

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

Roussy C.¹, Ridier A.², Chaib K.³

¹ADEME, UMR SMART LERECO, F-35042 Rennes Cedex France

²Agrocampus Ouest, UMR SMART LERECO, F-35042 Rennes Cedex France

³INP Toulouse, Ecole d'Ingénieurs de Purpan, Toulouse Cedex, France

Résumé

L'agriculture fait face à de nombreux enjeux à la fois réglementaires, économiques ou agronomiques. Pour y répondre les agronomes conçoivent des innovations agroécologiques de type systémique qui permettent de concilier la protection de l'environnement et les enjeux de productivité. Il s'agit d'innovations combinant des outils agronomiques traditionnels, comme l'allongement des rotations, avec des techniques de production novatrices telles que l'agriculture de précision (ex : bonnes pratiques agricoles, systèmes de culture innovants). L'adoption de ces innovations sur l'exploitation engendre des incertitudes supplémentaires pour les agriculteurs. Afin d'appréhender le comportement d'adoption des agriculteurs, les travaux en économie ont révélés que les préférences face au risque, et plus précisément l'aversion au risque des agriculteurs, est un frein 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 agriculteurs. Cependant, malgré les avancées de la recherche sur ce sujet il n'apparaît pas de déterminants qui puissent être généralisables dû à l'hétérogénéité des agriculteurs et des contextes de production. Ainsi d'autres déterminants, non directement observables, semblent influencer sur la décision d'adoption de l'agriculteur. L'objectif de ce travail est de mettre en évidence le rôle joué à la fois par les déterminants observables mais aussi par des déterminants non observables comme les perceptions du risque et les préférences dans le processus d'adoption d'innovations agroécologiques.

Mots clefs : adoption, innovations agroécologiques, perceptions, révélation des préférences, risque

Codes JEL : Q1, Q5, D8, D03

Introduction

La production française de grandes cultures a plus que triplée 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 type 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, la conception de systèmes de culture¹ innovants (SdCi), définis par une conduite une succession des cultures adaptée permettent d'optimiser la production en limitant l'usage d'intrants chimiques.

L'adoption d'une innovation engendre des incertitudes supplémentaires pour les agriculteurs qui s'ajoutent aux risques encourus dans le contexte de production actuel : volatilité des prix, contraintes réglementaires ... Les préférences face au risque, et plus précisément l'aversion au risque des agriculteurs a été mise en évidence comme un frein significatif à l'adoption d'innovations dans l'exploitation agricole (Binswanger and Sillers 1983, Marra, Pannell et al. 2003, Couture, Reynaud et al. 2010). D'autres déterminants individuels de l'adoption d'ordres agronomiques, économiques ou psycho-sociaux affectent aussi le processus de décision des agriculteurs. Malgré les avancées de la recherche sur ce sujet il n'apparaît pas de déterminants qui puissent être généralisables dû à l'hétérogénéité des agriculteurs et des contextes de production (Knowler and Bradshaw 2007, Prokopy, Floress et al. 2008, Baumgart-Getz, Prokopy et al. 2012).

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 forment des choix en fonction de leur perception de l'innovation et de leurs contraintes. Une innovation perçue comme plus risquée par les agriculteurs ne sera pas adoptée. En fonction de leur contexte de production les agriculteurs ont des préférences pour certaines caractéristiques de l'innovation. Des contraintes d'érosion vont faire rechercher des systèmes de culture limitant ce problème d'érosion alors que des contraintes réglementaires sur les apports azotés vont faire préférer des systèmes peu exigeants en fertilisants. Beaucoup de travaux sur le comportement d'adoption d'innovations s'appuient sur l'hypothèse que l'utilité globale perçue de l'innovation correspond à la somme des utilités des caractéristiques cette innovation se référant en cela aux travaux de Lancaster (Lancaster 1966) (Manalo 1990, Adesina and Zinnah 1993, Makokha, Karugia et al. 2007, Asrat, Yesuf et al. 2010).

Les travaux sur l'adoption d'innovations en agriculture se sont concentrés sur le rôle des déterminants individuels. D'autres déterminants non observables comme les perceptions peuvent être étudiés. Plusieurs travaux s'appuient sur des méthodes d'évaluation des perceptions (Nelson and Bessler 1989, Norris and Kramer 1990, Machina and Schmeidler 1992, Smith and Mandac 1995) ainsi que sur des méthodes de révélations des préférences (Adamowicz, Boxall et al. 1998, Louviere,

¹ Un système de culture est défini comme une succession ordonnée et datées de techniques et de pratiques culturales, appliquées à des espèces végétales cultivées en vue d'obtenir des produits vendus ou cédés (Sebillote M., 1974)

Hensher et al. 2000, Hanley, Mourato et al. 2001, Asrat, Yesuf et al. 2010). Ces travaux visent à évaluer de manière quantitative les déterminants non observables de l'adoption.

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence le rôle joué par les perceptions du risque et les préférences pour les caractéristiques de l'innovation dans le processus d'adoption d'innovations complexes comme les systèmes de culture innovants. Pour cela, dans la section 1, le cadre d'analyse de l'adoption en microéconomie sera brièvement présenté. Dans la seconde section, une revue de littérature des déterminants individuels observables de l'adoption d'innovations permet de mettre en évidence ceux qui nous semblent les plus pertinents à analyser dans le cadre de l'adoption des systèmes de culture innovants. Enfin, la troisième section, présente les déterminants non observables, les perceptions et les préférences face à l'innovation, ainsi que les méthodes utilisées pour les évaluer.

