

Adoption d'innovations par les agriculteurs : rôle des perceptions et des préférences

Caroline ROUSSY, Aude RIDIER, Karim CHAIB

Working Paper SMART – LERECO N°15-03

April 2015



Les Working Papers SMART-LERECO ont pour vocation de diffuser les recherches conduites au sein des unités SMART et LERECO dans une forme préliminaire permettant la discussion et avant publication définitive. Selon les cas, il s'agit de travaux qui ont été acceptés ou ont déjà fait l'objet d'une présentation lors d'une conférence scientifique nationale ou internationale, qui ont été soumis pour publication dans une revue académique à comité de lecture, ou encore qui constituent un chapitre d'ouvrage académique. Bien que non revus par les pairs, chaque working paper a fait l'objet d'une relecture interne par un des scientifiques de SMART ou du LERECO et par l'un des deux éditeurs de la série. Les Working Papers SMART-LERECO n'engagent cependant que leurs auteurs.

The SMART-LERECO Working Papers are meant to promote discussion by disseminating the research of the SMART and LERECO members in a preliminary form and before their final publication. They may be papers which have been accepted or already presented in a national or international scientific conference, articles which have been submitted to a peer-reviewed academic journal, or chapters of an academic book. While not peer-reviewed, each of them has been read over by one of the scientists of SMART or LERECO and by one of the two editors of the series. However, the views expressed in the SMART-LERECO Working Papers are solely those of their authors.

**Adoption d'innovations par les agriculteurs :
rôle des perceptions et des préférences**

Caroline ROUSSY

ADEME, Angers, France

Agrocampus Ouest, UMR1302 SMART, F-35000 Rennes, France

INRA, UMR1302 SMART, F-35000 Rennes, France

Aude RIDIER

Agrocampus Ouest, UMR1302 SMART, F-35000 Rennes, France

Karim CHAIB

INP Toulouse, Ecole d'Ingénieurs de Purpan, Toulouse Cedex, France

Auteur pour la correspondance

Caroline Roussy

Agrocampus Ouest, UMR SMART

65 rue de Saint-Brieuc, CS 84215

35042 Rennes cedex, France

Email: caroline.roussy@rennes.inra.fr

Téléphone / Phone: +33 (0)5 61 15 29 64

Fax: +33 (0)2 23 48 54 17

*Les Working Papers SMART-LERECO n'engagent que leurs auteurs.
The views expressed in the SMART-LERECO Working Papers are solely those of their authors*

**Adoption d'innovations par les agriculteurs :
rôle des perceptions et des préférences**

Résumé

La conception d'innovations agro-écologiques de nature systémique dans le secteur des grandes cultures permet aujourd'hui de concilier les enjeux de productivité et la protection de l'environnement. Ces innovations sont souvent complexes car combinant des outils agronomiques traditionnels, comme l'allongement des rotations, avec des techniques de production novatrices telles que l'agriculture de précision. L'adoption de ces innovations engendre des incertitudes supplémentaires pour les agriculteurs. Plusieurs travaux ont révélé que l'aversion au risque est un frein majeur à l'adoption d'innovations dans l'exploitation agricole. Mais d'autres déterminants individuels de l'adoption d'ordres agronomiques, économiques ou psycho-sociaux affectent aussi le processus de décision des exploitants. Cependant, parmi les déterminants recensés dans les travaux, peu semblent communs et généralisables à tous les contextes de production. D'autres déterminants, non directement observables, influent sur la décision d'adoption des innovations. Cet article présente une revue de littérature permettant d'identifier le rôle joué, dans le processus d'adoption d'innovations agro-écologiques, par les déterminants observables et non observables tels que les perceptions et les préférences.

Mots-clés : adoption, innovations agro-écologiques, révélation des préférences, perceptions, risque

Classifications JEL : Q1, Q5, D8, D03

Farmers' adoption behavior:

Role of perceptions and preferences

Abstract

One way to reconcile the issues of productivity and environmental protection for field crops farmers is the implementation of systemic agroecological innovations. These innovations are complex combining traditional agricultural tools, such as the lengthening of rotations, with innovative production techniques such as precision agriculture. The adoption of these innovations creates additional uncertainty for farmers. Several studies have shown that risk aversion is a major break in the adoption of agricultural innovations. But others individual agronomic, economic and psychosocial determinants also affect the adoption decision process. However, among the determinants identified in the literature, few seem common and generalized to all production context. Other determinants, not directly observable, influence the adoption decision. This article presents a literature review to identify the role of observable and unobservable determinants, such as perceptions and preferences, in the adoption process of agroecological innovations.

Keywords: adoption, agroecological innovation, stated preferences, perceptions, risk

JEL classifications: Q1, Q5, D8, DO3

Adoption d'innovations par les agriculteurs : rôle des perceptions et des préférences

1. Introduction

La production française de grandes cultures a plus que triplé durant ces 50 dernières années grâce à la mise en place d'innovations technologiques comme l'amélioration variétale ou la production d'engrais de synthèse et de traitements phytosanitaires (FAO, 2013). Aujourd'hui, les effets néfastes de l'agriculture intensive sur l'environnement amènent les agronomes à concevoir des innovations de nature systémique qui permettent de concilier la protection des ressources naturelles et les enjeux de productivité face à l'augmentation de la démographie mondiale. Il s'agit d'innovations combinant des outils agronomiques classiques comme l'allongement des rotations avec des techniques de production novatrices telles que l'agriculture de précision (ex : bonnes pratiques agricoles). Dans le secteur des grandes cultures, les chercheurs conçoivent de systèmes de culture innovants (SdCi) qui permettent d'optimiser la production céréalière en limitant la consommation d'intrants chimiques. Il s'agit de rotations longues, définies à la fois par une succession de cultures ainsi que par des conduites culturales adaptées à chacune d'elles. L'adoption d'une innovation engendre des incertitudes supplémentaires pour les agriculteurs qui s'ajoutent aux nombreux risques encourus dans le contexte de production actuel : volatilité des prix, contraintes réglementaires, *etc.* Les préférences face au risque, plus précisément l'aversion au risque des agriculteurs, ont été mises en évidence comme un frein significatif à l'adoption d'innovations dans l'exploitation agricole (Binswanger et Sillers, 1983; Couture *et al.*, 2010; Marra *et al.*, 2003). D'autres déterminants individuels, d'ordres agronomiques, économiques ou psycho-sociaux affectent aussi le processus de décision des agriculteurs. Il existe un grand nombre de travaux sur les déterminants de l'adoption d'innovations agricoles cependant ils ne permettent pas d'isoler des déterminants communs à toutes les situations, en raison notamment de l'hétérogénéité des agriculteurs et des contextes de production (Baumgart-Getz *et al.*, 2012; Knowler et Bradshaw, 2007; Prokopy *et al.*, 2008).

Le manque d'informations disponibles sur les performances des systèmes de culture innovants amène les agriculteurs à évaluer ces systèmes en fonction de leur expérience et de leurs connaissances. Ils effectuent leurs choix en fonction de leur perception de l'innovation et de leurs contraintes propres. Une innovation perçue comme plus risquée par les agriculteurs a donc une probabilité plus faible d'être adoptée. De plus, en fonction de leur contexte de production, les agriculteurs développent des préférences pour certaines caractéristiques de l'innovation. Les exploitants confrontés à des problèmes

d'érosion vont rechercher des systèmes de culture limitant l'érosion des sols. Dans des zones pédoclimatiques soumises à des contraintes réglementaires sur les apports azotés (zones vulnérables), les exploitants vont préférer des systèmes peu exigeants en fertilisants de synthèse. Ainsi, de nombreux travaux sur le comportement d'adoption d'innovations s'appuient sur l'hypothèse que l'utilité globale perçue d'une innovation correspond à la somme des utilités des caractéristiques composant cette innovation, se référant en cela aux travaux de Lancaster (1966) (Adesina et Zinnah, 1993; Asrat *et al.*, 2010; Makokha *et al.*, 2007; Manalo, 1990).

De manière générale, les travaux sur l'adoption d'innovations en agriculture se sont concentrés sur le rôle des déterminants individuels directement observables par le chercheur dans le processus de décision de l'agriculteur. D'autres déterminants, non directement observables, comme les perceptions et les préférences sont aujourd'hui aussi mis évidence. Les méthodes d'évaluation des perceptions permettent de quantifier le risque perçu par les exploitants. Ainsi il est possible de pondérer l'effet de ce risque subjectif dans la décision d'adoption (Machina et Schmeidler, 1992; Nelson et Bessler, 1989; Norris et Kramer, 1990; Smith et Mandac, 1995). En parallèle, les méthodes de révélation des préférences, développées dans un premier temps en économie de l'environnement, visent à évaluer le poids de déterminants non observables liés aux préférences dans la décision d'adoption d'innovations (Adamowicz *et al.*, 1998; Asrat *et al.*, 2010; Hanley *et al.*, 2001; Louviere *et al.*, 2000).

L'objectif de cet article est de présenter, grâce à une revue de la littérature, le rôle joué par les perceptions du risque et les préférences pour les caractéristiques de l'innovation dans le processus d'adoption d'innovations en agriculture. L'adoption est ici représentée à la fois par la décision de l'agriculteur de mettre en place un système de culture innovant ainsi que par l'intensité de cette adoption, c'est-à-dire la surface consacrée à ce nouveau système sur l'exploitation. Dans la première section, le cadre d'analyse de l'adoption en microéconomie sera brièvement présenté. La seconde section présente une revue de littérature des déterminants individuels observables de l'adoption d'innovations afin de mettre en évidence les plus pertinents dans le cadre de l'adoption des systèmes de culture innovants. Enfin, la troisième section présente les déterminants non observables de l'adoption, dans notre cas les perceptions et les préférences face à l'innovation, ainsi que les méthodes utilisées pour les évaluer.

