



**HAL**  
open science

## Entre complexité et diversité des exploitations et des formes organisationnelles : analyse de l'adoption du couple outil-usage du numérique des maraîchers antillais

Youri Catherine, Magali Aubert, Laurent Parrot

### ► To cite this version:

Youri Catherine, Magali Aubert, Laurent Parrot. Entre complexité et diversité des exploitations et des formes organisationnelles : analyse de l'adoption du couple outil-usage du numérique des maraîchers antillais. 16èmes Journées de Recherche en Sciences Sociales (JRSS) INRAE-SFER-CIRAD, Dec 2022, Clermont-Ferrand, France. 24 p. hal-03932764

**HAL Id: hal-03932764**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03932764>**

Submitted on 10 Jan 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Entre complexité et diversité des exploitations et des formes organisationnelles : analyse de l'adoption du couple outil-usage du numérique des maraîchers antillais.**

Youri Catherine<sup>1</sup>, Magali Aubert<sup>2</sup> et Laurent Parrot<sup>3</sup>

(1) UPR HORTSYS, CIRAD, F-97285, Le Lamentin, Martinique, France.

(2) UMR MoISA, Univ Montpellier, CIRAD, CIHEAM-IAMM, INRAE, Institut Agro, IRD, Montpellier, France

(3) UPR HORTSYS, CIRAD, F-97285, Le Lamentin, Martinique, France ; Univ Montpellier, France.

Auteur de correspondance : [youri.catherine@cirad.fr](mailto:youri.catherine@cirad.fr)

**Résumé.** Tout l'enjeu de cette recherche est de s'interroger sur les déterminants du processus d'adoption des outils numériques. Plus précisément, nous étudions cette adoption du numérique conditionnellement à son usage. Les producteurs maraîchers antillais mobilisant peu les outils numériques pour leurs activités agricoles représentent une population particulièrement intéressante à considérer. L'originalité théorique de notre approche consiste à prendre en compte différents niveaux d'analyse pour comprendre le processus d'adoption d'un outil numérique. Le premier niveau concerne l'adoption d'une innovation par la théorie des ressources et compétences. Le second niveau considère l'adoption d'un outil numérique par le degré de complexité des exploitations. Enfin le troisième niveau s'attache à la compréhension de l'adoption d'un outil conditionnellement à son usage. L'originalité empirique repose sur la construction d'une base de données auprès de 400 producteurs antillais afin d'apprécier chaque niveau d'analyse. L'originalité méthodologique est de coupler une analyse factorielle pour identifier les couples outil-usage du numérique avec une modélisation de type probit bivarié centrée sur deux usages principaux : l'acquisition de compétences pour la production et l'appui à la commercialisation. Nos résultats montrent que les outils numériques, quel que soit leur usage, sont plus mobilisés par des producteurs non insérés dans des réseaux, ou dont la complexité et la diversité des pratiques productives et commerciales nécessite une réponse spécifique que ne peuvent pas toujours apporter ces réseaux.

**Mots clés :** numérique, maraîchage, innovation, usage, réseau, probit bivarié, Antilles

**Among complexity and diversity of farms and organisational forms: analysis of the adoption of the digital tool-use pair of West Indian market gardeners.**

**Abstract.** This research focuses on the determinants of the adoption process of digital tools. More precisely, we study this adoption conditional on its use. As West Indian market gardeners use digital tools very little in their farming activities, they represent a particularly interesting population to consider. The theoretical originality of our approach consists in taking into account different levels of analysis to understand the adoption process of a digital tool. The first level concerns the adoption of an innovation through the resource-based view theory. The second level considers the adoption of a digital tool through the degree of farms' complexity. Finally, the third level focuses on understanding the adoption of a tool conditional on its use. The empirical originality lies in the construction of a database of 400 West Indian producers in order to assess each level of analysis. The methodological originality is to couple a factorial analysis to identify the tool-use pairs of digital tools with a bivariate probit modelling focused on two main uses: acquisition of production skills and marketing support. Our results show that digital tools, whatever their use, are used by producers who are not part of networks or whose complex production and marketing practices require a specific response that these networks cannot always provide.

**Keywords:** digital, market gardening, innovation, use, network, biprobit, west indies

**Classification JEL:** C5 ; Q12 ; Q13

## 1. Introduction

L'agriculture numérique ou la « numérisation de l'agriculture<sup>1</sup> » occupe une place importante et grandissante tant au niveau des considérations politiques mondiales (Lajoie-O'Malley et al., 2020; Birner et al., 2021) qu'au niveau de la recherche (Klerkx et al., 2019; Sott et al., 2021). Depuis plusieurs décennies, le numérique s'impose dans le milieu agricole français et revêt différentes fonctions. Initialement dédié aux démarches administratives (Mazaud, 2017), il concerne maintenant l'optimisation des processus de production (Klerkx et al., 2019). Les outils numériques sont alors perçus comme le moteur de la prochaine révolution agricole dite d'Agriculture 4.0 (Lezoche et al., 2020). En effet, leurs effets identifiés sur l'environnement (Hrustek, 2020), la sécurité alimentaire (Erickson & Fausti, 2021) ou encore la santé économique des exploitations (Schimmelpfennig, 2016) en font des technologies innovantes en appui à l'activité agricole.