1. 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 and 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 l'adoption, dans quel délai et quelle progressivité. 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 et non sur les déterminants individuels. Les travaux des sociologues sur la diffusion ont mis en avant l'importance des proximités, particulièrement géographiques, dans le phénomène de diffusion avec la courbe en S qui décrit les phases de l'adoption, ainsi que l'importance des déterminants non pécuniaires. L'enjeu de cette synthèse est de passer en revue les déterminants de l'adoption qui ont été largement étudiés par les économistes et d'explorer les possibilités méthodologiques 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, nous allons principalement mobiliser, pour aborder la question d'adoption de systèmes de cultures innovants, 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).

1.1. Les déterminants individuels de la décision d'adoption

Le processus d'adoption d'innovation est complexe, d'autant plus lors de l'adoption d'innovations de type systémique telle que les systèmes de culture innovants. En effet, ces innovations combinent plusieurs pratiques et technologies ce qui implique des décisions multiples pour l'agriculteur, souvent interdépendantes et cela sur plusieurs années. Les décisions sont soumises à un arbitrage subjectif des exploitants, et influencées par de multiples facteurs endogènes ou exogènes à l'agriculteur. Il existe des interactions entre les déterminants non directement observables tels que les perceptions de l'agriculteur et ses préférences pour les caractéristiques de l'innovation et les déterminants observables propres à l'agriculteur et à son exploitation (Feder and Umali 1993, Marra, Pannell 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 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, ...). Parmi les facteurs exogènes, on distingue les facteurs non maîtrisables (réglementation, conditions climatiques) et les facteurs partiellement maîtrisables tels que l'accès à l'information et le niveau de sensibilisation à l'innovation.

1.2. Les déterminants non observables : rôle des perceptions et des préférences dans le choix d'adoption

Lors de la mise en place d'une innovation, l'exploitant doit faire face à un environnement incertain. De nombreux travaux en économie font appel à la théorie de l'utilité espérée de Bernoulli. On peut prédire le comportement d'adoption en comparant les espérances d'utilité des exploitants entre les alternatives qui s'offrent à lui (Marra, Pannell et al. 2003, Mercer 2004). Suite aux travaux de Von Neumann et Morgenstern formalisant la théorie de l'utilité espérée, les travaux de Savage ont répondu à certaines limites de cette approche concernant la définition des probabilités du risque encouru (von Neumann and Morgenstern 1944). Dans la *Subjective Expected Utility Theory* de Savage (SEU) les individus formulent 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 (Nelson and Bessler 1989, Norris and Kramer 1990, Machina and Schmeidler 1992, Smith and Mandac 1995, Hardaker and Lien 2010). 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, Ajzen 2001). Ceux-ci cherchent à mettre en évidence les relations entre les attitudes des individus, leurs normes sociales et leur perception de contrôle dans une situation spécifique de choix (Reimer, Weinkauff et al. 2012).

La subjectivité du choix d'adoption amène les agriculteurs à percevoir différemment l'innovation et à développer des préférences pour les caractéristiques de l'innovation. La théorie de Lancaster 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 le consommateur peut être transposé au producteur. 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, les caractéristiques individuelles... 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, Yesuf et al. 2010, Espinosa-Goded, Barreiro-Hurlé et al. 2010, Blazy, Carpentier et al. 2011, Beharry-Borg, Smart et al. 2012, Kuhfuss, Préget 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 and 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 au sein de systèmes de production majoritairement intensifs. Elles permettent d'évaluer

le potentiel d'adoption de l'innovation ainsi que de pondérer les déterminants influant sur le choix d'adoption.

2. Panorama des déterminants observables qui affectent l'adoption

Il est aujourd'hui difficile de synthétiser tous les résultats obtenus dans la littérature économique sur l'effet des déterminants socio-économiques et agronomiques sur de l'adoption d'innovations. La littérature en économie est vaste mais certains auteurs ont réalisé des revues se concentrant sur certains types d'innovation (l'agriculture de conservation chez (Knowler and Bradshaw 2007, Prager and Posthumus 2010); les bonnes pratiques agricoles chez (Prokopy, Floress et al. 2008)) ou sur certaines zones géographiques (les USA chez (Baumgart-Getz, Prokopy 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 systémique (agriculture biologique ou intégrée) ou encore à des pratiques innovantes liées à la conservation des ressources naturelles (sol, eau ...) (Tableau 2).

2.1. Déterminants endogènes

2.1.1. Déterminants économiques et financiers

Les premiers travaux en économie menés par Griliches puis Rosenberg ont mis en évidence l'importance des facteurs financiers dans le changement technologique et l'adoption d'innovations (Griliches 1957, Rosenberg 1976). 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 la richesse sont utilisés: le revenu net (Feder and Umali 1993, Knowler and Bradshaw 2007, Rodríguez-Entrena and Arriaza 2013), le capital social (Baffoe-Asare, Danquah et al. 2013) ou le chiffre d'affaires (Anderson, Jolly 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 1)

Tableau 1: Principaux indicateurs de richesse

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

L'agriculture est un secteur intensif en capital et en investissements². 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, Pannell 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. souligne que le niveau d'endettement des agriculteurs limite de manière significative l'adoption de bonnes pratiques agricoles qui ne nécessitent pas forcément d'investissements matériel ou financier (Paudel, Gauthier et al. 2008). Sauer et Zilberman montrent également qu'un taux d'endettement élevé limite l'adoption d'innovations technologiques nécessitant des immobilisations importantes comme les machines à traire automatiques (Sauer and Zilberman 2009). Ce résultat est amplifié dans les pays en voie de développement ou la capacité des agriculteurs à contracter des emprunts est plus faible (Baffoe-Asare, Danquah et al. 2013).

