statistique

Distribution des producteurs selon le genre dans la commune de Banikoara		
Genre	Effectifs	Fréquences en %
Masculin	576	76,8
Féminin	174	23,2
Total	750	100,00
Distribution des producteurs selon le niveau d'éducation dans la commune de Banikoara		
Niveau d'éducation	Effectifs	Fréquences en %
Aucun	451	60,13
Primaire	225	30,00
Secondaire	53	07,07
Supérieure	21	02,80
Total	750	100,00
Distribution de la perception des risques et incertitudes sur les offres agricoles des producteurs cotonniers de Banikoara		
Perceptions des risques et incertitudes	Effectifs	Fréquences en %
Faible	71	9,48
Passable	127	16,96
Bonne	242	32,31
Forte	309	41,26
Total	749	100,00
Distribution des producteurs selon l'adoption des innovations techniques agricoles dans la commune de Banikoara		
Niveau d'adoption des innovations techniques agricoles	Effectifs	Fréquences en %
Faible	237	31,64
Passable	024	03,20
Assez-Bien	009	01,21
Indécis	479	63,95
Total	749	100,00
Distribution des producteurs selon les méthodes culturales dans la commune de Banikoara		
Méthodes culturales	Effectifs	Fréquences en %
Rudimentaire	380	50,73
Culture attelée	300	40,05
Mécanisation	069	09,21
Total	749	100,00

Source: données d'enquêtes 2011-2012

Tableau 3: Distribution des producteurs selon les superficies emblavées des spéculations dans la commune de Banikoara

Superficies emblavées (hectares)	Coton	Maïs	Manioc	Arachide	Mil	Niébé	Igname
Effectifs producteurs	749	749	749	749	749	749	749
Superficie moyenne	6,59	4,74	1,72	2,14	2,02	2,22	2,63
Superficie minimale	1	0	0	0	0	0	0
Superficie maximale	21	12	10	8	9	9	9

Source: données d'enquêtes 2011-2012

4.1 Résultats de l'estimation

L'estimation du modèle logit multinomial par la méthode du maximum de vraisemblance a donné les résultats consignés dans le tableau n° 4. Dans le cas des modèles dichotomiques, les coefficients ne peuvent s'interpréter directement, on peut seulement avancer qu'un coefficient positif augmente la probabilité et inversement pour un coefficient négatif. Dans notre travail, les tests de l'indépendance des alternatives non pertinentes (IIA) montre qu'il n'y pas de changements significatifs dans les

coefficients estimés si on enlève une alternative.² Ici nous avons enlevé les alternatives suivantes: nvit1, nvit2, nvit3 et nvit4 et réalisé les tests d'Hausman. Les statistiques de chi2 (32) sont ici trop faibles pour rejeter Ho, donc il n'y a pas de différence significative lorsqu'on retire l'une des modalités ou alternatives: nvit1, nvit2, nvit3 et nvit4. Ces statistiques obtenues confirment que l'hypothèse d'IIA est satisfaite. Pour une interprétation plus aisée, on transforme le modèle en « risque relatif », c'est-à-dire en établissant comment une variable modifie le rapport de la probabilité étudiée sur la probabilité de base. Estimons alors le modèle d'adoption d'innovation technique agricole avec l'option rrr « relative-risk ratio ».

4.2 Interprétations des résultats

Les variables indépendantes expliquent de manière satisfaisante la probabilité de la perception et de l'adoption des innovations techniques agricoles dans le bassin cotonnier du Bénin. Le test de Chi-deux est significatif à 0,001% et le pseudo R2 est inférieur à 5%.

Dans le bassin cotonnier de Banikoara, les producteurs cotonniers exposés au risque et incertitude liés aux productions agricoles (coton, maïs, sorgho,...) sont ceux qui ont une faible probabilité (1,8%) de perception de l'adoption des innovations techniques agricoles.