2. Cadre d'analyse de l'adoption d'innovations et rôle des préférences

La problématique de l'adoption d'innovations est distincte de celle de leur diffusion. Alors que l'adoption d'innovation a été largement étudiée par les économistes (Sunding et Zilberman, 2001),

celle de leur diffusion a été initialement investie par les sociologues (Rogers, 1962). Les travaux en économie sur l'adoption focalisent sur les déterminants qui expliquent la décision, le délai et la progressivité de l'adoption. Les travaux sur la diffusion en économie décrivent le taux de pénétration de l'innovation sur son marché potentiel et se situent à l'échelle de groupes d'individus. Les travaux des sociologues sur la diffusion ont mis en avant l'importance des proximités, particulièrement géographiques, dans le phénomène de diffusion. Ils ont aussi souligné l'importance des déterminants non pécuniaires dans le processus de décision d'adoption. L'enjeu de la synthèse de la littérature présentée dans cet article est de passer en revue les déterminants de l'adoption qui ont été largement étudiés par les économistes et d'explorer les possibilités méthodologiques disponibles afin d'étudier les déterminants non pécuniaires, et notamment les préférences et les perceptions des individus, qui ont surtout fait l'objet des travaux des sociologues. En économie, pour aborder la question de l'adoption de systèmes de cultures innovants nous allons principalement mobiliser la littérature empirique et économétrique sur les déterminants de l'adoption d'innovations agricoles. Dans cette revue de littérature on entendra par adoption aussi bien la décision dichotomique d'adoption (adoption/rejet) que l'intensité d'adoption (choix continu de surface engagée).

2.1. Les déterminants individuels observables

Les innovations que nous étudions dans le cadre de l'adoption de systèmes de culture innovants sont complexes. Ces innovations combinent plusieurs pratiques et technologies ce qui implique des décisions multiples pour l'agriculteur, souvent interdépendantes et inter-temporelles. Les décisions sont soumises à un arbitrage subjectif des exploitants et influencées par de multiples facteurs endogènes ou exogènes à l'agriculteur. De plus, il existe des interactions entre les déterminants non directement observables, tels que les perceptions ou les préférences de l'agriculteur, et les déterminants observables propres à l'exploitant et à son exploitation (Feder et Umali, 1993; Marra *et al.*, 2003). Les déterminants observables regroupent différents facteurs : les caractéristiques intrinsèques de l'innovation, les facteurs endogènes et les facteurs exogènes à l'agriculteur. Les caractéristiques intrinsèques de l'innovation sont ses caractéristiques « objectives », c'est-à-dire issues de tests, d'expérimentations ou d'essais et transmises par les organismes de développement et de recherche (conseillers et instituts techniques, organismes de recherche). Il peut aussi s'agir du prix, des exigences physiologiques des plantes, des dates de semis, *etc.* Les facteurs endogènes correspondent aux caractéristiques de l'exploitant et de son exploitation (taille, degré de spécialisation, âge, formation, *etc.*). Les facteurs exogènes rassemblent des facteurs non maîtrisables (réglementation, conditions

climatiques) et des facteurs partiellement maîtrisables tels que l'accès à l'information et le niveau de sensibilisation à l'innovation.

2.2. Les déterminants non observables : perceptions et préférences

Lors de la mise en place d'une innovation, l'exploitant fait face à un environnement incertain. Il est possible de prédire son comportement d'adoption en comparant les espérances d'utilité des alternatives qui s'offrent à lui (Marra *et al.*, 2003; Mercer, 2004). Les travaux de Savage (1972) ont répondu à certaines limites de l'approche de l'utilité espérée concernant la définition des probabilités du risque encouru (von Neumann et Morgenstern, 1944). Les individus forment leurs préférences sur les événements à partir de probabilités subjectives qu'ils transforment à partir de probabilités objectives. En effet, les individus ne disposent pas de toutes les données nécessaires pour évaluer toutes les alternatives car elles ne sont pas connues (Savage, 1972). Cependant, même dans des situations incertaines voire inconnues, les individus prennent des décisions et évaluent le profit espéré en fonction de leurs perceptions (Hardaker et Lien, 2010; Machina et Schmeidler, 1992; Nelson et Bessler, 1989; Norris et Kramer, 1990; Smith et Mandac, 1995). Dans la lignée des approches mettant l'accent sur les perceptions, on peut citer, dans d'autres disciplines, les travaux des sociologues sur l'action raisonnée et le comportement planifié (Ajzen, 1991, 2001). Ceux-ci cherchent à mettre en évidence les relations entre les attitudes des individus, leurs normes sociales et leur perception du contrôle¹ dans une situation spécifique de choix (Reimer *et al.*, 2012).

La subjectivité dans la perception de l'innovation peut influencer le processus de décision d'adoption. Plus précisément, l'individu développe des préférences vis-à-vis des caractéristiques de l'innovation (de ses attributs) ce qui lui permet de hiérarchiser ses choix. La théorie de Lancaster (1966) est basée sur ce postulat et considère que l'utilité globale d'un produit, ici le système de culture innovant, correspond à la somme des utilités de chacune des caractéristiques perçues de ce produit. Ce cadre, établi pour l'analyse du comportement du consommateur, est transposé au producteur, l'agriculteur étant considéré comme un consommateur d'innovations agricoles. Les agriculteurs ont des préférences pour certaines caractéristiques de l'innovation qui dépendent de facteurs endogènes ou exogènes : les conditions de production, les contraintes d'exploitation, leurs caractéristiques individuelles, *etc.* S'appuyant sur ce cadre théorique, différentes méthodes de révélation des préférences ont vu le jour et sont aujourd'hui assez répandues dans les travaux sur l'adoption d'innovations agricoles (Asrat *et al.*,

¹La perception du contrôle sur le comportement se réfère aux ressources dont dispose l'individu, à ses propres capacités, aux opportunités disponibles ainsi qu'à la perception de l'importance d'arriver à accomplir les résultats. (Ajzen 1991)

2010; Beharry-Borg *et al.*, 2013; Blazy *et al.*, 2011; Espinosa-Goded *et al.*, 2010; Kuhfuss *et al.*, 2013). On peut les classer en deux catégories selon que l'analyse des préférences est faite avant (préférences déclarées) ou après l'adoption (préférences révélées) (Alriksson et Öberg, 2008). Les méthodes de préférences déclarées (évaluation contingente, évaluation conjointe ...), qui permettent une évaluation *a priori* de l'adoption, sont plus adaptées pour évaluer le potentiel de mise en œuvre de conduites agro-écologiques dans des systèmes de culture aujourd'hui majoritairement intensifs et où l'innovation étudiée est peu présente. Elles permettent d'évaluer le potentiel d'adoption de l'innovation ainsi que de pondérer les déterminants influant sur le choix d'adoption.

3. Panorama des déterminants observables qui affectent l'adoption

Il est aujourd'hui difficile de synthétiser les nombreux résultats obtenus dans la littérature économique sur l'effet des déterminants socio-économiques et agronomiques sur l'adoption d'innovations agricoles. Certains auteurs se sont concentrés sur certains types d'innovation : l'agriculture de conservation chez Knowler et Bradshaw (2007) et Prager et Posthumus (2010); les bonnes pratiques agricoles chez Prokopy *et al.* (2008) ; ou sur certaines zones géographiques : les USA chez Baumgart-Getz *et al.* (2012), l'agroforesterie en zone tropicale chez Mercer (2004). Nous nous intéressons ici aux travaux récents sur l'adoption d'innovations proches des systèmes de culture innovants, plus précisément à des innovations de pratiques incrémentales (les bonnes pratiques agricoles, l'agriculture de précision) à systémiques (agriculture biologique ou intégrée) ou encore à des pratiques innovantes liées à la conservation des ressources naturelles (sol, eau, *etc.*) (*cf.* Tableau 1).

Tableau 1 : Principaux déterminants observables et leur effet sur l'adoption d'innovations

Auteur	Innovation	Age	Education	Expérience	Information ²	SAU	Endettement
Adesina <i>et al.</i> (2000)	Agroforesterie	-	-	-	Sig+	-	-
Anderson <i>et al.</i> (2005)	Agriculture biologique	Sig -	Sig+	-	-	Sig+	-
Baffoe-Asare <i>et al.</i> (2013)	Gestion des ravageurs	Sig+	Sig+	Sig+	Sig+	Sig+	Sig -
Caswell M <i>et al.</i> (2001)	Bonnes pratiques	-	Sig+	Sig -	Sig+	Sig+	-
Fernandez-Cornejo <i>et al.</i> (2001)	Agriculture de précision	-	Sig+	Sig+	-	Sig+	Sig -
Gedikoglu et McCann (2007)	Agriculture de conservation	Sig -	Sig+	-	-	-	-
Gedikoglu <i>et al.</i> (2011)	Bonnes pratiques	Sig+	Sig+	-	-	-	-
Ghazalian <i>et al.</i> (2009)	Bonnes pratiques	Sig+	Sig+	-	-	Sig+	-
J. M. Gillespie et Davis (2004)	Technologies d'élevage	-	Sig+	-	-	-	Sig -
Henning et Cardona (2000)	Bonnes pratiques	-	Sig+	-	Sig+	Sig+	Sig -
Khanna (2001)	Bonnes pratiques	-	Sig+	Sig+	-	Sig+	-
Kim <i>et al.</i> (2005)	Bonnes pratiques	-	Sig+	-	Sig+	-	-
Koundouri <i>et al.</i> (2006)	Technologies d'irrigation	-	-	-	Sig+	-	-
Mariano <i>et al.</i> (2012)	Bonnes pratiques	-	Sig+	-	Sig+	Sig+	-
Mzoughi (2011)	Agriculture biologique	-	Sig+	-	-	-	-
Noltze <i>et al.</i> (2012)	Production intégrée	-	-	-	Sig+	Sig+	-
Nyaupane et Gillespie (2009)	Bonnes pratiques	-	-	Sig+	-	Sig+	-
Pandit <i>et al.</i> (2011)	Agriculture de précision	Sig -	Sig+	-	-	-	-
Paudel <i>et al.</i> (2008)	Bonnes pratiques	-	Sig+	-	-	-	Sig -
Paudel <i>et al.</i> (2011)	Agriculture de précision	-	Sig+	-	Sig+	Sig+	-
Rodríguez-Entrena et Arriaza (2013)	Agriculture de conservation	-	-	Sig+	-	Sig+	-
Tosakana <i>et al.</i> (2010)	Pratiques de conservation	-	Sig+	Sig+	-	Sig+	-
Ward <i>et al.</i> (2008)	Bonnes pratiques	Sig -	Sig+	-	-	-	-

(Sig +) effet significativement positif, (Sig -) effet significativement négatif, (-) non significatif ou non étudié

² Regroupe les variables sur les visites des conseillers agricoles, la visite d'essais, la participation à des groupes d'agriculteurs, etc.