Les immobilisations en capital des agriculteurs sont fortement liés à leurs terres en propriété et donc à un indicateur de surface agricole utile (SAU). L'effet positif de la SAU a été montré sur l'adoption de variétés de culture à haut rendement par Feder (Feder 1980). Dans des travaux plus récents, Foltz et al. montre que l'adoption d'hormone permettant d'accroître la productivité des bovins augmente avec la SAU (Foltz and Chang 2002). Dans le cadre de l'adoption d'innovations comme les pratiques innovantes ou de conservation les résultats sont identiques (Featherstone and Goodwin 1993, Blazy, Carpentier et al. 2011, Mariano, Villano et al. 2012, Rodríguez-Entrena and Arriaza 2013). La taille de l'exploitation est un indicateur de richesse de l'agriculteur et il est intuitif 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. 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 (Anderson, Jolly et al. 2005).

² En France en 2010 la valeur moyenne de l'actif immobilisé dans une exploitation de grande culture est de 214 000€) et le taux d'endettement est de plus de 30% et s'accroît pour les exploitants les plus jeunes (Agreste)

Pour évaluer plus précisément l'effet de l'immobilisation en terres sur l'adoption certain travaux ont pris en compte la proportion de surface en propriété sur la surface totale cultivée par l'exploitant. Généralement, la propriété a un effet positif sur l'adoption d'innovations (Caswell M, Fuglie K O. et al. 2001). Les exploitants en fermage ont moins d'intérêts à investir dans des innovations alors qu'ils ne sont pas assurés d'exploiter les terres à long terme. Cependant, Soule et al. souligne que la propriété implique aussi plus de contraintes financières pour l'exploitant ce qui peut freiner l'adoption (Soule, Tegene et al. 2000). Ce déterminant reste donc encore 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 émet plusieurs hypothèses. La pluriactivité impliquerait une concurrence en termes de temps de travail entre les activités agricoles et non agricoles, ce qui serait un frein pour l'adoption d'innovations. (D'Souza, Cyphers et al. 1993, Sauer and Zilberman 2009, Rodríguez-Entrena and Arriaza 2013). A l'opposé, par les ressources financières qu'elle génère, elle faciliterait l'adoption d'innovations intensives en capital (Gedikoglu and McCann 2007, Gedikoglu, McCann et al. 2011).

2.1.2. 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, une exploitation individuelle, des situations de cogestion de l'exploitation, sous formes sociétaires (GAEC, SCEA...). 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, Marshall et al. 2006).

Le niveau d'éducation de l'exploitant est généralement reconnu comme favorisant l'adoption d'innovations intensives en capital humain (Kebede, Gunjal et al. 1990, Feder and Umali 1993, Wu and Babcock 1998, Foltz and Chang 2002, Barham, Foltz et al. 2004, Abdulai and Huffman 2005, Sauer and Zilberman 2009). Même si certains travaux ne trouvent pas de relations significatives entre l'éducation et l'adoption (Knowler and 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 (Sauer and Zilberman 2009, Gedikoglu, McCann et al. 2011, Baffoe-Asare, Danquah et al. 2013). Les travaux de Wu et Babcock 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 (Wu and Babcock 1998). Kebede et al. met 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 (Kebede, Gunjal et al. 1990). Les résultats sur l'effet de l'expérience sont donc contrastés (Rubas 2004, Knowler and Bradshaw 2007, Prokopy, Floress et al. 2008). 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 and Goodwin 1993, Soule, Tegene et al. 2000).

On considère généralement que l'âge réduit l'adoption (D'Souza, Cyphers et al. 1993, Foltz and Chang 2002, Anderson, Jolly et al. 2005) car les exploitants plus âgés ont un horizon de planification plus court (Abdulai and 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 and Arriaza 2013).

2.2. 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 déterminants 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.

2.2.1. *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 and Umali 1993). Khanna met en évidence qu'il existe un effet de la zone de production sur l'adoption de pratiques de fertilisation parcelleuse (Khanna 2001). 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, Villano 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 soumis à des risques d'érosion (Ervin and Ervin 1982, Caswell M, Fuglie K O. et al. 2001). La variété des contextes de production ne permet pas de mettre en évidence des déterminants généralisables mais les contraintes de production ont généralement un effet sur l'adoption d'innovation.

2.2.2. *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 vulnérables³. 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

³ Définition

réglementation sur l'évolution des pratiques agricoles. Bougherara et Latruffe étudient l'effet du découplage des aides de la PAC l'utilisation des terres non cultivées. Giannocaro et Berbel évaluent l'effet de différents scénarios de changement d'orientation des politiques publiques sur l'utilisation d'intrants (pesticides, eau ...) 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 PAC (Bougherara and Latruffe 2010, Giannocaro and Berbel 2012).

2.2.3. 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 ...) affecte l'adoption d'innovations (Marra, Pannell et al. 2003, Barham, Chavas et al. 2014). On retrouve dans la très grande majorité des études un effet positif des indicateurs liés à l'information ou du conseil sur l'adoption d'innovation (Rubas 2004, Knowler and Bradshaw 2007, Prokopy, Floress et al. 2008, Prager and Posthumus 2010). Mariano et al utilise différents indicateurs pour évaluer le niveau d'information des agriculteurs : nombre de visite de conseillers agricoles, essais, visite d'essais. Il trouve pour chacun d'eux un effet positif sur l'adoption de nouvelles techniques de production sur le riz. Kuhfuss et al. souligne l'importance des réseaux locaux pour faciliter la mise en place de contrats agroenvironnementaux chez les viticulteurs du Sud-Est de la France (Kuhfuss, Préget et al. 2013). Parcell et Gedikoglu 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. Il montre que la prise en compte de la coopération entre les agriculteurs permet de mieux expliquer le comportement d'adoption (Parcell and Gedikoglu 2013). L'acquisition d'information et d'expérience 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 reste peu étudié car elles sont difficiles à évaluer (Hardaker and Lien 2010).