Ce résultat s'explique par le fait que ces derniers ne comprennent pas le bien fondé des innovations technologiques dans le processus des offres agricoles. Ils ignorent les impacts positifs socio-économiques liés à l'adoption intégrante des innovations techniques agricoles.

Les producteurs cotonniers indécis par rapport à la perception de l'adoption des innovations techniques ont une probabilité de 50% d'être exposés aux risques et incertitudes liés aux productions agricoles.

Ce résultat surprenant s'explique par un retard de prise de décision dans l'adoption des technologies agricoles, du manque d'informations sur les avantages des paquets de technologies agricoles, la non fiabilité des résultats antérieurs obtenus dans d'autres cadres spéciaux et l'esprit conservateur des pratiques culturelles endogènes.

Les producteurs cotonniers dont la perception d'adoption est moyenne ont une probabilité de 0,017% d'être exposés aux risques et incertitudes liés aux productions agricoles.

Cette faible probabilité traduit une prise de conscience effective des impacts positifs et récurrents des technologies agricoles sur les risques et incertitudes. Avec une perception moyenne de l'adoption des techniques, ces derniers anticipent donc les menaces crédibles et non crédibles des risques et incertitudes.

La variable « âge » n'intervient de manière significative en tant que variable explicative qu'en présence des âges au carré « âges² ». L'âge du producteur cotonnier semble donc avoir un impact non monotone sur les chances de perception de l'adoption des innovations techniques agricoles.

Les producteurs cotonniers (nvit1) ayant une faible perception de l'adoption des innovations techniques agricoles (probabilité = 0,6%) sont les plus âgés (53 ans).

² Ho: il n'y a pas de différence systématique. Soit encore, l'IIA est validé.

Tableau 4. Logit multinomial d'adoption d'innovation technique agricole des producteurs cotonniers de Banikoara, rrr nolog

Multinomial logistic regression
 Log pseudo likelihood = -898,32841
 Pseudo R2 = 0,0345

Number of obs = 749
 Wald chi2 (45) = 65,22
 Prob > chi2 = 0,0009

Variables nvit	Variables	RRR	Probabilités	Effets marginaux (nvit = 1) (predict, p outcome (1)) = 0,07412263
nvit 1	Nvri	1,578037	0,018*	- 0,915631
	Ages	1,420831	0,006**	0,021956
	ages2	0,995702	0,011**	-0,0002672
	metho3*	0,681804	0,347	-0,0191427
	metho2*	0,598865	0,105	-0,0238877
	Supigname	1,026294	0,736	-0,0014293
	Supnib	0,897899	0,200	-0,0060265
	Supmil	1,275314	0,005**	0,013764
	Suparachide	0,849486	0,069*	-0,0094547
	Supmanioc	0,984030	0,845	-0,0021871
	Supmaïs	0,950851	0,321	-0,0021871
	Supcoton	1,025589	0,618	0,0020281
	aces2*	0,815668	0,478	-0,0155743
	genre2*	1,219487	0,562	0,0151825
nva3*	0,837854	0,724	-0,0123216	
nva2*	0,963532	0,901	0,0064389	
nvit 2	Variables	RRR	Probabilités	Effets marginaux (nvit = 2) (predict, p outcome (2)) = 0,17403
	Nvri	1,575225	0,017**	0,036
	Ages	1,19772	0,047	0,021
	ages2	0,9977844	0,059*	- 0,00028
	metho3*	0,9431182	0,846	0,007
	metho2*	0,5988649	0,692	-0,012
	Supigname	1,089638	0,511	0,004
	Supnib	1,002266	0,122	0,013
	Supmil	1,14598	0,20	-0,106
	Suparachide	0,9068283	0,504	- 0,005
	Supmanioc	1,047867	0,092*	-0,003
	Supmaïs	0,9672572	0,048**	-0,005
	Supcoton	0,9787925	0,008**	-0,004
	aces2*	0,9993327	0,820	0,0077
genre2*	1,049693	0,44	-0,031	
nva3*	0,8226093	0,045**	0,0760	
nva2*	0,6205788	0,034**	0,583	
nvit 4	Variables	RRR	Probabilités	Effets marginaux (nvit = 2) (predict, p outcome (2)) = 0,17403
	Nvri	1,5033710	0,005***	0,0527427
	Ages	0,9926054	0,114	-0,0202794
	ages2	1,0000090	0,153	0,0002311
	metho3*	0,8134798	0,481	-0,033015
	metho2*	0,7411200	0,301	-0,0399062
	Supigname	1,0912990	0,116	0,0136822
	Supnib	0,9437401	0,337	-0,0102332
	Supmil	1,0497280	0,802	-0,002913
	Suparachide	0,9803168	0,627	0,0050949
	Supmanioc	1,0201030	0,849	0,0021096
	Supmaïs	0,9856338	0,987	-0,0000785
	Supcoton	0,9992712	0,948	0,0004434
	aces2*	1,0551990	0,643	0,0167705
genre2*	0,9396665	0,612	-0,0211887	
nva3*	1,140512	0,460	0,0445215	
nva2*	.8800048	0,968	-0,0015326	