3.1. Déterminants endogènes

3.1.1. Déterminants économiques et financiers

Les premiers travaux en économie menés par Griliches (1957) puis Rosenberg (1976) ont mis en évidence l'importance des facteurs financiers dans le changement technologique et l'adoption d'innovations. La richesse est considérée comme un facteur clef dans l'adoption, d'abord par son effet sur l'aversion au risque (plus un individu est riche plus il est prêt à prendre des risques). De plus, le niveau de richesse conditionne l'investissement et permet aussi de supporter des pertes à court terme lors de la mise en place de l'innovation. Dans la littérature, différents indicateurs de richesse sont utilisés : le revenu net (Feder et Umali, 1993; Knowler et Bradshaw, 2007; Rodríguez-Entrena et Arriaza, 2013), le capital social (Baffoe-Asare *et al.*, 2013) ou le chiffre d'affaires (Anderson *et al.*, 2005). La richesse a généralement un effet positif sur l'adoption. Cependant, la variété des indicateurs en fonction des études ne permet pas de mettre en évidence la même causalité dans le choix de production de l'agriculteur. En effet, une exploitation peut avoir un chiffre d'affaires élevé et une rentabilité faible qui elle-même n'est pas forcément liée à la richesse de l'exploitant (Tableau 2).

Tableau 2 : Principaux indicateurs de richesse

Auteur	Année	Innovation	Indicateur de richesse
Anderson <i>et al.</i>	2005	Agriculture biologique	Capital social
Baffoe-Asare <i>et al.</i>	2013	Gestion des ravageurs	Capital social
Blazy <i>et al.</i>	2011	Innovation agro-écologique	Revenu
Gedikoglu et McCann	2007	Pratiques de conservations	Chiffre d'affaires
Gedikoglu <i>et al.</i>	2011	Bonnes pratiques	Capital social
Knowler et Bradshaw	2007	Agriculture de conservation	Revenu et Chiffre d'affaires
Koundouri <i>et al.</i>	2006	Technologie d'irrigation	Chiffre d'affaires, Capital social, Revenu
Mariano	2012	Agriculture intégrée	Revenu
Mzoughi	2011	Agriculture biologique	Revenu
Pandit	2011	Agriculture de précision	Chiffre d'affaires, Revenu
Paudel <i>et al.</i>	2008	Bonnes pratiques	Revenu
Rodríguez-Entrena et Arriaza	2013	Agriculture de conservation	Chiffre d'affaires

L'agriculture est un secteur intensif en capital et en investissements³. La mise en œuvre de nouvelles technologies peut entraîner de nouveaux investissements qui peuvent être en partie irrécouvrables mais aucune étude n'a encore testé cet effet (Chavas, 1994; Marra *et al.*, 2003). De récentes études ont mis en évidence que les niveaux de dettes des agriculteurs étaient un frein à l'adoption d'innovations, que celles-ci nécessitent des investissements spécifiques ou pas. Paudel *et al.* (2008) soulignent que le niveau d'endettement des agriculteurs limite de manière significative l'adoption de bonnes pratiques agricoles qui ne nécessitent pas forcément d'investissements matériels ou financiers. Sauer et Zilberman (2009) montrent également qu'un taux d'endettement élevé limite l'adoption d'innovations technologiques nécessitant des immobilisations importantes comme les machines à traire automatiques. Ce résultat est amplifié dans les pays en voie de développement où la capacité des agriculteurs à contracter des emprunts est plus faible (Baffoe-Asare *et al.*, 2013).

La richesse de l'exploitation agricole peut être approchée par sa taille, à travers la surface agricole utile (SAU). L'effet positif de la SAU a été montré sur l'adoption de variétés de cultures à haut rendement par Feder (1980). Dans des travaux plus récents, Foltz et Chang (2002) montrent que l'adoption d'hormones, permettant d'accroître la productivité des bovins, augmente avec la SAU. Dans le cadre de l'adoption d'innovations comme les pratiques innovantes ou de conservation, les résultats sont identiques (Blazy *et al.*, 2011; Featherstone et Goodwin, 1993; Mariano *et al.*, 2012; Rodríguez-Entrena et Arriaza, 2013). La taille de l'exploitation est un indicateur de richesse de l'agriculteur. Il semble donc logique que l'effet de la SAU sur l'adoption soit le même que celui de la richesse. Cependant, l'accroissement de la taille de l'exploitation nécessite des ressources en travail supplémentaires. Certains agriculteurs peuvent avoir des difficultés à mettre en place des innovations sur leur exploitation si elles engendrent du temps de travail supplémentaire. Ainsi Anderson *et al.* (2005) obtiennent un effet négatif de l'accroissement de la taille de l'exploitation sur l'adoption de l'agriculture biologique sûrement parce que cette conversion de l'ensemble du système d'exploitation demande beaucoup de temps supplémentaire en termes de formation de l'agriculteur et de surveillance.

Pour évaluer plus précisément l'effet de la terre en tant que capital (c'est-à-dire comptabilisée dans les immobilisations) sur l'adoption, certains travaux ont pris en compte la proportion de

³ En France, en 2010, la valeur moyenne de l'actif immobilisé dans une exploitation de grande culture est de 214,000€. Le taux d'endettement est de plus de 30% et s'accroît pour les exploitants les plus jeunes (Agreste)

surface en propriété dans la surface totale cultivée par l'exploitant. Généralement, la propriété a un effet positif sur l'adoption d'innovations (Caswell M *et al.*, 2001). Les exploitants en fermage ont moins d'intérêts à investir dans des innovations dont les effets sont à long terme alors qu'ils ne sont pas assurés d'exploiter les terres à long terme. Cependant, Soule *et al.* (2000) soulignent que la propriété implique aussi plus de contraintes financières pour l'exploitant ce que qui peut freiner l'adoption. L'effet de ce déterminant reste donc ambigu dans la littérature.

La diversification hors-exploitation du revenu des ménages joue également un rôle ambigu sur l'adoption de nouvelles pratiques ou technologies agricoles. Gedikoglu *et al.* (2011) émettent plusieurs hypothèses. La pluriactivité impliquerait une concurrence sur le facteur travail entre les activités agricoles et non agricoles, ce qui serait un frein pour l'adoption d'innovations. (D'Souza *et al.*, 1993; Rodríguez-Entrena et Arriaza, 2013; Sauer et Zilberman, 2009). A l'opposé, par les ressources financières qu'elle génère, la pluriactivité faciliterait l'adoption d'innovations intensives en capital (Gedikoglu et McCann, 2007; Gedikoglu *et al.*, 2011).

3.1.2. Déterminants individuels : caractéristiques de l'agriculteur

Certaines caractéristiques de l'agriculteur telles que son âge, son expérience professionnelle ou son niveau d'éducation peuvent influencer sur la mise en place d'une innovation. Il faut cependant distinguer les situations où l'unité décisionnaire est une personne unique ou une exploitation individuelle, des situations de cogestion de l'exploitation sous formes sociétaires (GAEC, SCEA, *etc.*). Dans ce dernier cas la décision est le produit d'un consensus collectif et il est difficile d'isoler et donc de mettre en évidence des déterminants individuels de l'adoption (Pannell *et al.*, 2006).

Le niveau d'éducation de l'exploitant est généralement reconnu comme favorisant l'adoption d'innovations intensives en capital humain (Abdulai et Huffman, 2005; Barham *et al.*, 2004; Feder et Umali, 1993; Foltz et Chang, 2002; Kebede *et al.*, 1990; Sauer et Zilberman, 2009; Wu et Babcock, 1998). Même si certains travaux ne trouvent pas de relations significatives entre l'éducation et l'adoption (Knowler et Bradshaw, 2007), on peut considérer que les exploitants les plus éduqués disposent de plus d'informations leur permettant de mieux évaluer l'innovation et ainsi de limiter leur niveau d'incertitude.

Contrairement à l'éducation, et par extension à l'accès à l'information, le rôle de l'expérience est moins clair. Certaines études montrent le rôle positif de l'expérience sur l'adoption (Baffoe-Asare *et al.*, 2013; Gedikoglu *et al.*, 2011; Sauer et Zilberman, 2009). Les travaux de Wu et Babcock (1998) sur trois types d'innovations différentes montrent des effets contrastés de l'expérience. Celle-ci influe négativement sur l'adoption du non-labour et positivement sur l'application localisée de fertilisants. Kebede *et al.* (1990) mettent en évidence que l'expérience joue un rôle distinct en fonction du risque perçu. L'expérience agricole facilite l'adoption d'innovations réduisant le risque perçu (comme l'apport de plus de pesticides et d'engrais), mais elle peut avoir l'effet inverse sur l'adoption d'innovations augmentant le risque perçu. Les résultats sur l'effet de l'expérience sont donc contrastés (Knowler et Bradshaw, 2007; Prokopy *et al.*, 2008; Rubas, 2004). Les agriculteurs expérimentés connaissent mieux leur contexte de production et peuvent prendre plus de risques. A l'opposé les agriculteurs les plus âgés, c'est-à-dire les plus expérimentés, ont un horizon de planification plus court qui ne les pousse pas à changer de pratiques (Featherstone et Goodwin, 1993; Soule *et al.*, 2000).