La fracture numérique reste donc un facteur majeur d'exclusion à considérer dans l'analyse de la numérisation de l'agriculture (Bellon-Maurel et al., 2022). Elle renvoie au fossé existant entre les individus ayant accès à un outil numérique / à internet, et les autres individus. Au-delà cette fracture numérique dite de premier niveau, Hargittai (2002) identifie la fracture numérique de second niveau en soulignant l'importance des différences d'usages d'outils numériques. La fracture de troisième niveau correspond quant à elle aux inégalités présentes sur les potentiels bénéfiques retirés lors de l'utilisation des technologies de l'information et des communications (TIC) (Wei et al., 2011). Avec l'avancée du numérique, l'étude de la fracture numérique passe progressivement d'une analyse dichotomique de l'accès ou non à la technologie, à une étude de ses usages jusqu'à une estimation des inégalités sur les bénéfices qui en sont retirés ( et al., 2017).

Notre contexte d'étude se situe en Guadeloupe et en Martinique, deux départements français où l'accès aux outils numériques présente peu de barrières. Pour autant, l'accès au numérique y est relativement plus faible qu'en France hexagonale (INSEE, 2017). Cette première spécificité rend l'analyse de ces économies insulaires particulièrement intéressantes. Elle est renforcée par le fait qu'on observe une volonté politique d'accélérer la transition numérique. Le plan de relance 2022-2024 de la collectivité territoriale de Martinique<sup>2</sup> vise à développer des filières autour du numérique dans différents domaines, dont l'agriculture. La Région Guadeloupe expérimente depuis 2020 une plateforme numérique à destination d'exploitants agricoles<sup>3</sup>.

L'agriculture dans les Antilles françaises est caractérisée par la coexistence de grandes filières historiques (banane et canne) et d'une filière de diversification regroupant l'élevage, le maraîchage, les cultures vivrières, l'arboriculture, etc. (Marzin et al., 2021). Chia et Dulcire (2005) soulignent l'opposition entre une agriculture « noble » pour l'exportation, captant les aides, et une agriculture « paysanne » dédiée au marché intérieur. L'agriculture antillaise est ainsi une agriculture duale (Chia & Dulcire, 2019; Rasse et al., 2018; Freguin-Gresh et al., 2020; Marzin et al., 2021). Cette dualité s'exprime sous des formes complexes et oppose des exploitations de grandes superficies se concentrant sur la production de monocultures dédiées à l'exportation et mobilisant de la main-d'œuvre salariée à des exploitations de petites surfaces,

---

<sup>1</sup> FAO Digital Agriculture : <http://www.fao.org/digital-agriculture/en/>

<sup>2</sup> <https://www.collectivitedemartinique.mq/projets/numerique/>

<sup>3</sup> <https://www.regionguadeloupe.fr/actualites-et-agendas/toute-lactualite-du-conseil/detail/actualites/developpement-experimental-dune-plateforme-doptimisation-des-processus-de-productions-agricoles/>

familiales qui se concentrent sur les cultures de diversification dédiées au marché intérieur (Freguin-Gresh et al., 2020; Marzin et al., 2021).

Considérer cette agriculture dite « *paysanne* » est donc d'autant plus pertinent qu'elle correspond à une production destinée au marché domestique. À l'heure où les enjeux se tournent vers la valorisation économique d'une production saine et locale, l'étude de ces filières considérées comme secondaires par rapport aux cultures historiques s'impose.

Si l'adoption des outils numériques a été largement étudiée dans la littérature en se basant sur l'importance des ressources et compétences dont disposent les exploitants, l'usage auxquels renvoient ces outils l'est moins. Nous mobilisons la théorie des ressources et compétences comme socle à notre analyse de l'adoption des outils numériques. Nous élargissons ces réflexions théoriques en considérant la complexité des exploitations et les formes organisationnelles dans lesquelles elles sont intégrées pour étudier cette adoption conditionnellement à son usage.

L'originalité empirique de notre étude repose sur la réalisation d'enquêtes auprès de producteurs martiniquais et guadeloupéens qui interrogent finement les outils numériques adoptés et les besoins auxquels ils répondent. L'originalité théorique repose sur l'étude de la théorie des ressources et compétences dans l'adoption des outils numériques et de leurs usages en soulignant l'importance de l'environnement organisationnel et de la diversité des exploitations. Enfin, l'originalité méthodologique repose sur une analyse factorielle des correspondances faisant le lien entre les outils et les usages, couplée à une analyse économétrique en probit bivarié des usages identifiés.

Dans la première partie, nous présentons le contexte de l'étude et l'importance de considérer les producteurs maraîchers en Guadeloupe et en Martinique. Dans la seconde partie, nous explicitons la pertinence de notre approche théorique. La troisième et la quatrième partie présentent respectivement la méthodologie mobilisée et les résultats obtenus. Enfin la dernière conclue et ouvre les perspectives de notre recherche.

## **2. Contexte**

L'étude se concentre sur les producteurs maraîchers en Guadeloupe et en Martinique. La production maraîchère a été élargie aux cultures vivrières (racines et tubercules) puisque toutes deux ont comme spécificité d'être des productions périssables et peu ou pas subventionnées.

En Martinique et en Guadeloupe, les producteurs maraîchers mobilisent les outils numériques quasi exclusivement dans des objectifs d'information et/ou de communication et très marginalement dans le cadre d'agriculture de précision ou de formes plus complexes d'utilisation du numérique. La principale raison de ce recours limité au numérique est le fait que les exploitations maraîchères sont de petites dimensions. L'usage du numérique y est d'autant plus important à étudier qu'il repose sur des outils moins complexes mais adaptés aux besoins et contraintes de ces petites entités ; les outils de précision restant « *l'apanage des grandes exploitations dites modernes* » (Laborde, 2012). Par ailleurs, la plus faible capacité adaptative des petits exploitants peut avoir un impact négatif sur l'adoption de nouvelles technologies (Barrett & Rose, 2022) où on parle davantage d'une stratégie de « *bricolage* », c'est à dire d'adaptation des outils aux conditions locales (Comtet, 2009; Higgins et al., 2017).