Source: résultats de nos estimations (Nvit = 3 is the base outcome)

Ceux (nvit4) qui sont indécis à l'adoption (probabilité = 88,6%) sont âgés de 45 ans et ceux (nvit2) qui ont une moyenne perception de l'adoption (probabilité = 95,3%) sont âgés de 38 ans par rapport

aux producteurs cotonniers qui ont une bonne perception de l'adoption des innovations techniques agricoles (nvit3).

La perception de l'adoption des innovations techniques agricoles est une fonction décroissante de l'âge. Les plus jeunes producteurs ont une prédisposition à l'acceptation des innovations par rapport aux producteurs plus âgés et analphabètes quasi-définitivement acquis aux pratiques endogènes.

Le producteur cotonnier de Banikoara qui a une perception moyenne de l'adoption des innovations techniques agricoles (nvit2), pour le coton, observe ses chances diminuer de 99,2% par rapport à celles d'une adoption adéquate des innovations techniques agricoles (nvit3).

Une simulation d'une augmentation de 10% des superficies emblavées du coton réduit de 40% la probabilité de la perception de l'adoption des innovations techniques sur les productions cotonnières.

Ce résultat montre que la culture prioritaire ou exclusive de productions agricoles (coton) ne favorise pas l'amélioration de la perception d'adoption des innovations techniques.

Les producteurs du bassin cotonnier de Banikoara qui ont une moyenne perception d'adoption des innovations techniques agricoles sur les autres productions agricoles (maïs, manioc, mil et arachide), observent leur chance diminuée respectivement de 95,2% (maïs), de 90,8% (manioc), 99,5% (mil) et 93,1% (arachide) par rapport à ceux des producteurs ayant une bonne perception de l'adoption des innovations techniques agricoles.

Les résultats obtenus semblent identiques à ceux du coton et expliquent que la perception de l'adoption des innovations techniques agricoles est loin d'être généralisée à toutes les productions dans le bassin cotonnier. L'esprit et le comportement des producteurs cotonniers dans la conservation des pratiques culturelles endogènes priment sur les nouvelles opportunités technologiques agricoles.

La perception de l'adoption des innovations s'accompagne généralement d'un paquet technologique, de telle sorte que la présence de semences améliorées dans une localité crée un environnement favorable pour le bien-être des producteurs.

Les producteurs cotonniers dont les niveaux d'éducation sont ceux du supérieur et du secondaire (nva3 et nva2) observent une diminution de leur chance respectivement de 95,5% et de 96,6% par rapport à un producteur ayant une perception moyenne de l'adoption des innovations techniques agricoles (nvit2). Les producteurs dont le niveau est supérieur (nva3) sont plus conscients des impacts tangibles positifs et récurrents des innovations techniques agricoles.