On considère généralement que l'âge réduit l'adoption (Anderson *et al.*, 2005; D'Souza *et al.*, 1993; Foltz et Chang, 2002) car les exploitants plus âgés ont un horizon de planification plus court (Abdulai et Huffman, 2005). Ils valorisent moins les bénéfices à long terme de certaines innovations. Cependant, les jeunes exploitants sont souvent soumis à des contraintes financières fortes ce qui peut les dissuader d'investir dans une nouvelle technologie. Enfin, en présence d'un successeur, l'âge de l'exploitant accroît les chances d'adoption d'une innovation. En effet, si une possibilité de reprise de l'exploitation existe, alors l'horizon de planification de l'agriculteur est plus long (Rodríguez-Entrena et Arriaza, 2013).

3.2. Déterminants exogènes

L'exploitant est soumis de manière récurrente à des contraintes externes qu'il peut difficilement anticiper. Nous distinguons deux types de déterminants exogènes. Les premiers sont externes et non contrôlables par l'exploitant comme son environnement de production comprenant les contraintes pédoclimatiques et réglementaires. Le second type de déterminant est partiellement contrôlable par l'exploitant comme le contexte informationnel qui peut être partiellement modifié si l'agriculteur achète ou se procure de l'information. On parle ici de l'information au sens large, de la communication ou du conseil.

3.2.1. Déterminants pédoclimatiques et contexte de production

Les déterminants agronomiques ou pédoclimatiques peuvent être nombreux mais doivent être ciblés en fonction de l'innovation concernée et de la zone de production (Feder et Umali, 1993). Khanna (2011) met en évidence qu'il existe un effet de la zone de production sur l'adoption de pratiques de fertilisation parcelle. Dans les zones de grandes cultures, les conditions pédoclimatiques peuvent contraindre les agriculteurs dans leurs choix de production. Des conditions limitantes, comme des sécheresses répétées poussent les agriculteurs à rejeter certaines innovations pour des raisons techniques (Mariano *et al.*, 2012). Cependant le pédoclimat peut aussi faciliter l'adoption comme par exemple la mise en place de pratiques de conservation des sols par le non-labour dans des zones de coteaux qui peuvent être soumises à des risques d'érosion (Caswell M *et al.*, 2001; Ervin et Ervin, 1982). La variété des contextes de production ne permet pas de mettre en évidence des déterminants jouant un rôle invariable mais les contraintes de production ont généralement un rôle clef dans la décision d'adoption d'innovation par les exploitants.

3.2.2. Déterminants institutionnels et réglementaires

Il existe peu de résultats sur l'effet de la réglementation sur l'adoption d'innovations. Les innovations sont généralement conformes aux réglementations en cours dans les différents pays concernés. On peut cependant souligner que la réglementation peut limiter le nombre de pratiques innovantes proposées à l'exploitant. Dans le secteur des grandes cultures en France, la Directive Cadre sur l'Eau impose une couverture hivernale des sols dans les zones définies comme vulnérables. Cependant, il est interdit d'implanter des couvertures végétales composées uniquement de légumineuses pour éviter des effets de lixiviation lors de leur destruction. Ainsi, la réglementation implique que les exploitants des zones vulnérables disposent de moins de choix dans les cultures à mettre en place. Les travaux en économie s'intéressent généralement à l'effet *ex-ante* d'un changement de la réglementation sur l'évolution des pratiques agricoles. Bougherara et Latruffe (2010) étudient l'effet du découplage des aides de la PAC sur l'utilisation des terres non cultivées. Giannocaro et Berbel (2013) évaluent l'effet de différents scénarios de changement d'orientation des politiques publiques sur l'utilisation d'intrants (pesticides, eau, *etc.*) chez les exploitants andalous. Ces deux études concluent que les exploitants n'envisagent pas de changements radicaux dans l'utilisation des terres ou des intrants avec les évolutions futures de la Politique Agricole Commune.

3.2.3. Information, communication et conseil

Le contexte informationnel, à la fois formel (visites des conseillers des Chambres d'Agriculture, informations des centres techniques) et informel (réseaux de producteurs, forum, *etc.*) a un effet sur l'adoption d'innovations (Barham *et al.*, 2014; Marra *et al.*, 2003). On retrouve dans la très grande majorité des études un effet positif des indicateurs liés à l'information ou au conseil sur l'adoption d'innovation (Knowler et Bradshaw, 2007; Prager et Posthumus, 2010; Prokopy *et al.*, 2008; Rubas, 2004). Mariano *et al.* (2012) utilisent différents indicateurs pour évaluer le niveau d'information des agriculteurs : nombres de visites de conseillers agricoles, d'essais, de visites d'essais. Ils trouvent pour chacun d'eux un effet positif sur l'adoption de nouvelles techniques de production sur le riz. Kuhfuss *et al.* soulignent l'importance des réseaux locaux pour faciliter la mise en place de contrats agroenvironnementaux chez les viticulteurs du Sud-Est de la France (Kuhfuss *et al.*, 2013). Parcell et Gedikoglu (2013) développent un modèle d'analyse prenant en compte la coopération entre les agriculteurs pour expliquer l'adoption de pratiques de conservation liées à la ressource en eau. Ils montrent que la prise en compte de la coopération entre les agriculteurs permet de mieux expliquer le comportement d'adoption. L'acquisition d'informations et d'expériences réduit l'incertitude et permet aux agriculteurs de percevoir de manière plus objective l'innovation et les risques encourus. Les déterminants liés à l'information et au conseil permettent d'approcher les perceptions des individus mais le rôle des perceptions en elles-mêmes reste peu étudié car elles sont difficiles à évaluer (Hardaker et Lien, 2010).

4. Déterminants inobservables de l'adoption : perceptions et préférences

L'hétérogénéité des agriculteurs et de leur contexte de production explique en partie leur comportement face à l'adoption d'innovations. En fonction des déterminants observables et de leurs croyances, les individus développent des perceptions et des préférences individuelles pour l'innovation et celles-ci ne sont pas directement observables. Pour les révéler, divers travaux mobilisent des méthodologies spécifiques de révélation des préférences. Cependant, parmi ces travaux, peu s'intéressent au rôle des perceptions dans le processus d'adoption (Menapace *et al.*, 2013; Useche *et al.*, 2013).

4.1. Préférences des agriculteurs

4.1.1. Préférences face au risque

Le risque est un des principaux facteurs de rejet de l'innovation (Feder, 1980; Feder et Umali, 1993; Ghadim *et al.*, 2005). Les méthodes d'économie expérimentale, basées sur des jeux de loteries financiers, permettent d'évaluer le niveau d'aversion au risque des individus. Les exploitants agricoles sont couramment exposés aux risques par la nature-même de leur activité. Dans la littérature, les niveaux d'aversion au risque mesurés par les méthodes de révélation expérimentale chez des agriculteurs sont très variables (Binswanger et Sillers, 1983; Harrison *et al.*, 2007; Hellerstein *et al.*, 2013; Reynaud et Couture, 2012). Comme tous les entrepreneurs, les agriculteurs sont plus sensibles au risque de pertes (Bocqueho *et al.*, 2011). Dans le cadre de l'adoption d'innovations en agriculture, le niveau d'aversion au risque a été mis en évidence comme un frein à l'adoption (Feder et Umali, 1993; Kebede *et al.*, 1990). Cependant, l'aversion au risque ne permet pas d'expliquer, à elle seule, le comportement d'adoption d'innovations par les agriculteurs (Hellerstein *et al.*, 2013). En effet, les exploitants réalisent leur choix en fonction de leurs préférences mais aussi de leurs perceptions du risque. Shapiro *et al.* (1992) montrent que les perceptions du risque sur le rendement et les prix expliquent plus l'adoption de cultures associées que le niveau d'aversion. Très peu de travaux se sont penchés sur les liens entre aversion et perception du risque. Menapace *et al.* (2013), dans leur étude chez des arboriculteurs en Italie, démontrent que les agriculteurs les plus averses au risque perçoivent de manière accrue les risques de pertes sur leur récolte. Les préférences face au risque des exploitants sont donc un élément déterminant dans le choix d'adoption d'innovations par les agriculteurs. Cependant, il semble aujourd'hui nécessaire de mieux connaître l'importance des perceptions de l'innovation et du risque associé afin de prendre en compte de manière globale l'effet du risque dans le processus d'adoption.

4.1.2. Préférences face aux caractéristiques de l'innovation

Les méthodes de révélation des préférences regroupent les préférences révélées et les préférences déclarées. Dans le cadre des travaux sur les préférences révélées, c'est le comportement observé des individus qui permet d'évaluer, de manière *ex-post*, les déterminants de l'adoption. Concernant les préférences déclarées, c'est sur la base des déclarations de l'individu *ex-ante* (interview, enquêtes *etc.*) que les préférences sont évaluées.

De nombreux travaux ont mis en œuvre des méthodes de révélation des préférences déclarées afin d'évaluer la valeur monétaire des biens non marchands comme l'environnement ou les ressources naturelles (Adamowicz *et al.*, 1998; Birol *et al.*, 2006; Dachary Bernard, 2004; Ropars-Collet *et al.*, 2014). Ces méthodes peuvent aussi être transposées pour analyser les préférences des individus pour les caractéristiques d'une innovation. Elles sont utiles à la fois pour concevoir des politiques de soutien et d'accompagnement au changement de pratiques, mais aussi pour définir les attentes des individus pour les caractéristiques des innovations. Les préférences des agriculteurs dépendent de leurs conditions de production, de leurs contraintes et des caractéristiques de l'innovation. Les méthodes de révélation des préférences déclarées permettent de hiérarchiser et de quantifier le rôle de chacun de ces facteurs dans le choix d'adoption d'innovations. Nous présentons ici les deux principales méthodes permettant l'évaluation des préférences des agriculteurs : l'évaluation conjointe et l'évaluation contingente.