Alors que le maraîchage est un des secteurs agricoles qui mobilise le moins les outils numériques (Lachia, 2020), la faible dimension des exploitations maraîchères aux Antilles

(Marzin et al., 2021) renforce cette fracture numérique. En Martinique et en Guadeloupe, les producteurs maraîchers font face à un double risque : un risque d'exclusion des exploitations de petite dimension et un risque d'exclusion lié à un retard d'infrastructures numériques à l'échelle territoriale (Bellon-Maurel et al., 2022). Les petits maraîchers font face à des technologies peu adaptées à leur superficie, à un coût élevé d'adoption et à un manque de soutien politique (Mizik, 2022). Ces contraintes font écho à celles rencontrées en diversification agricole aux Antilles : reliefs accidentés, petite agriculture dédiée au marché local, etc. (Freguin-Gresh et al., 2020; Marzin et al., 2021).

Les outils utilisés en Martinique et Guadeloupe sont essentiellement les ordinateurs, Internet, les technologies et appareils de diffusion (radio, télévision, etc.) ou encore la téléphonie. Les maraîchers les utilisent principalement pour accéder à de l'information sur les marchés, sur de nouvelles pratiques, sur les politiques et les aides ou encore pour communiquer avec l'entourage, les conseillers ou les consommateurs (Lachia, 2020; Schnebelin, 2022; Schnebelin et al., 2022). Cette forme d'utilisation se décline donc en plusieurs usages différents à travers les réseaux sociaux, les sites internet spécialisés et autres plateformes numériques qui s'ouvrent de plus en plus à l'agriculture. On constate alors que l'adoption des outils numériques est dépendante des usages qui en sont fait. Deux principaux usages peuvent être identifiés : le renforcement des activités productives et commerciales en contexte agricole (Mazaud, 2017; White et al., 2014).

Les outils numériques améliorent les échanges et les relations avec d'autres producteurs et acteurs des chaînes de valeurs (Leveau et al., 2019; Birner et al., 2021). Ces outils sont des vecteurs d'informations et de communications à travers une intensification des relations entre producteurs et techniciens, chercheurs, consommateurs, dans un objectif de promotion de l'agroécologie. Au-delà du renforcement des interactions entre acteurs, les outils numériques tels que les webinaires, podcasts et vidéos en ligne sont une méthode efficace de diffusion rapide d'informations (Rose et al., 2021), notamment liées à des maladies ou ravageurs de cultures (Wright et al., 2018). L'ensemble de ces outils numériques permet aux producteurs de renforcer leurs activités agricoles sur la base d'un partage d'expérience. Les outils numériques facilitent également le processus de commercialisation à travers la recherche d'informations sur les prix, la communication/marketing et les services de e-commerce (Taragola & Van Lierde, 2010; White et al., 2014).

### **3. Approche théorique**

L'originalité empirique est de considérer l'adoption de l'outil numérique conditionnellement à son usage. Comprendre les déterminants de cette adoption repose donc sur la compréhension de différents niveaux d'adoption qui interviennent dans le processus décisionnel des exploitations : l'adoption d'une innovation sur la base de la théorie des ressources et compétences (Wernerfelt, 1984; Barney, 1991), l'adoption des outils numériques et l'adoption conditionnelle de ces outils à leurs usages. Ces usages sont considérés selon deux critères : l'acquisition de compétences d'une part et la commercialisation d'autre part.

L'adoption d'un outil numérique, que ce soit pour l'acquisition de compétences ou l'identification de nouveaux débouchés commerciaux, renvoie à l'adoption d'une innovation. Or, cette dernière est conditionnée non seulement par les compétences des exploitants et les caractéristiques de leur exploitation mais aussi de l'environnement dans lequel ils évoluent. Aussi, toute une littérature s'attache à souligner l'importance de la complexité de l'exploitation comme un déterminant de l'adoption des outils numériques. Enfin, nous formulons des

hypothèses spécifiques sur l'adoption de chaque usage pour rendre compte de l'importance des besoins auxquels ces outils doivent répondre.

### **3.1. Les déterminants de l'adoption d'une innovation adaptée aux outils numériques**

La littérature souligne unanimement l'importance du triptyque : compétences, ressources et environnement pour comprendre le processus d'adoption d'une innovation.

#### **3.1.1. Les compétences**

Les exploitants les mieux formés sont les plus à même d'appréhender les enjeux liés à l'adoption d'une innovation, qu'il s'agisse d'une innovation agronomique (Feder et al., 1985; Sharma et al., 2011; Kersting & Wollni, 2011) ou commerciale (Aubert, 2016). Ils sont non seulement les plus enclins à appréhender ces enjeux mais aussi à en percevoir les conséquences (Bultena & Hoiberg, 1983).

*H1a. Les producteurs dont le niveau de formation, qu'il soit agricole ou général, est élevé sont les plus enclins à adopter les outils numériques*

Au-delà du niveau de formation des exploitants, leur âge apparaît également comme une ressource déterminant l'adoption d'une innovation. Les plus jeunes exploitants sont davantage sensibilisés à l'adoption d'une innovation (Fernandez-Cornejo et al., 1994; Sharma et al., 2011; Kersting & Wollni, 2011).

*H1b. Les producteurs les plus jeunes sont les plus enclins à adopter les outils numériques*

Le niveau d'expérience du chef d'exploitation conditionne son comportement d'adoption d'une innovation (Taylor & Miller, 1978; Ervin & Ervin, 1982; McNamara et al., 1991; Traoré et al., 1998). Ces exploitants sont les plus enclins à s'adapter au changement et à évaluer les risques et les opportunités que l'innovation peut induire.