5. Conclusion

L'analyse du processus de perception et d'adoption des innovations techniques par les exploitants agricoles dans le bassin cotonnier de Banikoara a permis de mettre en lumière un ensemble de points saillants:

Les exploitants agricoles manifestent une disparité particulièrement aigüe quant à leur attitude face à l'adoption des innovations techniques agricoles. Ainsi, 64% des producteurs cotonniers sont indécis à propos de l'impact de ces innovations techniques sur leurs offres agricoles. Ces mêmes impacts sont perçus comme étant faibles et insuffisamment incitateurs aux yeux de 32%. Seuls 3,2% perçoivent ces innovations à leur juste valeur alors que la proportion des producteurs cotonniers qui évaluent de manière fortement favorable la diffusion de ces innovations ne représente que 1,2% du total des exploitations.

Il s'avère également que les facteurs qui inhibent l'adoption et la diffusion des nouvelles innovations techniques agricoles sont à la fois d'ordre socio-démographiques, économiques et institutionnels.

En effet, l'approfondissement de l'analyse montre qu'aux risques et incertitudes réels qui stigmatisent la production agricole dans le bassin s'ajoutent à la fois le vieillissement des exploitants et la faiblesse de leur niveau d'instruction pour hypothéquer tout élan d'adoption des innovations techniques. Ce qui se traduit par le maintien des producteurs dans un retard par rapport aux technologies du moment.

Aussi, est-il indispensable que l'Etat mette en œuvre des programmes spécifiques d'intensification de la formation technique des exploitants agricoles et qu'il œuvre davantage pour le regroupement de ces derniers dans le cadre de coopératives. Ces deux facteurs seraient de nature à induire des taux élevés d'une bonne perception de l'adoption des innovations techniques agricoles pour le coton, mais également sur les autres productions agricoles. Ce qui ne manquerait pas d'induire une dynamique durable de croissance des rendements agricoles dont les avantages ne tarderaient pas à se faire ressentir à la fois sur les exploitants agricoles mais également à l'échelle macroéconomique.

Bibliographie

- Alary V, 2005. Risque, marché et technologie: exemple de l'introduction de trois technologies dans la communauté de Zoghmar [Risk, market and technology: An example of the introduction of three technologies in the community of Zoghmar]. In Mekersi S, Alary V & Cherfauoi ML (eds.), Les obstacles aux transferts technologiques dans les petites et moyennes exploitations des zones arides et semi-arides du Maghreb [Barriers to technology transfer in small and medium farmers in arid and semi-arid Maghreb]. Actes de l'atelier final du projet FEMISE (FEM2-02-21-05), FEMISE/ICARDA/INRAA/CIRAD, Alger.
- Bentley J, Thiele G, Oros R & Velasco V, 2004. Cinderella's slipper: *sondeo* surveys and technology fairs for gauging demand. ODI Agricultural Research and Extension Network Paper.
- Boskin M, 1974. A conditional logit model of occupational choice. *Journal of Political Economy* 82: 389–98.
- Debreu G, 1960. The coefficient of resource utilization. *Econometrica* 19(3): 273–92.
- De Palma A & Thisse JF, 1987. Les modèles de choix discrets [Discrete choice models]. *Annales d'Economie et de Statistique* 9: 151–90.
- Ghirirotti M, 1994. Rapid appraisal: Benefiting from the experiences and perspectives of livestock breeders. *World Animal Review* 77: 26–37.
- Hall AJ, Sulaiman R, Beshah T, Madzudo E & Puskur R, 2009. Renforcement des capacités des systèmes d'innovation agricoles: des outils, des principes ou des politiques? [Capacity building of agricultural innovation systems: Tools, principles or policies?] *Capacity* [en ligne] 37: 16–7. <http://www.capacity.org>
- Harvey M & McMeekin A, 2005. Brazilian genomics and bioinformatics: Instituting new innovation pathways in a global context. *Economy and Society* 34(4): 634.
- Hausman J & McFadden D, 1984. A specification test for the multinomial logit model. *Econometrica* 52: 1219–40.
- Hayami Y & Ruttan VW, 1985. *Agricultural development: An international perspective*. Baltimore MD: Johns Hopkins Press
- Kebede Y, 1992. Risk behavior and new agricultural technologies: The case of producers in the central highlands of Ethiopia. *Quarterly Journal of International Agriculture* 31: 269–84.
- Latour B, 2003. *Aramis ou l'amour des techniques* [Aramis, or the love of technology]. Paris: La Découverte.
- Lindner RK, 1987. Adoption and diffusion of technology: An overview. In: Champ BR, Highly E & Remenyi JV (eds.), *Technological change in post-harvest handling and transportation of grains in*