4.1.2.1. Evaluation contingente

Il s'agit de la méthode la plus répandue en économie de l'environnement. Elle permet de donner une valeur monétaire à des biens non marchands (air, paysage *etc.*) (Hanley *et al.*, 1998; Vermersch *et al.*, 1995). L'individu doit directement indiquer son consentement à payer ou à recevoir afin de disposer d'un produit ou pour conserver l'usage d'un bien. Il s'agit de reconstituer une fonction de demande de l'individu à partir d'un marché hypothétique de ce bien (marché contingent). Dans le cas d'un agriculteur confronté à la mise en œuvre d'une innovation de pratique, cette méthode peut permettre de connaître le consentement à payer ou à recevoir du ménage-producteur lors de la mise en place de nouvelles pratiques. Cependant, cette méthode ne permet pas de hiérarchiser le poids de chacune des caractéristiques de l'innovation dans le processus de décision d'adoption ainsi que le consentement général à l'adopter.

4.1.2.2. Evaluation conjointe

L'évaluation conjointe est couramment utilisée en marketing et permet d'évaluer l'utilité d'un produit en fonction des différentes caractéristiques constituant ce produit (mesure conjointe). Lors d'une enquête, l'individu est placé dans une situation de choix entre plusieurs alternatives. Chacune des alternatives est définie par des caractéristiques identiques, seuls les

niveaux des caractéristiques varient entre chaque alternative. L'individu mis en situation de choix indique sa préférence. Il est ainsi possible de déterminer le consentement à payer marginal, c'est à dire l'utilité marginale normalisée, de chacune des caractéristiques (Useche *et al.*, 2009). Cette méthode est particulièrement adaptée lorsque l'on étudie des innovations complexes, comme les systèmes de cultures innovants, car on peut décrire l'innovation en fonction d'un ensemble de caractéristiques (Alriksson et Öberg, 2008) (*cf.* Tableau 3). Les méthodes d'évaluation conjointe sont nombreuses : classification contingente, comparaison par paire, *choice experiment* etc. Elles peuvent être classées en deux grandes catégories en fonction du type de réponses que doit fournir l'individu lorsqu'il est mis en situation de choix : choix discret (adoption/rejet) ou classification hiérarchique (classement des alternatives) (Adamowicz *et al.*, 1997; Birol *et al.*, 2006; Hanley *et al.*, 1998; Mackenzie, 1993). Le principal avantage de l'évaluation conjointe est qu'elle permet de mettre les agriculteurs dans des situations hypothétiques de choix et de tester les effets de nombreuses caractéristiques qui peuvent ne pas encore exister. Cependant, afin de limiter le biais hypothétique, c'est-à-dire une réponse qui ne serait pas celle de l'exploitant en situation réelle de choix, il faut que les mises en situation proposées aux agriculteurs restent compréhensibles, crédibles et simples.

4.1.3. Modèles d'estimation

Les modèles d'estimation empirique des préférences associés aux différentes méthodes de révélation dépendent du type de mesure mis en œuvre lors des enquêtes, c'est à dire si l'exploitant a fait un choix discret, hiérarchisé ou d'intensité. Pour l'analyse des choix discrets, comme pour l'étude de l'adoption/rejet, il n'est pas possible d'utiliser des modèles linéaires classiques (régression linéaire) car les réponses sont binaires. On utilise alors des modèles de choix dichotomiques de type probit ou logit. Pour les réponses ordonnées ou hiérarchiques, les modèles polytomiques, comme les probit et logit multinomiaux ou ordonnés, sont utilisés. Afin d'évaluer les effets des caractéristiques individuelles sur les préférences pour les caractéristiques de l'innovation (hétérogénéité observée des préférences), des interactions peuvent être intégrées (Reynaud et Nguyen, 2012). Cependant, ces modèles ne permettent pas de prendre en compte l'hétérogénéité inobservée entre les individus. Pour cela, les modèles de type logit à paramètres aléatoires permettent d'introduire une variabilité dans les préférences individuelles (Asrat *et al.*, 2010; Broch et Vedel, 2012; Useche *et al.*, 2009). D'autre part, les modèles à classes latentes permettent de prendre en compte l'hétérogénéité des préférences en identifiant des classes d'individus ayant des préférences

similaires pour l'innovation (Kuhfuss *et al.*, 2013). De manière générale l'introduction d'hétérogénéité dans les préférences, à la fois observée et inobservée, permet d'obtenir des modèles plus robustes (Blazy *et al.*, 2011).

Certains travaux ne se limitent pas uniquement à l'analyse de la décision d'adoption mais s'intéressent aussi à l'intensité d'adoption (Adesina et Zinnah, 1993; Noltze *et al.*, 2012). Ceci est particulièrement adapté aux situations d'adoption d'innovations agroécologiques de type systémiques comme les bonnes pratiques. Dans ce cadre-là les modèles de type tobit permettent d'analyser la décision d'adoption ainsi que le taux d'adoption. Lorsque les innovations étudiées sont une combinaison de plusieurs pratiques distinctes (qui peuvent être complémentaires), l'agriculteur peut choisir de n'en adopter que certaines. Les modèles d'adoption séquentielle ou d'adoption par paquets permettent d'analyser l'adoption incrémentale d'innovations complexes (Aldana *et al.*, 2011; Khanna, 2001). Le Tableau 3 présente les modèles utilisés pour étudier les préférences pour les caractéristiques des innovations dans des travaux sur l'adoption en agriculture.

Tableau 3 : Caractéristiques des innovations et modèle d'analyse

Modèle	Auteur	Caractéristiques étudiées
Logit conditionnel	Beharry-Borg <i>et al.</i> (2013)	Contrats agro-environnementaux
Logit ordonné	Makokha <i>et al.</i> (2007)	Génétique des troupeaux
Probit ordonné	Tano <i>et al.</i> (2003)	Génétique des troupeaux
Probit ordonné	Baidu-Forson <i>et al.</i> (1997)	Caractéristiques des cultures
Logit à classes latentes	Kuhfuss <i>et al.</i> (2013)	Contrats agro-environnementaux
Logit à paramètres aléatoires	Useche <i>et al.</i> (2009)	Variétés de maïs
Logit à paramètres aléatoires	Asrat <i>et al.</i> (2010)	Caractéristiques des cultures
Logit à paramètres aléatoires	Broch et Vedel (2012)	Contrats agro-environnementaux
Logit à paramètres aléatoires	Espinosa-Goded <i>et al.</i> (2010)	Contrats agro-environnementaux
Logit à paramètres aléatoires	Blazy <i>et al.</i> (2011)	Pratiques innovantes
Tobit	Adesina et Baidu-Forson (1995)	Variété de sorgho et de riz
Adoption séquentielle	Khanna (2001)	Agriculture de précision
Adoption séquentielle	Aldana <i>et al.</i> (2011)	Variétés de maïs

4.2. Perceptions du risque et de l'innovation

L'agriculteur agit dans un environnement incertain. L'accumulation d'information et d'expérience sur l'innovation lui permet d'avoir une perception des caractéristiques et des risques associés à cette innovation (Marra et al., 2003). Une innovation sera d'autant plus adoptée qu'elle est perçue comme moins risquée que la situation actuelle de l'agriculteur et que son avantage relatif est évalué comme positif par l'agriculteur (Pannell *et al.*, 2006; Tosakana *et al.*, 2010). Le rôle des perceptions dans le comportement d'adoption reste peu étudié dans la littérature car il est difficile de mesurer les perceptions. On peut distinguer les travaux de révélation des perceptions de l'innovation et les travaux de révélation des perceptions du risque lié à l'innovation.

4.2.2. Perception de l'innovation

Les sociologues ont été les premiers à évaluer de manière qualitative le rôle des perceptions de l'innovation dans le processus d'adoption (Kivlin et Fliegel, 1967). Les travaux en économie cherchent à approcher l'avantage relatif perçu par l'agriculteur (efficacité, profitabilité, adaptabilité, *etc.*) dans son contexte de production (Adesina et Zinnah, 1993). Les perceptions sont généralement évaluées sous forme de variables binaires si l'agriculteur perçoit ou non l'intérêt de l'innovation. Les travaux de Pandit *et al.* (2011) et Paudel *et al.* (2011) montrent que les agriculteurs qui perçoivent l'agriculture de précision plus profitable que leur système actuel, adoptent plus facilement l'innovation. Gedikoglu et McCann (2007) trouvent les mêmes résultats concernant l'adoption de pratiques de conservation. D'autres travaux mettent en évidence que la perception de l'efficacité de l'innovation explique le comportement d'adoption de pratiques de conservation (Abdulai et Huffman, 2014; Tosakana *et al.*, 2010). Cependant, si une innovation est perçue comme difficilement adaptable ou peu familière pour l'exploitant elle ne sera pas adoptée (Gillespie *et al.*, 2007). Les perceptions de l'innovation peuvent être modifiées par l'acquisition d'expériences ou d'informations par l'agriculteur et elles sont fortement liées aux perceptions du risque.

4.2.3. Perception du risque

Les méthodes d'économie expérimentale ont mis en évidence le poids de l'aversion au risque dans le processus d'adoption d'innovations (Binswanger et Sillers, 1983). Outre les préférences, il reste difficile d'observer et de mesurer les croyances des individus et d'évaluer

précisément leur perception du risque (Nelson et Bessler, 1989). Les méthodes d'impact visuel utilisées permettent d'évaluer directement (c'est-à-dire en interrogeant directement les agriculteurs sur le niveau des probabilités) les probabilités subjectives à partir desquelles les exploitants forment leur choix (Machina et Schmeidler, 1992; Norris et Kramer, 1990; Smith et Mandac, 1995). Certains travaux se sont intéressés à la perception du risque de production et surtout au risque de rendement qui affecte de manière directe le revenu de l'exploitant. Smith et Mandac (1995) ont ainsi estimé les probabilités subjectives des distributions de rendements par des méthodes de révélation directe. Ils ont par la suite comparé ces résultats à des données historiques. Ils ont ainsi mis en évidence que même si les moyennes des rendements sont proches, les agriculteurs sous estiment la variance comparativement à des données objectives.