*H1c. Les producteurs ayant le plus d'expérience sont les plus enclins à adopter les outils numériques*

Si le niveau de formation et l'expérience influent sur l'adoption d'une innovation, nous faisons l'hypothèse que les compétences acquises par l'exploitant en termes d'utilisation d'autres outils numériques facilite l'adoption d'outils relatifs à d'autres usages. Cette approche renvoie à la notion de compétences numériques (Ferrari et al., 2022). Ainsi, sa connaissance d'outils de suivi de sa production lui permet de faciliter l'adoption d'autres outils numériques dédiés à d'autres usages, qu'ils soient pour l'acquisition de compétences ou la commercialisation. L'apprentissage numérique issu d'un usage spécifique facilite le déploiement d'autres outils numériques pour d'autres usages. Cette compétence peut être approchée notamment par deux indicateurs : la mobilisation d'un outil numérique pour le suivi de la production et l'accompagnement aux outils numériques par un tiers.

*H1d. Les producteurs ayant des compétences sur un outil numérique spécifique sont les plus enclins à adopter d'autres outils numériques dédiés à d'autres usages*

### **3.1.2. Les ressources**

En agriculture, l'adoption d'une innovation, qu'elle soit productive ou commerciale, dépend des ressources dont dispose l'exploitant sur son exploitation.

La littérature souligne le rôle clef de la dimension physique des exploitations dans l'adoption d'une innovation. En effet, cette dimension renvoie tout à la fois à un capital dont peut disposer l'exploitant (Feder et al., 1985; Zhou et al., 2011) et d'une capacité d'emprunt financier (Just et al., 1980; Fernandez-Cornejo & Ferraioli, 1999). Or, l'adoption d'une innovation peut s'avérer coûteuse financièrement. Elle peut également s'avérer coûteuse en temps et la dimension physique d'une exploitation est un indicateur des appuis dont dispose l'exploitant sur son exploitation (Clay et al., 1998).

*H2a. Les producteurs dont les exploitations sont de plus grande dimension sont plus enclins à adopter les outils numériques*

Si la surface exploitée est un déterminant de l'adoption d'une innovation et si celle-ci rend partiellement compte de l'importance de la main d'œuvre que peut solliciter le producteur dans ce processus d'adoption, l'intensité de la main d'œuvre est également un élément clef de l'adoption (Asfaw et al., 2010; Kersting & Wollni, 2011). En effet, que l'innovation se situe au niveau productif ou commercial, son adoption induit une surcharge de travail pour le producteur dont les compétences pour l'innovation adoptée ne sont pas nécessairement celles dont il dispose. Le surcroît d'activité induit par l'adoption de l'innovation peut alors être compensé par l'importance relative de la main d'œuvre présente sur l'exploitation.

*H2b. Les producteurs dont les exploitations sont les plus intensives en main d'œuvre sont plus enclins à adopter les outils numériques*

### **3.1.3. L'environnement dans lequel évoluent les producteurs**

Les compétences des exploitants et les ressources dont ils disposent sont des facteurs endogènes à l'exploitation qui conditionnent l'adoption de toute innovation. Toutefois d'autres facteurs, exogènes, peuvent également impacter ces choix d'innovation. L'appartenance à un réseau est un de ces facteurs (Galt, 2008; Souza Monteiro & Caswell, 2009; Kersting & Wollni, 2011). L'appartenance à des réseaux de producteurs facilite le développement de connaissances (Cholez et al., 2020). Ces derniers peuvent aussi s'inscrire dans une dimension proactive de développement du numérique (Schnebelin et al., 2021).

Leur rôle est de fournir aux membres des informations et un appui à différents niveaux : productif et/ou commercial. En Martinique et en Guadeloupe, plusieurs réseaux coexistent : les organisations de producteurs (OP) reconnues ainsi que les associations et autres groupements de producteurs. Ces réseaux ont tous pour objectif d'accompagner les producteurs dans leurs pratiques productives. Seules les OP reconnues ont pour objectif complémentaire d'accompagner les producteurs pour l'activité de commercialisation. L'orientation des objectifs conditionne alors les informations fournies aux producteurs ainsi que la nature des conseils qui leur sont apportés. Les producteurs membres de ces réseaux disposent alors d'une information additionnelle et relative à l'ensemble du processus productif et/ou commercial. Nous faisons l'hypothèse que cette orientation des objectifs conditionne l'adoption des outils numériques pour des usages spécifiques.

*H3a. Les producteurs insérés dans au moins un réseau sont les plus enclins à adopter les outils numériques pour l'acquisition de compétences*

*H3b. Les producteurs membres d'OP reconnues sont les plus enclins à adopter les outils numériques en appui à la commercialisation*

### **3.2. Déterminants de l'adoption des outils numériques : la complexité des exploitations**

La structure productive de l'exploitation conditionne l'adoption d'une innovation et plus précisément l'adoption des outils numériques. En effet, ces outils facilitent l'acquisition et le transfert de connaissances dans des systèmes qualifiés de complexes (Bellon-Maurel & Huyghe, 2017; Calvet-Mir et al., 2018; Wyckhuys et al., 2018; Gkisakis & Konstantinos, 2020). Ils permettent ainsi non seulement de construire des connaissances mais aussi de répondre aux évolutions auxquelles doivent faire face les producteurs : en termes productifs, en soutenant une agroécologisation des pratiques, et en termes commerciaux, en renforçant la valorisation des produits et la vente en circuits courts (Leveau et al., 2019; Schmitt et al., 2018).