Tableau 2 : Principaux déterminants observables et leur effet sur l'adoption d'innovations

Auteur	Innovation	Age	Education	Expérience	Information ⁴	SAU	Endettement
Adesina, Mbila et al. (2000)	Agroforesterie	-	-	-	Sig+	-	-
Anderson, Jolly et al. (2005)	Agriculture bio	Sig -	Sig+	-	-	Sig+	-
Baffoe-Asare, Danquah et al. (2013)	Pratiques de gestion des ravageurs	Sig+	Sig+	Sig+	Sig+	Sig+	Sig -
Caswell M, Fuglie K O. et al. (2001)	Bonnes pratiques	-	Sig+	Sig -	Sig+	Sig+	-
Fernandez-Cornejo, Daberkow et al. (2002)	Agriculture de précision	-	Sig+	Sig+	-	Sig+	Sig -
Gedikoglu and McCann (2007)	Agriculture de conservation	Sig -	Sig+	-	-	-	-
Gedikoglu, McCann et al. (2011)	Bonnes pratiques de fertilisation	Sig+	Sig+	-	-	-	-
Ghazalian, Larue et al. (2009)	Bonnes pratiques	Sig+	Sig+	-	-	Sig+	-
Gillespie and Davis (2004)	Technologies d'élevage	-	Sig+	-	-	-	Sig -
Henning and Cardona (2000)	Bonnes pratiques	-	Sig+	-	Sig+	Sig+	Sig -
Khanna (2001)	Bonnes pratiques	-	Sig+	Sig+	-	Sig+	-
Kim, Gillespie et al. (2005)	Bonnes pratiques	-	Sig+	-	Sig+	-	-
Koundouri, Nauges et al. (2006)	Technologies d'irrigation	-	-	-	Sig+	-	-
Mariano, Villano et al. (2012)	Bonnes pratiques	-	Sig+	-	Sig+	Sig+	-
Mzoughi (2011)	Agriculture intégrée et biologique	-	Sig+	-	-	-	-
Noltze, Schwarze et al. (2012)	Production intégrée	-	-	-	Sig+	Sig+	-
Nyaupane and Gillespie (2009)	Bonnes pratiques	-	-	Sig+	-	Sig+	-
Pandit, Mishra et al. (2011)	Agriculture de précision	Sig -	Sig+	-	-	-	-
Paudel, Gauthier et al. (2008)	Bonnes pratiques	-	Sig+	-	-	-	Sig -
Paudel, Pandit et al. (2011)	Agriculture de précision coton	-	Sig+	-	Sig+	Sig+	-
Rodríguez-Entrena and Arriaza (2013)	Agriculture de conservation	-	-	Sig+	-	Sig+	-
Tosakana, Van Tassell et al. (2010)	Pratiques de conservation	-	Sig+	Sig+	-	Sig+	-
Ward, Vestal et al. (2008)	Bonnes pratiques	Sig -	Sig+	-	-	-	-

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

⁴ Regroupe les variables dur les visites des conseillers agricole, la visite d'essais, la participation à des groupes d'agriculteurs...

3. 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. 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, Colson et al. 2013, Useche, Barham et al. 2013).

3.1. Préférences des agriculteurs

3.1.1. Préférences face au risque

Le risque est un des principaux facteurs de rejet de l'innovation (Feder 1980, Feder and Umali 1993, Ghadim, Pannell et al. 2005). Grâce aux méthodes d'économie expérimentale, basées sur des jeux de loteries financiers, de nombreux travaux ont mis en évidence le poids de l'aversion au risque dans le processus d'adoption d'innovations. Elles révèlent aussi que le niveau d'aversion au risque des exploitants agricoles est généralement plus élevé que celui des entrepreneurs des autres secteurs agricoles (Binswanger and Sillers 1983, Harrison, Lau et al. 2007, Reynaud and Couture 2012, Hellerstein, Higgins et al. 2013). En effet, les exploitants agricoles sont habitués à subir des risques et sont globalement plus tolérants aux risques, mais, comme tous les entrepreneurs, ils sont plus sensibles au risque de pertes (Bocqueho, Jacquet et al. 2011). L'aversion à elle seule ne permet pas d'expliquer le comportement face au risque des exploitants (Hellerstein, Higgins et al. 2013). Très peu de travaux se sont penchés sur les liens entre aversion et perception du risque. Menapace et al. dans son étude chez des arboriculteurs en Italie démontre que les agriculteurs les plus averses au risque perçoivent de manière accrue les risques de pertes sur leur récolte (Menapace, Colson et al. 2013).