Peu de travaux se sont intéressés au rôle des perceptions du risque dans le processus d'adoption. Smale *et al.* (1994) ont mis en évidence que les agriculteurs avec des estimations de rendements espérés élevées pour leur production actuelle de maïs adoptent moins des variétés à fort potentiel de production. Cependant, s'ils perçoivent un risque important sur leur rendement, c'est-à-dire une variance du rendement importante, alors l'adoption de nouvelles variétés est accrue. De la même manière, Adesina *et al.* (1995) montrent que si les nouvelles variétés de sorgho permettent de réduire la perception de risque sur le rendement, elles sont plus facilement adoptées.

Les perceptions du risque semblent être au centre du processus de décision et certains travaux ouvrent des pistes de recherche pour mieux comprendre le rôle du risque dans le comportement des agriculteurs. Menapace *et al.* (2013) s'intéressent au comportement face au risque de perte des arboriculteurs italiens. Leurs résultats montrent que les perceptions de risque sont liées aux préférences. Plus un individu est averse, plus il perçoit de manière importante les risques de pertes (Menapace *et al.*, 2013). Ainsi, aversion et perception du risque réduisent l'adoption d'innovations. Greiner *et al.* (2009) se concentrent sur les sources principales de risques perçus par les agriculteurs lors de l'adoption de bonnes pratiques agricoles. Leurs résultats montrent que les agriculteurs perçoivent principalement le risque de sécheresse, ce qui les amène à adopter des bonnes pratiques liées à la conservation de l'eau. Il semble donc aujourd'hui nécessaire d'investiguer le rôle des perceptions dans le processus d'adoption d'innovations.

5. Conclusion et propositions

La littérature sur l'analyse du comportement d'adoption d'innovations par les agriculteurs est vaste. Certains travaux portent sur l'analyse *ex-ante*, d'autres sur l'analyse *ex-post* de l'adoption d'innovations. Les analyses *ex-post* mettent en évidence l'effet de l'hétérogénéité des agriculteurs et de leur exploitation sur le taux d'adoption des innovations. Les approches *ex-ante* insistent sur l'effet de déterminants non directement observables comme les préférences et les perceptions sur le potentiel d'adoption d'une innovation. La synthèse réalisée dans cet article regroupe les apports de la littérature sur l'adoption d'innovations mettant en évidence l'effet à la fois des déterminants observables et non observables dans le processus de décision d'adoption des agriculteurs. En outre, elle souligne les champs encore peu explorés, comme la prise en compte des perceptions.

L'analyse des déterminants observables grâce à des approches empiriques, montre que l'hétérogénéité des agriculteurs et des contextes de production affecte le comportement d'adoption d'innovations des agriculteurs. Certains déterminants semblent favoriser en toutes circonstances l'adoption comme le niveau d'éducation de l'agriculteur ou son accès à l'information. A l'inverse les variables financières ou l'âge de l'agriculteur peuvent freiner l'adoption des innovations. Ainsi, faciliter l'accès à des informations locales comme les résultats d'expérimentations proches des sites d'exploitation des agriculteurs ou permettre l'accès aux prêts pour des agriculteurs s'engageant dans des démarches innovantes pourrait permettre de faciliter l'adoption d'innovations à grande échelle. Cependant, face à la spécificité des caractéristiques des agriculteurs et de leur contexte de production, il reste aujourd'hui difficile de généraliser les résultats de ces travaux à tous les types d'innovations et dans tous les contextes.

En parallèle, d'autres travaux d'analyse *ex-ante* de l'adoption se sont focalisés sur le rôle des préférences des agriculteurs, afin d'identifier d'autres facteurs d'hétérogénéité susceptibles d'orienter les politiques publiques. Les agriculteurs font face, tout au long du cycle de production, à des risques inhérents à la production agricole, mais la mise en place d'une innovation sur l'exploitation agricole implique des incertitudes supplémentaires. Les travaux en économie expérimentale ont permis de mettre en évidence l'effet négatif de l'aversion au risque sur le taux d'adoption d'innovations ou de technologies. Cependant, l'aversion ne semble pas pouvoir à elle seule expliquer l'hétérogénéité des comportements d'adoption des agriculteurs. La décision d'adoption est aussi fortement liée à l'innovation proposée.

Face aux enjeux actuels, certaines innovations de types agro-écologique et systémique, telles que les bonnes pratiques ou les systèmes de culture innovants, sont susceptibles de permettre d'atteindre des objectifs conjoints de productivité et de durabilité. Ces innovations sont complexes à analyser car elles sont composées de multiples techniques (traditionnelles ou innovantes), souvent en interaction, voire complémentaires. Les méthodes de révélation des préférences permettent de décomposer l'innovation en fonction de ses caractéristiques (ou attributs) et de pondérer l'effet de chacune des caractéristiques dans la décision d'adoption. A côté des caractéristiques pécuniaires traditionnelles (prix, marge brute), d'autres caractéristiques non pécuniaires peuvent affecter le choix d'adoption des agriculteurs.

Malgré la place importante des études du comportement face au risque des agriculteurs dans la littérature, aujourd'hui le rôle des perceptions (du risque, des caractéristiques des innovations) dans le choix d'adoption reste encore peu étudié. Or, en situation d'information incomplète, comme lors d'adoption d'innovations, les agriculteurs fondent leur décision sur leurs perceptions. Ils se basent sur leur expérience, leurs connaissances et l'information disponible pour réaliser leur choix. Une innovation, perçue comme plus risquée et ne présentant pas d'avantage relatif par rapport à la situation actuelle de l'agriculteur, ne sera pas adoptée. Les perceptions sont au centre du processus de décision de l'agriculteur. D'abord évaluées de manière qualitative dans les travaux en sociologie, il existe aujourd'hui des méthodes d'évaluation quantitative des perceptions qui peuvent permettre de les intégrer à part entière dans l'analyse du comportement d'adoption.

Grâce aux avancées des travaux sur l'analyse du comportement d'adoption d'innovations, il existe aujourd'hui des méthodes et des modèles d'analyse permettant de prendre en compte l'effet de nombreux déterminants dans le processus d'adoption. S'appuyant sur des méthodes classiques de microéconomie de la production, d'économie du risque et de l'environnement, il est possible et nécessaire de prendre en compte de manière conjointe l'effet sur l'adoption d'innovations, non seulement des déterminants individuels observables mais aussi des préférences et des perceptions non observables. Ceci doit permettre d'approcher au plus près le processus de décision d'adoption d'innovations et d'identifier et hiérarchiser les déterminants qui influent sur le comportement des agriculteurs. Ces résultats pourront être utiles pour orienter la conception des innovations agro-écologiques vers des innovations à plus fort potentiel d'adoption. Ils pourront également permettre aux pouvoirs publics de mieux identifier les attentes et attitudes des agriculteurs afin d'adapter la politique d'accompagnement et de soutien.

Références

- Abdulai, A., Huffman, W.E. (2005). The diffusion of new agricultural technologies: The case of crossbred-cow technology in Tanzania. *American Journal of Agricultural Economics*, 87(3): 645-659.
- Abdulai, A., Huffman, W.E. (2014). The Adoption and Impact of Soil and Water Conservation Technology: An Endogenous Switching Regression Application. *Land Economics*, 90 (1): 26-43.
- Adamowicz, W., Boxall, P., Williams, M., Louviere, J. (1998). Stated Preference Approaches for Measuring Passive Use Values: Choice Experiments and Contingent Valuation. *American Journal of Agricultural Economics*, 80(1): 64-75.
- Adamowicz, W., Swait, J., Boxall, P., Louviere, J., Williams, M. (1997). Perceptions versus Objective Measures of Environmental Quality in Combined Revealed and Stated Preference Models of Environmental Valuation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 32(1): 65-84.
- Adesina, A. A., Zinnah, M. M. (1993). Technology characteristics, farmers' perceptions and adoption decisions: A Tobit model application in Sierra Leone. *Agricultural Economics*, 9(4): 297-311.
- Adesina, A. A., Baidu-Forson, J. (1995). Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics*, 13(1): 1-9.
- Adesina, A. A., Mbila, D., Nkamleu, G. B., Endamana, D. (2000). Econometric analysis of the determinants of adoption of alley farming by farmers in the forest zone of southwest Cameroon. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 80(3): 255-265.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2): 179-211.
- Ajzen, I. (2001). Nature and operation of attitudes. *Annual review of psychology*, 52(1): 27-58.
- Aldana, U., Foltz, J. D., Barham, B. L., Useche, P. (2011). Sequential adoption of package technologies: The dynamics of stacked trait corn adoption. *American Journal of Agricultural Economics*, 93(1): 130-143.