La complexité peut être considérée à travers différents indicateurs. Le premier indicateur de complexité est la diversification productive, qu'elle soit intra cultures maraichères ou inter cultures agricoles. Adopter des outils innovants pour la valorisation commerciale de la production est d'autant plus pertinent que les exploitations sont diversifiées : ils permettent aux producteurs de mettre en avant la réponse attendue des consommateurs, à savoir la diversité des produits exigées. En permettant le rapprochement des producteurs de leurs consommateurs, ces outils facilitent le développement des activités de communication et de commercialisation autour des produits (Vernier et al., 2021). En termes d'acquisition de connaissances, les outils numériques facilitent les apports d'informations nécessaires à la gestion de systèmes complexes et diversifiés (Schnebelin et al., 2021; Bellon-Maurel et al., 2022).

*H4a. Les producteurs dont les exploitations sont les plus diversifiées sont plus enclins à adopter les outils numériques*

La complexité des exploitations peut être considérée à travers la mise en œuvre d'activités para-agricoles. Le développement de ces dernières, notamment l'agritourisme, impacte l'activité agricole au sens large, depuis la production jusqu'à la commercialisation (Barbieri & Mshenga, 2008). Il se traduit par des besoins en termes d'acquisition de compétences de vulgarisation du monde agricole et de développement d'une stratégie de communication (Peroff et al., 2022).

*H4b. Les producteurs ayant une activité para-agricole sont plus enclins à adopter les outils numériques*

Enfin la complexité d'une exploitation peut être considérée sous l'angle prédictif. Les exploitants qui envisagent de se certifier vont devoir modifier leurs pratiques productives mais aussi leurs pratiques commerciales pour valoriser au mieux les efforts (Tovar et al., 2005; Ibañez & Blackman, 2016). Les outils numériques sont ainsi des leviers d'acquisition de compétences permettant aux producteurs d'envisager des changements de pratiques mais aussi de renforcer leur communication pour valoriser au mieux ces changements.

*H4c. Les producteurs qui envisagent de se certifier sont plus enclins à adopter les outils numériques*



### 3.3. Une adoption du numérique conditionnée par son usage

L'adoption d'outils numériques pour favoriser l'acquisition de compétences ou la communication commerciale repose non seulement sur une aptitude des exploitants à adopter les outils numériques mais aussi et surtout au fait que ces outils soient en mesure de répondre aux besoins identifiés par les producteurs. Nous faisons l'hypothèse que ces besoins peuvent être analysés sous l'angle de la complexité des activités productives et des activités commerciales mises en œuvre.

Plus une exploitation développe de pratiques agroécologiques, plus la conduite de son exploitation est complexe et plus elle nécessite une actualisation constante des compétences pour mettre en œuvre ces pratiques alternatives visant à limiter l'usage de produits phytosanitaires (Milgroom et al., 2016; Leveau et al., 2019; Ingram & Maye, 2020). Face à la diversité des compétences à acquérir pour le développement de ces pratiques, nous faisons l'hypothèse que les outils numériques apportent une réponse rapide mais surtout centralisée des informations nécessaires à l'exploitant.

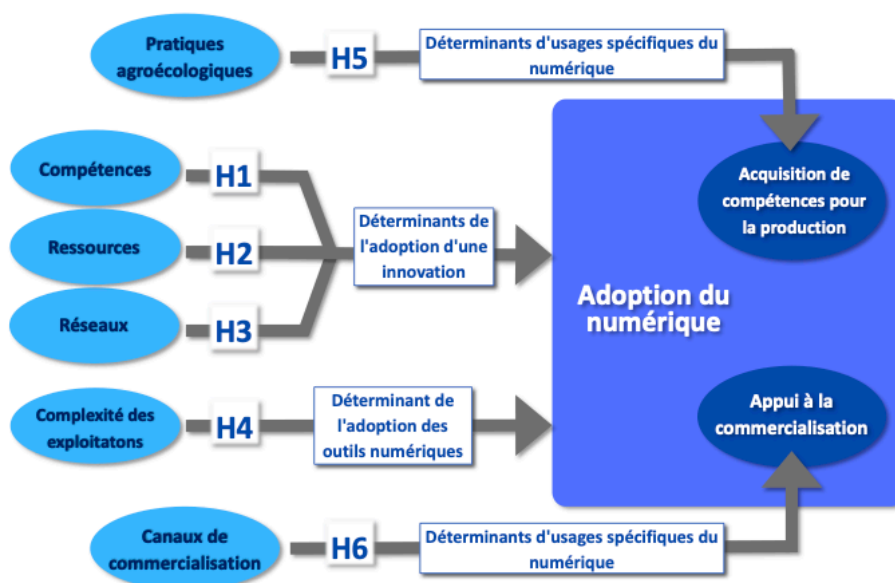
*H5. Les producteurs qui développent le plus de pratiques agroécologiques sont plus enclins à adopter les outils numériques pour l'acquisition de compétences*

Concernant l'usage des outils numériques pour la communication et la commercialisation, nous considérons la diversité des canaux de commercialisation. L'hypothèse sous-jacente étant que les producteurs ayant le plus de canaux sont ceux qui vont mobiliser le plus les outils numériques pour la commercialisation. Ces outils leur permettent de centraliser leur production et de réduire les coûts liés à ces commercialisations. Les outils numériques représentent alors une opportunité de renforcer une commercialisation en circuit court en augmentant la visibilité de leur exploitation (Todorović et al., 2018).