3.1.2. Préférences face aux caractéristiques de l'innovation

Les méthodes de révélation des préférences regroupent les préférences révélées et les préférences déclarées. Dans les 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. Dans les travaux sur les préférences déclarées, c'est sur la base des déclarations ex ante de l'individu (interview, enquêtes) que les préférences sont évaluées. De nombreux travaux utilisent les méthodes de révélation des préférences déclarées afin d'évaluer la valeur monétaire des biens non marchands associés à des pratiques ou des techniques économes en intrants (Adamowicz, Boxall et al. 1998, Dachary Bernard 2004, Birol, Karousakis et al. 2006). Ces méthodes permettent aussi d'analyser les préférences des individus pour les caractéristiques de l'innovation. Elles sont utilisées à la fois pour concevoir des politiques de soutien et d'accompagnement au changement de pratique, mais aussi pour définir les attentes des individus pour les caractéristiques des innovations. Les préférences des agriculteurs dépendent de leur condition 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. Nous présentons ici les deux principales méthodes permettant l'évaluation des préférences des agriculteurs : l'évaluation conjointe et l'évaluation contingente.

3.1.2.1. 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 (ressources naturelles, environnement) (Vermersch, Goffe et al. 1995, Hanley, MacMillan et al. 1998). L'individu doit directement indiquer son consentement à payer ou à recevoir afin de disposer d'un produit ou de 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 cadre de notre travail sur l'adoption de systèmes de culture innovants, cette méthode peut nous permettre de connaître la disposition à payer/ à recevoir du ménage-producteur pour mettre en place de nouvelles pratiques génératrices de bénéfices environnementaux. Mais notre objectif n'est pas de déterminer une valeur monétaire au bien public associé, mais de préciser les caractéristiques de l'innovation acceptable et le consentement plus général à l'adopter.

3.1.2.2. Evaluation conjointe

L'évaluation conjointe est une technique couramment utilisée en marketing qui permet d'évaluer l'utilité d'un produit en fonction d'un set de variables explicatives (mesure conjointe). L'individu est placé dans une situation de choix entre plusieurs alternatives et doit indiquer sa préférence. On peut déterminer le *shadow price*, c'est à dire l'utilité marginale normalisée de chacune des caractéristiques (Useche, Barham et al. 2009). L'évaluation des *shadow prices* permet de quantifier et de hiérarchiser les effets de chacune des caractéristiques dans le choix d'adoption de l'agriculteur. Cette méthode est particulièrement adaptée lorsque l'on étudie des innovations complexe, comme les systèmes de culture innovant, car on peut décrire l'innovation en fonction d'un set de caractéristiques (Alriksson and Öberg 2008) (Tableau 3). Les méthodes d'évaluation conjointe sont nombreuses : classification contingente, comparaison par paire, *choice experiment*. Elles peuvent être classées en deux types en fonction de réponse que doit fournir l'agriculteur lorsqu'il est mis en situation de choix : choix discret (adoption/rejet), classification hiérarchique (classement des alternatives) (Mackenzie 1993, Adamowicz, Swait et al. 1997, Hanley, MacMillan et al. 1998, Birol, Karousakis et al. 2006). Le principal avantage de l'évaluation conjointe est qu'elle permet de mettre les agriculteurs dans des situations hypothétiques de choix permettant 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.

3.1.3. Modèles d'estimation

Les modèles d'estimation des méthodes de révélation de préférences dépendent du type de mesure mis en œuvre lors des enquêtes, c'est à dire si l'exploitant à fait un choix discret ou hiérarchisé. Lors de 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, des interactions peuvent être intégrées (Reynaud and Nguyen 2012). Cependant, ces modèles ne permettent pas de prendre

en compte l'hétérogénéité inobservée entre les individus. Grâce aux logit à paramètres aléatoires il est possible d'introduire une variabilité dans la pondération des préférences pour chacun des individus (Useche, Barham et al. 2009, Asrat, Yesuf et al. 2010, Broch and Vedel 2012). Les modèles à classes latentes permettent de mettre en évidence des classes d'individus ayant des comportements similaires face à l'adoption d'innovations (Kuhfuss, Préget et al. 2013). De manière générale l'introduction d'hétérogénéité dans les préférences permet d'obtenir des modèles plus robustes (Reynaud and Nguyen 2012, Ropars-Collet, Leplat et al. 2014).

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 and Zinnah 1993, Noltze, Schwarze 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 (Khanna 2001, Aldana, Foltz et al. 2011). Le tableau 3 présente les modèles utilisés pour révéler 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, Smart et al. (2012)	Contrats agro-environnementaux
Logit ordonné	Makokha, Karugia et al. (2007)	Génétique des troupeaux
Probit ordonné	Tano, Kamuanga et al. (2003)	Génétique des troupeaux
Probit ordonné	Baidu-Forson, Ntare et al. (1997)	Caractéristiques des cultures
Logit à classes latentes	Kuhfuss, Préget et al. (2013)	Contrats agro-environnementaux
Logit à paramètres aléatoires	Useche, Barham et al. (2009)	Variétés de maïs
Logit à paramètres aléatoires	Asrat, Yesuf et al. (2010)	Caractéristiques des cultures
Logit à paramètres aléatoires	Broch and Vedel (2012)	Contrats agro-environnementaux
Logit à paramètres aléatoires	Espinosa-Goded, Barreiro-Hurlé et al. (2010)	Contrats agro-environnementaux
Logit à paramètres aléatoires	Blazy, Carpentier et al. (2011)	Pratiques innovantes
Logit à paramètres aléatoires	Reynaud and Nguyen (2012)	Assurances
Logit à paramètres aléatoires	Ropars-Collet, Leplat et al. (2014)	Activité de pêche
Tobit	Adesina and Baidu-Forson (1995)	Variété de sorgho et de riz
Adoption séquentielle	Khanna (2001)	Agriculture de précision
Adoption séquentielle	Aldana, Foltz et al. (2011)	Variétés de maïs

3.2. 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 de former des perceptions sur les caractéristiques et sur les risques associés à cette innovation au plus proche de la réalité (Marra, Pannell 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, Marshall et al. 2006, Tosakana, Van Tassell 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 du risque lié à l'innovation et les travaux de révélation des perceptions de l'innovation.