- Alriksson, S., Öberg, T. (2008). Conjoint analysis for environmental evaluation. *Environmental Science and Pollution Research*, 15(3): 244-257.
- Anderson, J. B., Jolly, D. A., Green, R. D. (2005). *Determinants of farmer adoption of organic production methods in the fresh-market produce sector in California: A logistic regression analysis*. 2005 Annual Meeting, July 6-8, 2005, San Francisco, California, Western Agricultural Economics Association.
- Asrat, S., Yesuf, M., Carlsson, F., Wale, E. (2010). Farmers' preferences for crop variety traits: Lessons for on-farm conservation and technology adoption. *Ecological Economics*, 69(12): 2394-2401.
- Baffoe-Asare, R., Danquah, J. A., Annor-Frempong, F. (2013). Socioeconomic Factors Influencing Adoption of Codapec and Cocoa High-tech Technologies among Small Holder Farmers in Central Region of Ghana. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3(2): 277-292.
- Baidu-Forson, J., Ntare, B. R., Waliyar, F. (1997). Utilizing conjoint analysis to design modern crop varieties: empirical example for groundnut in Niger. *Agricultural Economics*, 16(3): 219-226.
- Barham, B. L., Foltz, J. D., Jackson-Smith, D., Moon, S. (2004). The dynamics of agricultural biotechnology adoption: Lessons from series rBST use in Wisconsin, 1994–2001. *American Journal of Agricultural Economics*, 86(1): 61-72.
- Barham, B. L., Chavas, J. P., Fitz, D., Salas, V. R., Schechter, L. (2014). The roles of risk and ambiguity in technology adoption. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 97: 204-218.
- Baumgart-Getz, A., Prokopy, L. S., Floress, K. (2012). Why farmers adopt best management practice in the United States: A meta-analysis of the adoption literature. *Journal of environmental management*, 96(1): 17-25.
- Beharry-Borg, N., Smart, J. C., Termansen, M., Hubacek, K. (2013). Evaluating farmers' likely participation in a payment programme for water quality protection in the UK uplands. *Regional Environmental Change*, 13(3): 633-647.
- Binswanger, H. P., Sillers, D.A. (1983). Risk aversion and credit constraints in farmers' decision-making: A reinterpretation. *The Journal of Development Studies*, 20(1): 5-21.

- Birol, E., Karousakis, K., Koundouri, P. (2006). Using a choice experiment to account for preference heterogeneity in wetland attributes: The case of Cheimaditida wetland in Greece. *Ecological Economics*, 60(1): 145-156.
- Blazy, J. M., Carpentier, A., Thomas, A. (2011). The willingness to adopt agro-ecological innovations: Application of choice modelling to Caribbean banana planters. *Ecological Economics*, 72: 140-150.
- Bocqueho, G., Jacquet, F., Reynaud, A. (2011). *Expected utility or prospect theory maximizers? Results from a structural model based on field-experiment data*. XIIIth Congress of the European Association of Agricultural Economists, Zurich (Switzerland), August.
- Bougherara, D., Latruffe, L. (2010). Potential impact of the EU 2003 CAP reform on land idling decisions of French landowners: Results from a survey of intentions. *Land Use Policy*, 27(4): 1153-1159.
- Broch, S. W., Vedel, S. E. (2012). Using Choice Experiments to Investigate the Policy Relevance of Heterogeneity in Farmer Agri-Environmental Contract Preferences. *Environmental and Resource Economics*, 51(4): 561-581.
- Caswell, M., Fuglie, K., Ingram, C., Jans, S., Kascak, C. (2001). *Adoption of Agricultural Production Practices: Lessons Learned from the U.S. Department of Agriculture Area Studies Project*. Resource Economics Division, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. Agricultural Economic, Report No. 792, 116p.
- Chavas, J. (1994). On sunk cost and the economics of investment. *American journal of agricultural economics*, 76(1): 114-127.
- Couture, S., Reynaud, A., Dury, J. (2010). *Farmer's risk attitude: Reconciling stated and revealed preference approaches?* Fourth World Congress of Environmental and Resource Economists, 34p.
- D'Souza, G., Cyphers, D., Phipps, T. (1993). Factors affecting the adoption of sustainable agricultural practices. *Agricultural and Resource Economics Review*, 22(2): 159-165.
- Dachary Bernard, J. (2004). Une évaluation économique du paysage : une application de la méthode des choix multi-attributs aux Monts d'Arrée. *Economie et Statistique*, 373: 57-80.
- Ervin, C. A., Ervin, D. E. (1982). Factors Affecting the Use of Soil Conservation Practices: Hypotheses, Evidence, and Policy Implications. *Land Economics*, 58(3): 277-292.

- Espinosa-Goded, M., Barreiro-Hurlé, J., Ruto, E. (2010). What Do Farmers Want From Agri-Environmental Scheme Design? A Choice Experiment Approach. *Journal of Agricultural economics*, 61(2): 259-273.
- FAO (2013). *Food And Agriculture Organization Of The United Nations Statistics Division*, disponible à <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QC/E>.
- Featherstone, A. M., Goodwin, B. K. (1993). Factors Influencing a Farmer's Decision to Invest in Long-Term Conservation Improvements. *Land Economics*, 69(1): 67-81.
- Feder, G. (1980). Farm size, risk aversion and the adoption of new technology under uncertainty. *Oxford Economic Papers*, 32(2): 263-283.
- Feder, G., Umali, D. L. (1993). The adoption of agricultural innovations: A review. *Technological Forecasting and Social Change*, 43(3-4): 215-239.
- Fernandez-Cornejo, J., Daberkow, S., McBride, W. D. (2001). Decomposing The Size Effect On The Adoption Of Innovations. *AgBioForum*, 4(2):124-136
- Foltz, J. D., Chang, H. H. (2002). The adoption and profitability of rbST on Connecticut dairy farms. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(4): 1021-1032.
- Gedikoglu, H., McCann, L. (2007). *Impact of off-farm income on adoption of conservation practices*. Selected Paper at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Portland, OR, 28 p.
- Gedikoglu, H., McCann, L., Artz, G. (2011). Off-Farm Employment Effects on Adoption of Nutrient Management Practices. *Agricultural and Resource Economics Review*, 40(2): 293-306.
- Ghadim, A. K. A., Pannell, D. J., Burton, M. P. (2005). Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation. *Agricultural Economics*, 33(1): 1-9.
- Ghazalian, P. L., Larue, B., West, G. E. (2009). Best management practices to enhance water quality: Who is adopting them. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 41(3): 663-682.
- Giannoccaro, G., Berbel, J. (2013). Farmers' stated preference analysis towards resources use under alternative policy scenarios. *Land Use Policy*, 31: 145-155
- Gillespie, J., Kim, S., Paudel, K. P. (2007). Why don't producers adopt best management practices? An analysis of the beef cattle industry. *Agricultural Economics*, 36(1): 89-102.

- Gillespie, J. M., Davis, C. G. (2004). Factors Influencing the Adoption of Breeding Technologies in US Hog. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 36(1): 35-47.
- Greiner, R., Patterson, L., Miller, O. (2009). Motivations, risk perceptions and adoption of conservation practices by farmers. *Agricultural Systems*, 99(2-3): 86-104.
- Griliches, Z. (1957). Hybrid Corn: An Exploration in the Economics of Technological Change. *Econometrica*, 25(4): 501-522.
- Hanley, N., MacMillan, D., Wright, R. E., Bullock, C., Simpson, I., Parsisson, D., Crabtree, B. (1998). Contingent Valuation Versus Choice Experiments: Estimating the Benefits of Environmentally Sensitive Areas in Scotland. *Journal of Agricultural Economics*, 49(1): 1-15.
- Hanley, N., Mourato, S., Wright, R. E. (2001). Choice Modelling Approaches: A Superior Alternative for Environmental Valuation? *Journal of Economic Surveys*, 15(3): 435-462.
- Hardaker, J. B., Lien, G. (2010). Probabilities for decision analysis in agriculture and rural resource economics: The need for a paradigm change. *Agricultural Systems*, 103(6): 345-350.
- Harrison, G. W., Lau, M. I., Rutström, E. E. (2007). Estimating Risk Attitudes in Denmark: A Field Experiment. *Scandinavian Journal of Economics*, 109(2): 341-368.
- Hellerstein, D., Higgins, N. Horowitz, J. (2013). The predictive power of risk preference measures for farming decisions. *European Review of Agricultural Economics*, 40(5): 807-833.
- Henning, S. A., Cardona, H. (2000). *An analysis of factors influencing adoption of BMPs among Louisiana sugarcane producers*. Selected paper presented at the 2000 American Agricultural Economics Association Meeting, Tampa, Florida, 21p.
- Kebede, Y., Gunjal, K., Coffin, G. (1990). Adoption of new technologies in Ethiopian agriculture: The case of Tegulet-Bulga district Shoa province. *Agricultural Economics*, 4(1): 27-43.
- Khanna, M. (2001). Sequential adoption of site-specific technologies and its implications for nitrogen productivity: A double selectivity model. *American Journal of Agricultural Economics*, 83(1): 35-51.

- Kim, S., Gillespie, J. M., Paudel, K. P. (2005). The effect of socioeconomic factors on the adoption of best management practices in beef cattle production. *Journal of Soil and Water Conservation*, 60(3): 111-120.
- Kivlin, J. E., Fliegel, F. C. (1967). Differential perceptions of innovations and rate of adoption. *Rural Sociology*, 32(1): 78-91.
- Knowler, D., Bradshaw, B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy*, 32(1): 25-48.
- Koundouri, P., Nauges, C., Tzouvelekas, V. (2006). Technology Adoption under Production Uncertainty: Theory and Application to Irrigation Technology. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(3): 657-670.
- Kuhfuss, L., Préget, R., Thoyer, S. (2013). Préférences individuelles et incitations collectives: quels contrats agroenvironnementaux pour la réduction des herbicides par les viticulteurs. *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement/Review of Agricultural and Environmental Studies*, 95(1): 111-143.
- Lancaster, K. J. (1966). A new approach to consumer theory. *The journal of political economy*, 74(2): 132-157.
- Louviere, J. J., Hensher, D. A., Swait, J. D. (2000). *Stated choice methods: analysis and applications*, Cambridge University Press, 420p.
- Machina, M. J., Schmeidler, D. (1992). A More Robust Definition of Subjective Probability. *Econometrica*, 60(4): 745-780.
- Mackenzie, J. (1993). A Comparison of Contingent Preference Models. *American Journal of Agricultural Economics*, 75(3): 593-603.
- Makokha, S. N., Karugia, J. T., Staal, S. J., Oluoch-Kosura, W. (2007). Valuation of cow attributes by conjoint analysis: A case study of Western Kenya. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 1(2): 95-113.
- Manalo, A. B. (1990). Assessing the importance of apple attributes: an agricultural application of conjoint analysis. *Northeastern journal of agricultural and resource economics*, 19(2): 118-124.