*H6. Les producteurs qui ont le plus de canaux de commercialisation sont plus enclins à adopter les outils numériques en appui à la commercialisation*

La Figure 1 synthétise les réflexions théoriques testées pour les maraîchers antillais

**Figure 1 : Synthèse des hypothèses**



Source : les auteurs

## **4. Données et méthodologie**

### **4.1. Dispositif d'enquête et zone d'étude**

L'étude s'inscrit au sein des projets Territoires Durables et PUMAT (Pour un maraîchage attractif : le cas de la tomate en Martinique). Une méthodologie commune à chaque territoire a été appliquée : un questionnaire a été administré en face-à-face à environ 200 chefs d'exploitation par territoire. En adéquation avec le seuil du Recensement Agricole, nous avons sélectionnés des exploitations dont la surface maraîchère et/ou vivrière est supérieure à 0,2 hectare.

Des méthodes d'échantillonnage non probabilistes ont été mobilisées afin d'identifier les producteurs. La première phase d'identification des producteurs s'est faite sur la base d'agriculteurs identifiés lors de précédentes enquêtes. Celle-ci a été enrichie par une identification d'exploitants sur les principaux marchés de vente et avec l'aide des organisations de producteurs. La méthode d'échantillonnage de référence, aussi appelée échantillonnage boule de neige, a été appliquée pour compléter cette base. Elle consiste à demander des contacts de producteurs aux producteurs déjà interrogés. Elle trouve particulièrement son intérêt dans des situations où les membres d'une population qui sont reliés (ici par l'activité maraîchère/vivrière aux Antilles) sont difficiles à identifier (Atkinson & Flint, 2001; Morgan, 2008). Chaque identification additionnelle de producteur vient enrichir l'échantillon. Par le principe de saturation, l'échantillon est considéré comme représentatif s'il n'est plus possible de le compléter par d'autres contacts (Pires, 1997). En complément, la méthode des quotas sur les communes a été appliquée afin d'assurer une représentativité de chaque zone de chaque île.

Des enquêteurs expérimentés en enquêtes de terrain, notamment pour des organismes publics, ont été recrutés afin d'administrer le questionnaire. Ils ont été formés d'une part aux notions de secret statistique et de confidentialité des données et d'autre part à la compréhension et à l'administration du questionnaire. Celui-ci est organisé en plusieurs parties et aborde les caractéristiques de l'exploitant et de son exploitation, ses pratiques productives et commerciales, ses relations avec les acteurs de la filière et la place des outils numériques dans ses activités agricoles.

### **4.2. Analyse factorielle des correspondances**

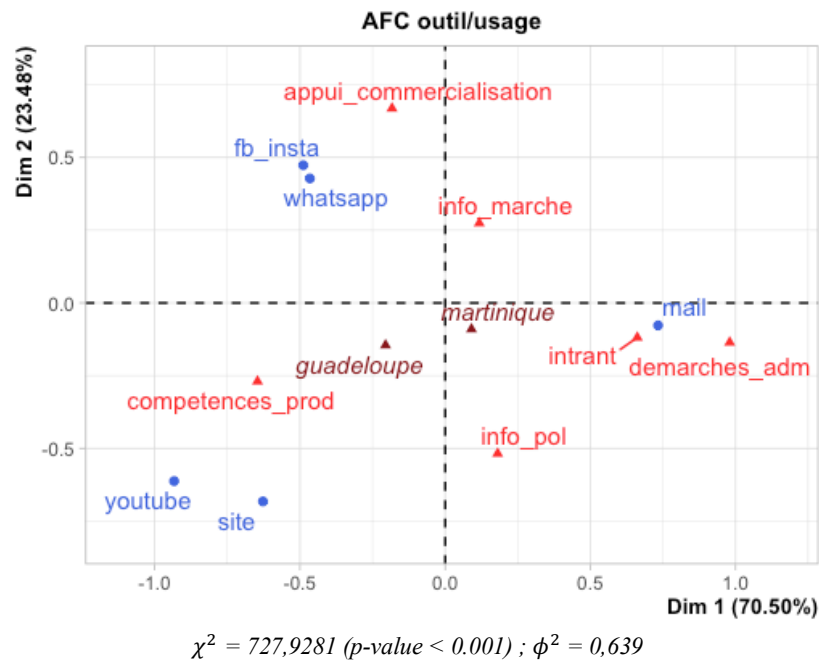
Pour analyser le lien entre les outils numériques et les usages, nous réalisons une analyse factorielle des correspondances (AFC) à l'aide du logiciel R et du package FactoMineR (Lê et al., 2008). Cette analyse permet par ailleurs une représentation visuelle de ces liens.

Cinq outils numériques sont considérés dans notre étude (Mail, Whatsapp, Facebook et Instagram, Youtube, Site internet spécialisés) conditionnellement aux usages qui en sont faits (démarches administratives, activité productive et commerciale). Nous considérons les deux territoires (Guadeloupe et Martinique) comme variables supplémentaires. Ils ne conditionnent pas l'analyse de proximité entre outils et usages mais permettent de voir dans quelle mesure la relation établie est identique d'une île à l'autre.

Le premier résultat mis en avant par l'analyse factorielle est le fait que l'adoption d'un outil numérique est conditionnée à son usage (Figure 2). Chaque outil ne sera adopté que s'il répond

à un ou des usages spécifiques et présente donc des caractéristiques qui lui permettent de répondre à des besoins identifiés par le producteur.

**Figure 2 : AFC entre outils numériques et usages**



Source : les auteurs

L’outil numérique le plus utilisé par les maraîchers est le mail. Il répond essentiellement à des besoins administratifs. Cette relation entre outil et usage est guidée par une contrainte forte de l’administration qui privilégie les échanges via cet outil. L’utilisation du mail étant fortement dépendante d’une contrainte administrative, extérieure aux producteurs, nous ne la considérons pas dans notre analyse.

L’analyse factorielle révèle que les outils Whatsapp, Facebook et Instagram, Youtube et les sites spécialisés sont principalement utilisés pour deux usages : l’appui à la commercialisation et l’acquisition de compétences pour la production.