3.2.1. 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 and Fliegel 1967). Les travaux en économie cherchent à approcher l'avantage relatif perçu par l'agriculteur (efficacité, profitabilité, adaptabilité...) dans son contexte de production (Adesina and 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. montrent les agriculteurs qui perçoivent l'agriculture de précision comme plus profitable que leur système actuel adoptent plus facilement (Pandit, Mishra et al. 2011, Paudel, Pandit et al. 2011). Gedikoglu et al. trouvent les mêmes résultats concernant l'adoption de pratiques de conservation (Gedikoglu and McCann 2007). D'autres travaux mettent en évidence que la perception de l'efficacité de l'innovation expliquent le comportement d'adoption de pratiques de conservation (Tosakana, Van Tassell et al. 2010, Abdulai and Huffman 2014). Cependant, si une innovation est perçue comme difficilement adaptable ou peu familière pour l'exploitant elle ne sera pas adoptée (Gillespie, Kim et al. 2007). Les perceptions de l'innovation peuvent être modifiées par l'acquisition d'expérience ou d'information par l'agriculteur et elles sont fortement liées aux perceptions du risque.

3.2.2. 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 and 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 and Bessler 1989). Les méthodes d'impact visuel utilisées aujourd'hui par les économistes permettent d'évaluer les probabilités subjectives à partir desquelles les exploitants forment leur choix (Norris and Kramer 1990, Machina and Schmeidler 1992, Smith and Mandac 1995). Les travaux en économie se sont intéressés à la perception du risque de production et surtout au risque de rendement qui impacte de manière directe le revenu de l'exploitant. Smith et Mandac ont estimé les probabilités subjectives des distributions de rendements par des méthodes de révélations directes. Ils ont par la suite comparé ces résultats à des données historiques. Ils ont ainsi mis en évidence que même si les moyennes de rendements sont proches les agriculteurs sous estiment la variance comparativement à des données objectives (Smith and Mandac 1995). Les agriculteurs perçoivent donc de manière réduite le risque sur le rendement.

Peu de travaux se sont intéressés au rôle des perceptions du risque dans le processus d'adoption. Smale et al. ont mis en évidence que les agriculteurs avec des estimations de rendement 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 (Smale, Just et al. 1994). De la même manière, Adesina et al. montre que si les nouvelles variétés de sorgho

permettent de réduire la perception de risque sur le rendement elle sont plus facilement adoptée (Adesina and Baidu-Forson 1995).

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 s'intéresse au comportement face au risque de pertes des arboriculteurs italiens. Ses résultats montrent que les perceptions de risque sont liées aux préférences, plus un individus est averse plus il perçoit les risques de pertes (Menapace, Colson et al. 2013). Ainsi aversion et perception du risque réduisent l'adoption. Greimer et al. se concentrent sur les sources principales de risques perçus par les agriculteurs lors de l'adoption de bonnes pratiques agricoles. Ses résultats montrent que les agriculteurs perçoivent principalement le risque de sécheresse ce qui les amènent à adopter des bonnes pratiques liées à la conservation de l'eau (Greiner, Patterson et al. 2009). Il semble donc aujourd'hui nécessaire d'investiguer le rôle des perceptions dans le processus d'adoption d'innovations.

Conclusion- Propositions

La littérature sur l'analyse du comportement d'adoption des agriculteurs est vaste. Certains travaux portent sur l'analyse ex ante et 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 avant sa mise en place. 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 et vise à montrer comment certains champs, comme la prise en compte des perceptions, sont encore sous-analysés.

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 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'expérimentation 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, beaucoup de travaux se sont focalisés sur le rôle des préférences des agriculteurs dans le processus d'adoption, 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 type agroécologique et de type 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 prise par les études sur le comportement face au risque des agriculteurs dans la littérature, aujourd'hui le rôle des perceptions dans le choix d'adoption reste très 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 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 éprouvées 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 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 motivations, les freins et les contraintes des agriculteurs. Ces résultats pourront être utiles pour orienter la conception des innovations agroécologiques 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. and W. Huffman (2014). "The Adoption and Impact of Soil and Water Conservation Technology: An Endogenous Switching Regression Application." Land Economics **90**(1): 26-43.
- Abdulai, A. and W. E. Huffman (2005). "The diffusion of new agricultural technologies: The case of crossbred-cow technology in Tanzania." American Journal of Agricultural Economics **87**(3): 645-659.
- Adamowicz, W., P. Boxall, M. Williams and J. Louviere (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., J. Swait, P. Boxall, J. Louviere and M. Williams (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. and J. Baidu-Forson (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., D. Mbila, G. B. Nkamleu and D. Endamana (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.
- Adesina, A. A. and M. M. Zinnah (1993). "Technology characteristics, farmers' perceptions and adoption decisions: A Tobit model application in Sierra Leone." Agricultural Economics **9**(4): 297-311.
- 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., J. D. Foltz, B. L. Barham and P. Useche (2011). "Sequential adoption of package technologies: The dynamics of stacked trait corn adoption." American Journal of Agricultural Economics **93**(1): 130-143.
- Alriksson, S. and T. Öberg (2008). "Conjoint analysis for environmental evaluation." Environmental Science and Pollution Research **15**(3): 244-257.
- Anderson, J. B., D. A. Jolly and R. D. Green (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., M. Yesuf, F. Carlsson and E. Wale (2010). "Farmers' preferences for crop variety traits: Lessons for on-farm conservation and technology adoption." Ecological Economics **69**(12): 2394-2401.
- Baffoe-Asare, R., J. A. Danquah and F. Annor-Frempong (2013). "Socioeconomic Factors Influencing Adoption of Codapep and Cocoa High-tech Technologies among Small Holder Farmers in Central Region of Ghana." American Journal of Experimental Agriculture **3**(2).