- Mariano, M. J., Villano, R., Fleming, E. (2012). Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agricultural Systems*, 110: 41-53.
- Marra, M., Pannell, D. J., Abadi 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(2-3): 215-234.
- Menapace, L., Colson, G., Raffaelli, R. (2013). Risk Aversion, Subjective Beliefs, and Farmer Risk Management Strategies. *American Journal of Agricultural Economics*, 95(2): 384-389.
- Mercer, D. E. (2004). Adoption of agroforestry innovations in the tropics: A review. *Agroforestry Systems*, 61-62(1-3): 311-328.
- Mzoughi, N. (2011). Farmers adoption of integrated crop protection and organic farming: Do moral and social concerns matter? *Ecological Economics*, 70(8): 1536-1545.
- Nelson, R. G., Bessler, D. A. (1989). Subjective Probabilities and Scoring Rules: Experimental Evidence. *American Journal of Agricultural Economics*, 71(2): 363-369.
- Noltze, M., Schwarze, S., Qaim, M. (2012). Understanding the adoption of system technologies in smallholder agriculture: The system of rice intensification (SRI) in Timor Leste. *Agricultural systems*, 108: 64-73.
- Norris, P. E., Kramer, R. A. (1990). The elicitation of subjective probabilities with applications in agricultural economics. *Review of Marketing and Agricultural Economics*, 58(2-3): 127-147.
- Nyaupane, N. P., Gillespie, J. (2009). *The influences of land tenancy and rotation selection on crawfish farmers' adoption of best management practices*. Selected Paper Prepared for Presentation at the 2009 Southern Agricultural Economics Association Meeting, 20p.
- Pandit, M., Mishra, A. K., Paudel, K. P., Larkin, S. L., Rejesus, R. M., Lambert, D. M., English, B. C., Larson, J. A., Velandia, M. M., Roberts, R. K., Kotsiri, S. (2011). *Reasons for Adopting Precision Farming: A Case Study of US Cotton Farmers*. 2011 Annual Meeting, February 5-8, 2011, Corpus Christi, Texas, Southern Agricultural Economics Association, 24p.

- Pannell, D. J., Marshall, G. R., Barr, N., Curtis, A., Vanclay, F., Wilkinson, R. (2006). Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46(11): 1407-1424.
- Parcell, J. L., Gedikoglu, H. (2013). *A Differential Game Approach to Adoption of Conservation Practices*. 2013 Annual Meeting, August 4-6, 2013, Washington, DC, Agricultural and Applied Economics Association, 14p.
- Paudel, K. P., Gauthier, W. N., Westra, J. V., Hall, L. M. (2008). Factors influencing and steps leading to the adoption of best management practices by Louisiana dairy farmers. *Journal of agricultural and applied economics*, 40(1): 203-222
- Paudel, K. P., Pandit, M., Mishra, A. K., Segarra, E. (2011). *Why Don't Farmers Adopt Precision Farming Technologies in Cotton Production?* 2011 Annual Meeting, July 24-26, 2011, Pittsburgh, Pennsylvania, Agricultural and Applied Economics Association, 22p.
- Prager, K., Posthumus, H. (2010). Socio-economic factors influencing farmers' adoption of soil conservation practices in Europe. In, Napier, T. L. *Human dimensions of Soil and Water Conservation: A Global Perspective*. Nova Science Publishers, Inc, New York, 203-223.
- Prokopy, L. S., Floress, K., Klotthor-Weinkauff, D., Baumgart-Getz, A. (2008). Determinants of agricultural best management practice adoption: Evidence from the literature. *Journal of Soil and Water Conservation*, 63(5): 300-311.
- Reimer, A. P., Weinkauff, D. K., Prokopy, L. S. (2012). The influence of perceptions of practice characteristics: An examination of agricultural best management practice adoption in two Indiana watersheds. *Journal of Rural Studies*, 28(1): 118-128.
- Reynaud, A., Nguyen, M. H. (2012). *Monetary Valuation of Flood Insurance in Vietnam*. Mimeo, Toulouse School of Economics.
- Reynaud, A., Couture, S. (2012). Stability of risk preference measures: results from a field experiment on French farmers. *Theory and decision*, 73(2): 203-221.
- Rodríguez-Entrena, M., Arriaza M. (2013). Adoption of conservation agriculture in olive groves: Evidences from southern Spain. *Land Use Policy*, 34: 294-300.
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of Innovations*, New York/London.

- Ropars-Collet, C., Leplat, M., Le Goffe, P., Lesueur, M. (2014). *Is inshore fishery an asset for recreational demand on the coastline?*, 31 Journées de Microéconomie Appliquée, Clermont-Ferrand, 5 et 6 juin 2014, 15 p.
- Rosenberg, N. (1976). On Technological Expectations. *The Economic Journal*, 86(343): 523-535.
- Rubas, D. (2004). *Technology adoption: who is likely to adopt and how does the timing affect the benefits?*, These, Texas A&M University, 128 p.
- Sauer, J., Zilberman, D. (2009). *Innovation behaviour at farm level–Selection and identification*. 49th annual meeting of the German Association of Agricultural Economics and Sociology, GEWISOLA, Kiel, 26 p.
- Savage, L. (1972). *The foundations of statistics*, Dover Publications Inc, 310 p.
- Smale, M., Just, R. E., Leathers, H. D. (1994). Land Allocation in HYV Adoption Models: An Investigation of Alternative Explanations. *American Journal of Agricultural Economics*, 76(3): 535-546.
- Smith, J., Mandac, A. M. (1995). Subjective versus objective yield distributions as measures of production risk. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(1): 152-161.
- Soule, M. J., Tegene, A., Wiebe, K. D. (2000). Land Tenure and the Adoption of Conservation Practices. *American Journal of Agricultural Economics*, 82(4): 993-1005.
- Sunding, D., Zilberman, D. (2001). Chapter 4 The agricultural innovation process: Research and technology adoption in a changing agricultural sector. In *Handbook of Agricultural Economics*. L. G. Bruce and C. R. Gordon, Elsevier, 1(Part A): 207-261.
- Tano, K., Kamuanga, M., Faminow, M. D., Swallow, B. (2003). Using conjoint analysis to estimate farmer's preferences for cattle traits in West Africa. *Ecological Economics*, 45(3): 393-407.
- Tosakana, N. S. P., Van Tassell, L. W., Wulfhorst, J. D., Boll, J., Mahler, R., Brooks, E. S., Kane, S. (2010). Determinants of the adoption of conservation practices by farmers in the Northwest Wheat and Range Region. *Journal of Soil and Water Conservation*, 65(6): 404-412.
- Useche, P., Barham, B. L., Foltz, J. D. (2013). Trait-based Adoption Models Using Ex-Ante and Ex-Post Approaches. *American Journal of Agricultural Economics*, 95(2): 332-338.

- Useche, P., Barham, B. L., Foltz, J. D. (2009). Integrating technology traits and producer heterogeneity: A mixed-multinomial model of genetically modified corn adoption. *American Journal of Agricultural Economics*, 91(2): 444-461.
- Vermersch, D., Le Goffe, P., Bonnieux, F. (1995). La méthode d'évaluation contingente : application à la qualité des eaux littorales. *Économie et prévision*, 117-118: 89-106.
- von Neumann, J., Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton.
- Ward, C. E., Vestal, M. K., Doye, D. G., Lalman, D. L. (2008). Factors affecting adoption of cow-calf production practices in Oklahoma. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 40(3): 851-863.
- Wu, J., Babcock, B. A. (1998). The choice of tillage, rotation, and soil testing practices: Economic and environmental implications. *American Journal of Agricultural Economics*, 80(3): 494-511.

Les Working Papers SMART – LERECO sont produits par l'UMR SMART et l'UR LERECO

- **UMR SMART**

L'Unité Mixte de Recherche (UMR 1302) *Structures et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires* comprend l'unité de recherche d'Economie et Sociologie Rurales de l'INRA de Rennes et les membres de l'UP Rennes du département d'Economie Gestion Société d'Agrocampus Ouest.

Adresse :

UMR SMART - INRA, 4 allée Bobierre, CS 61103, 35011 Rennes cedex
UMR SMART - Agrocampus, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes cedex

- **LERECO**

Unité de Recherche *Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Economie*

Adresse :

LERECO, INRA, Rue de la Géraudière, BP 71627 44316 Nantes Cedex 03

Site internet commun : <http://www.rennes.inra.fr/smart>

Liste complète des Working Papers SMART – LERECO :

<http://www.rennes.inra.fr/smart/Working-Papers-Smart-Lereco>

<http://ideas.repec.org/s/rae/wpaper.html>

The Working Papers SMART – LERECO are produced by UMR SMART and UR LERECO

- **UMR SMART**

The « Mixed Unit of Research » (UMR1302) *Structures and Markets in Agriculture, Resources and Territories*, is composed of the research unit of Rural Economics and Sociology of INRA Rennes and of the members of the Agrocampus Ouest's Department of Economics Management Society who are located in Rennes.

Address:

UMR SMART - INRA, 4 allée Bobierre, CS 61103, 35011 Rennes cedex, France
UMR SMART - Agrocampus, 65 rue de Saint Briec, CS 84215, 35042 Rennes cedex, France

- **LERECO**

Research Unit *Economic Studies and Research Lab*

Address:

LERECO, INRA, Rue de la Géraudière, BP 71627 44316 Nantes Cedex 03, France

Common website: http://www.rennes.inra.fr/smart_eng/

Full list of the Working Papers SMART – LERECO:

http://www.rennes.inra.fr/smart_eng/Working-Papers-Smart-Lereco

<http://ideas.repec.org/s/rae/wpaper.html>

Contact

Working Papers SMART – LERECO

INRA, UMR SMART

4 allée Adolphe Bobierre, CS 61103

35011 Rennes cedex, France

Email : smart_lereco_wp@rennes.inra.fr

2015

Working Papers SMART – LERECO

UMR INRA-Agrocampus Ouest **SMART** (Structures et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires)

UR INRA **LERECO** (Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Economie)

Rennes, France