Whatsapp est un outil qui permet la promotion et la vente de la production par la diffusion de messages à l’aide de groupes et de listes de diffusion. Il permet également l’acquisition de compétences et de connaissances sur les pratiques agricoles à travers une transmission de savoirs entre producteurs, conseillers et/ou organisations collectives. Les outils Facebook et Instagram permettent aux producteurs de créer des pages et des groupes pour promouvoir leurs activités et ainsi faciliter la commercialisation de leur production. Ils permettent également de consulter des pages ou des comptes liés à l’agriculture. Dans un processus d’apprentissage informel numérique (Baudoin et al., 2019), Youtube et la consultation de sites internet spécialisés sont largement utilisés pour l’acquisition de compétences et de connaissances sur les pratiques agricoles.

Chaque outil, de par ses fonctionnalités, permet de répondre à des besoins différents des producteurs. On constate que les résultats obtenus sont indépendants de la localisation géographique. Les producteurs martiniquais ont la même relation outil-usage que les producteurs guadeloupéens. On constate toutefois que ces derniers sont davantage diversifiés dans l’utilisation des outils numériques.

Cette analyse justifie ainsi de considérer l'adoption d'un outil conditionnellement à son usage pour rendre compte non seulement des facteurs qui influent sur l'adoption d'un outil mais aussi des facteurs déterminant l'adoption d'usages spécifiques.

### 4.3. Méthode économétrique

L'AFC a souligné la relation forte entre deux usages des outils numériques : l'acquisition de compétences pour la production d'une part, et l'appui à la commercialisation d'autre part. Afin de comprendre l'adoption des outils numériques conditionnellement à ces deux usages qui sont liés, nous mobilisons les modèles économétriques de probit bivariés.

Dans le cas univarié, ces usages se modélisent comme suit en spécification probit (Greene, 2011) :

$$\begin{aligned} y_1^* &= x_1' \beta_1 + \epsilon_1, \quad \epsilon_1 \sim N(0,1), \\ y_1 &= 1 \text{ si } y_1^* > 0, \text{ sinon } y_1 = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} y_2^* &= x_2' \beta_2 + \epsilon_2, \quad \epsilon_2 \sim N(0,1), \\ y_2 &= 1 \text{ si } y_2^* > 0, \text{ sinon } y_2 = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

Avec  $y_1$  = l'usage pour l'acquisition de compétences pour la production,  $y_2$  = l'usage pour l'appui à la commercialisation ;  $x_j, j = 1,2$  un vecteur de variables explicatives affectant l'usage ;  $\beta_j, j = 1,2$  un vecteur de paramètres à estimer ;  $\epsilon_j, j = 1,2$  un terme d'erreur distribué selon la loi normale centrée réduite.

Dans la mesure où les décisions liées à l'utilisation d'outils numériques pour différents usages peuvent être corrélées, les équations (1) et (2) ne sont pas indépendantes. À titre illustratif, Whatsapp peut être utilisé tout à la fois pour acquérir des compétences et faciliter les activités de commercialisation. Formellement, les termes d'erreur sont corrélés : des caractéristiques individuelles non observées peuvent affecter la décision d'utiliser le numérique pour l'acquisition de compétences et la décision d'utiliser le numérique en appui à la commercialisation.

Afin de corriger cette endogénéité, le modèle de probit bivarié est considéré. Il permet une modélisation simultanée des deux variables d'usage et s'exprime comme suit (Greene, 2011) :

$$\begin{aligned} y_1^* &= x_1' \beta_1 + \epsilon_1, \quad y_1 = 1 \text{ si } y_1^* > 0, \quad 0 \text{ sinon,} \\ y_2^* &= x_2' \beta_2 + \epsilon_2, \quad y_2 = 1 \text{ si } y_2^* > 0, \quad 0 \text{ sinon,} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \end{pmatrix} \Big| x_1, x_2 \sim N \left[ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{pmatrix} \right]$$

Le terme d'erreur suit une loi normale bivariée de moyenne zéro et de variance unitaire. Le terme  $\rho$  représente la corrélation tétrachorique conditionnelle et mesure la corrélation entre les termes d'erreur. Cette structure des résidus permet ainsi de prendre en compte la corrélation entre les deux équations afin d'obtenir des estimateurs efficaces et non biaisés.

Dans la littérature agricole nous pouvons trouver quelques exemples d'utilisation de modèles de probit multivariés. Torres et al. (2016) réalisent un probit bivarié pour étudier le lien entre la vente directe et la certification. Michels et al. (2020) analysent l'adoption de l'Internet par téléphone mobile d'agriculteurs allemands à l'aide d'un modèle biprobit. Enfin, Okello et al.

(2020) étudie l'effet des caractéristiques des TIC sur l'accès à l'information d'agriculteurs tanzaniens en mobilisant un modèle de probit trivarié.

Le Tableau 1 présente l'ensemble des variables retenues dans notre analyse.