- Baidu-Forson, J., B. R. Ntare and F. Waliyar (1997). "Utilizing conjoint analysis to design modern crop varieties: empirical example for groundnut in Niger." Agricultural Economics **16**(3): 219-226.
- Barham, B. L., J.-P. Chavas, D. Fitz, V. R. Salas and L. Schechter (2014). "The roles of risk and ambiguity in technology adoption." Journal of Economic Behavior & Organization **97**: 204-218.
- Barham, B. L., J. D. Foltz, D. Jackson-Smith and S. Moon (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.
- Baumgart-Getz, A., L. S. Prokopy and K. Floress (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., J. C. Smart, M. Termansen and K. Hubacek (2012). "Evaluating farmers' likely participation in a payment programme for water quality protection in the UK uplands." Regional Environmental Change: 1-15.
- Binswanger, H. P. and D. A. Sillers (1983). "Risk aversion and credit constraints in farmers' decision-making: A reinterpretation." The Journal of Development Studies **20**(1): 5-21.
- Birol, E., K. Karousakis and P. Koundouri (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., A. Carpentier and A. Thomas (2011). "The willingness to adopt agro-ecological innovations: Application of choice modelling to Caribbean banana planters." Ecological Economics **72**(0): 140-150.
- Bocqueho, G., F. Jacquet and A. Reynaud (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. and L. Latruffe (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. and S. E. Vedel (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 O., Ingram C, Jans S and Kascak C (2001). "Adoption of Agricultural Production Practices: Lessons Learned from the U.S. Department of Agriculture Area Studies Project."
- Chavas, J. (1994). "On sunk cost and the economics of investment." American journal of agricultural economics **76**: 114-127.
- Couture, S., A. Reynaud and J. Dury (2010). Farmer's risk attitude: Reconciling stated and revealed preference approaches? Fourth World Congress of Environmental and Resource Economists.
- D'Souza, G., D. Cyphers and T. Phipps (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.

Ervin, C. A. and D. E. Ervin (1982). "Factors Affecting the Use of Soil Conservation Practices: Hypotheses, Evidence, and Policy Implications." Land Economics **58**(3): 277-292.

Espinosa-Goded, M., J. Barreiro-Hurlé and E. Ruto (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." <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/Q/QC/E>.

Featherstone, A. M. and B. K. Goodwin (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. and D. L. Umali (1993). "The adoption of agricultural innovations: A review." Technological Forecasting and Social Change **43**(3-4): 215-239.

Fernandez-Cornejo, J., S. Daberkow and W. D. McBride (2002). "Decomposing The Size Effect On The Adoption Of Innovations."

Foltz, J. D. and H.-H. Chang (2002). "The adoption and profitability of rbST on Connecticut dairy farms." American Journal of Agricultural Economics **84**(4): 1021-1032.

Gedikoglu, H. and L. McCann (2007). Impact of off-farm income on adoption of conservation practices. Selected Paper at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Portland, OR.

Gedikoglu, H., L. McCann and G. Artz (2011). "Off-Farm Employment Effects on Adoption of Nutrient Management Practices." Agricultural and Resource Economics Review **40**(2): 293.

Ghadim, A. K. A., D. J. Pannell and M. P. Burton (2005). "Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation." Agricultural Economics **33**(1): 1-9.

Ghazalian, P. L., B. Larue and G. E. West (2009). "Best management practices to enhance water quality: Who is adopting them." Journal of Agricultural and Applied Economics **41**(3): 663-682.

Giannoccaro, G. and J. Berbel (2012). "Farmers' stated preference analysis towards resources use under alternative policy scenarios." Land Use Policy.

Gillespie, J., S. Kim and K. Paudel (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. and C. G. Davis (2004). "Factors Influencing the Adoption of Breeding Technologies in US Hog." Journal of Agricultural and Applied Economics **36**: 35-34.

Greiner, R., L. Patterson and O. Miller (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., D. MacMillan, R. E. Wright, C. Bullock, I. Simpson, D. Parsisson and B. Crabtree (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., S. Mourato and R. E. Wright (2001). "Choice Modelling Approaches: A Superior Alternative for Environmental Valuation?" Journal of Economic Surveys **15**(3): 435-462.
- Hardaker, J. B. and G. Lien (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., M. I. Lau and E. E. Rutström (2007). "Estimating Risk Attitudes in Denmark: A Field Experiment*." Scandinavian Journal of Economics **109**(2): 341-368.
- Hellerstein, D., N. Higgins and J. Horowitz (2013). "The predictive power of risk preference measures for farming decisions." European Review of Agricultural Economics.
- Henning, S. A. and H. Cardona (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.
- Kebede, Y., K. Gunjal and G. Coffin (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., J. M. Gillespie and K. P. Paudel (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. and F. C. Fliegel (1967). "Differential perceptions of innovations and rate of adoption." Rural Sociology **32**(1): 78-91.
- Knowler, D. and B. Bradshaw (2007). "Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research." Food Policy **32**(1): 25-48.
- Koundouri, P., C. Nauges and V. Tzouvelekas (2006). "Technology Adoption under Production Uncertainty: Theory and Application to Irrigation Technology." American Journal of Agricultural Economics **88**(3): 657-670.
- Kuhfuss, L., R. Préget and S. Thoyer (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.
- Lancaster, K. J. (1966). "A new approach to consumer theory." The journal of political economy **74**(2): 132-157.
- Louvière, J. J., D. A. Hensher and J. D. Swait (2000). Stated choice methods: analysis and applications, Cambridge University Press.