- the humid tropics. ACIAR proceedings series, 19. Australian Center for International Agricultural Research.
- Luce R, 1959. Individual choice behavior. New-York: Wiley.
- Marra M, Panel DJ & Abadji Ghadim A, 2003. The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? *Agricultural Systems* 75: 215–34.
- Marschak J, 1960. Binary choice constraints on random utility indicators. In Arrow K (ed.), *Stanford symposium on mathematical methods in the social sciences*. Stanford: Stanford University Press.
- McFadden D, 1968. Econometric analysis of qualitative response models. In Griliches Z & Intrilligator M. (eds.), *Handbook of econometrics*, vol. 2. Amsterdam: Elsevier BV.
- Merton R, 2005. On estimating the expected return on the market. *Journal of Financial Economics* 8: 323–61.
- Negatu W & Parikh A, 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: 205–16.
- Nianogo AJ, 1994. Le diagnostic participatif: association des producteurs au processus de recherche [Participatory diagnosis: Producers' associations in the research process]. Ougadougou: INERA.
- Randrianarisoa JC & Minten B, 2003. Accessibilité et utilisation des engrais chimiques à Madagascar. Conférence: Agriculture et Pauvreté, Projet ILO, FOFIFA-CORNELL, 20/03/2003, Antananarivo. [Accessibility and use of chemical fertilizers in Madagascar. Paper read at the Conference on Agriculture and Poverty Project ILO, FOFIFA-CORNELL, 20 March 2003, Antananarivo].
- Reij C & Waters-Bayer A, 2001. *Farmer innovation in Africa: A source of inspiration for agricultural development*. London: Earthscan
- Rosenberg N, 1976. On technological expectations. *Economic Journal* 86: 523–35.
- Savadogo K, Reardon T & Petiola K, 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): 441–64.
- Schmidt P & Strauss RP, 1975. The prediction of occupation using multiple logit models. *International Economic Review* 16(2): 471–86.
- Shapiro BI, Brorsen BW & Doster DH, 1992. Adoption of double-cropping soybeans and wheat. *Southern Journal of Agricultural Economics* 24: 33–40.
- Smitts R, 2002. Etudes sur l'innovation au 21ème siècle: les questions des utilisateurs [Studies on innovation in the 21st century: User issues]. *Prospective technologique et changement social* 69: 861–83.
- Strauss D, 1979. Some results on random utility model. *Journal of Mathematical Psychology* 20(1): 35–52.
- Sumberg J, 2005. Systems of innovation theory and the changing architecture of agricultural research in Africa. *Food Policy* 30(1): 21–41.
- Theil H, 1969. A multinomial extension of the linear logit model. *International Economic Review* 10(3): 251–9.
- Waters-Bayer A & Bayer W, 1995. Planification avec des pasteurs: MARP au-delà d'un compte rendu centré sur l'Afrique [Planning with pastoralists: PRA beyond a report focused on Africa]. Division 422: Elevage, services vétérinaires et pêche. Subdivision: Elevage en zone marginale.