- Machina, M. J. and D. Schmeidler (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., J. T. Karugia, S. J. Staal and W. Oluoch-Kosura (2007). "Valuation of cow attributes by conjoint analysis: A case study of Western Kenya." Afr. J. Agric. Resour. Econ **1**: 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., R. Villano and E. Fleming (2012). "Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines." Agricultural Systems **110**(0): 41-53.
- Marra, M., D. J. Pannell and A. Abadi Ghadim (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., G. Colson and R. Raffaelli (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. and D. A. Bessler (1989). "Subjective Probabilities and Scoring Rules: Experimental Evidence." American Journal of Agricultural Economics **71**(2): 363-369.
- Noltze, M., S. Schwarze and M. Qaim (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. and R. A. Kramer (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. and J. Gillespie (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.
- Pandit, M., A. K. Mishra, K. P. Paudel, S. L. Larkin, R. M. Rejesus, D. M. Lambert, B. C. English, J. A. Larson, M. M. Velandia and R. K. Roberts (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.
- Pannell, D. J., G. R. Marshall, N. Barr, A. Curtis, F. Vanclay and R. Wilkinson (2006). "Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders." Australian Journal of Experimental Agriculture **46**(11): 1407-1424.

Parcell, J. L. and H. Gedikoglu (2013). A Differential Game Approach to Adoption of Conservation Practices. 2013 Annual Meeting, August 4-6, 2013, Washington, DC, Agricultural and Applied Economics Association.

Paudel, K. P., W. M. Gauthier, J. V. Westra and L. M. Hall (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.

Paudel, K. P., M. Pandit, A. K. Mishra and E. Segarra (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.

Prager, K. and H. Posthumus (2010). "Socio-economic factors influencing farmers' adoption of soil conservation practices in Europe." Human dimensions of Soil and Water Conservation: A Global Perspective. Nova Science Publishers, Inc, New York: 203-223.

Prokopy, L., K. Floress, D. Klotthor-Weinkauff and A. Baumgart-Getz (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., D. K. Weinkauff and L. S. Prokopy (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. and S. Couture (2012). "Stability of risk preference measures: results from a field experiment on French farmers." Theory and decision **73**(2): 203-221.

Reynaud, A. and M.-H. Nguyen (2012). Monetary Valuation of Flood Insurance in Vietnam, mimeo, Toulouse School of Economics.

Rodríguez-Entrena, M. and M. Arriaza (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, 7th Printing." New York/London.

Ropars-Collet, C., M. Leplat, P. Le Goffe and M. Lesueur (2014). "Is inshore fishery an asset for recreational demand on the coastline?"

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?, Texas A&M University.

Sauer, J. and D. Zilberman (2009). Innovation behaviour at farm level—Selection and identification. 49th annual meeting of the German Association of Agricultural Economics and Sociology, GEWISOLA, Kiel.

Savage, L. (1972). The foundations of statistics, DoverPublications. com.

Smale, M., R. E. Just and H. D. Leathers (1994). "Land Allocation in HYV Adoption Models: An Investigation of Alternative Explanations." American Journal of Agricultural Economics **76**(3): 535-546.

- Smith, J. and A. M. Mandac (1995). "Subjective versus objective yield distributions as measures of production risk." American Journal of Agricultural Economics **77**(1): 152-161.
- Soule, M. J., A. Tegene and K. D. Wiebe (2000). "Land Tenure and the Adoption of Conservation Practices." American Journal of Agricultural Economics **82**(4): 993-1005.
- Sunding, D. and D. Zilberman (2001). Chapter 4 The agricultural innovation process: Research and technology adoption in a changing agricultural sector. Handbook of Agricultural Economics. L. G. Bruce and C. R. Gordon, Elsevier. **Volume 1, Part A**: 207-261.
- Tano, K., M. Kamuanga, M. D. Faminow and B. Swallow (2003). "Using conjoint analysis to estimate farmer's preferences for cattle traits in West Africa." Ecological Economics **45**(3): 393-407.
- Tosakana, N., L. Van Tassell, J. Wulfhorst, J. Boll, R. Mahler, E. Brooks and S. Kane (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., B. L. Barham and J. D. Foltz (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.
- Useche, P., B. L. Barham and J. D. Foltz (2013). "Trait-based Adoption Models Using Ex-Ante and Ex-Post Approaches." American Journal of Agricultural Economics **95**(2): 332-338.
- Vermersch, D., P. L. Goffe and F. Bonnieux (1995). "La méthode d'évaluation contingente : application à la qualité des eaux littorales." Économie & prévision: 89-106.
- von Neumann, J. and O. Morgenstern (1944). "Theory of Games and Economic Behavior (1944)." Nature **246**: 15-18.
- Ward, C. E., M. K. Vestal, D. G. Doye and D. L. Lalman (2008). "Factors affecting adoption of cow-calf production practices in Oklahoma." Journal of Agricultural and Applied Economics **40**(3): 851-863.
- Wu, J. and B. A. Babcock (1998). "The choice of tillage, rotation, and soil testing practices: Economic and environmental implications." American Journal of Agricultural Economics **80**(3): 494-511.