**Tableau 1 : Définition des variables**

Variable	Définition
<b>Usages du numérique</b>	
Acquisition de compétences pour la production par le numérique	Le producteur utilise au moins un outil numérique pour acquérir des compétences pour la production
Appui à la commercialisation par le numérique	Le producteur utilise au moins un outil numérique en appui à la commercialisation
<b>Compétences (H1)</b>	
<i>Age</i>	
Entre 18 et 35 ans	Le producteur a entre 18 et 35 ans
Entre 36 et 55 ans	Le producteur a entre 36 et 55 ans
Plus de 55 ans	Le producteur a plus de 55 ans
Expérience	Nombre d'années d'expérience
<i>Niveau d'éducation maximale</i>	
Aucun diplôme	Le producteur n'a aucun diplôme
Primaire	Le producteur a un niveau d'éducation primaire
Secondaire	Le producteur a un niveau d'éducation secondaire
Supérieur	Le producteur a un niveau d'éducation supérieur
Accompagnement numérique	Le producteur délègue l'utilisation du numérique pour ses activités agricoles
Suivi de production numérique	Le producteur utilise des outils numériques pour le suivi de sa production
<b>Ressources (H2)</b>	
SAU	Superficie agricole utilisée (SAU) du producteur en hectares
Main d'œuvre par hectare	Effectif de main d'œuvre disponible du producteur par hectare
<b>Réseaux (H3)</b>	
Collectif	Le producteur fait partie d'une organisation de producteur reconnue, d'une association de producteurs ou de tout autre groupement de producteurs
OP	Le producteur fait partie d'une organisation de producteurs reconnue
<b>Complexité de l'exploitation (H4)</b>	
Cultures	Nombre de cultures maraîchères/vivrières mises en place par le producteur
Diversification	Nombre d'activités agricoles du producteur autre que le maraîchage/vivrier
Agritourisme	Le producteur fait de l'agritourisme
Certification envisagée	Le producteur prévoit de se certifier ces trois prochaines années
<b>Complexité des pratiques productives (H5)</b>	
Pratiques agroécologiques	Nombre de pratiques agroécologiques mises en place par le producteur
<b>Complexité des canaux de commercialisation (H6)</b>	
Canaux	Nombre de canaux de commercialisation du producteur
<b>Localisation</b>	
Guadeloupe	Le producteur est situé en Guadeloupe

Source : les auteurs

## 5. Résultats

### 5.1. Statistiques descriptives

Les résultats statistiques confirment l'existence d'un lien entre les deux usages du numérique identifiés (Tableau 2). Les producteurs qui adoptent les outils numériques pour un usage sont davantage enclin à utiliser les outils numériques pour un autre usage. Cette relation doit alors être prise en compte dans l'analyse économétrique pour corriger tout biais méthodologique.

**Tableau 2 : Corrélation entre les usages du numérique identifiés**

		<i>Acquisition de compétences pour la production</i>		<i>Chi2</i>	<i>Phi</i>
		Non	Oui		
		<i>Appui à la commercialisation</i>	Non	168	29
	Oui	89	123		

Grille de lecture : Les variables sont significativement dépendantes (*Chi2*) aux seuils de 1% (\*\*\*), 5% (\*\*) 10% (\*)  
Les variables sont significativement corrélées (*Phi* de Pearson) au seuil de 1% (\*\*\*), 5% (\*\*) ou 10% (\*)

Source : les auteurs

En termes de compétences de l'exploitant, on constate que quel que soit l'usage fait des outils numériques, ils sont associés à des producteurs en moyenne moins expérimentés (Tableau 3). L'âge et le niveau d'éducation de l'exploitant mettent également en évidence une relation avec les usages (Tableau 4). On constate par ailleurs que le fait d'avoir des compétences spécifiques liées à l'utilisation d'un outil numérique pour le suivi des activités productive sont associées positivement à l'utilisation d'outils numériques destinés à d'autres usages, notamment la commercialisation.

Pour les caractéristiques de l'exploitation, si la SAU est associée positivement à l'acquisition de compétences par le numérique, l'intensité de la main d'œuvre ne semble pas liée à l'utilisation des outils numériques. De la même façon, il semblerait que l'appartenance à un réseau ne soit pas liée à l'adoption d'outils numériques.

**Tableau 3 : Statistiques descriptives des variables quantitatives**

	<i>Acquisition de compétences par le numérique</i>			<i>Appui à la commercialisation par le numérique</i>		
	Non (0)	Oui (1)	Différence (0) – (1)	Non (0)	Oui (1)	Différence (0) – (1)
<i>Expérience</i>	25,14	18,87	6,27***	24,56	17,38	7,18***
<i>SAU</i>	5,43	7,59	-2,15***	6,65	6,4	0,25
<i>Main d'œuvre par hectare</i>	0,60	0,64	-0,04	0,56	0,71	-0,15 *
<i>Cultures</i>	5,85	8,4	-2,55**	6,59	8,16	-1,57 ***
<i>Diversification</i>	1,77	2,47	-0,70***	1,93	2,48	-0,55***
<i>Pratiques agroécologiques</i>	2,47	3,66	-1,19***			
<i>Canaux</i>				1,47	1,94	-0,47***

Grille de lecture : Test de Student d'égalité des moyennes. Les moyennes sont significativement différentes aux seuils de 1% (\*\*\*), 5% (\*\*) 10% (\*)

Source : les auteurs

**Tableau 4 : Statistiques descriptives des variables qualitatives**

		<i>Acquisition de compétences par le numérique</i>			<i>Appui à la commercialisation par le numérique</i>		
		Non	Oui	Chi2	Non	Oui	Chi2
Collectif	Non	30,56	31,05	0,54			
	Oui	17,60	20,78				
OP	Non				46,45	28,61	0,47
	Oui				16,38	8,56	
Age	Entre 18 et 35 ans	1,96	5,13	24,17***	1,96	5,13	33,13***
	Entre 36 et 55 ans	15,65	26,16		22,74	19,07	
	Plus de 55 ans	30,56	20,54		38,14	12,96	
Éducation	Aucun diplôme	2,69	0,73	31,38***	2,44	0,98	46,86***
	Primaire	10,76	7,33		14,91	3,18	
	Secondaire	30,07	28,12		38,88	19,32	
	Supérieur	4,65	15,65		6,60	13,69	
Accompagnement numérique	Non	26,89	29,34	0,02	30,81	25,43	14,60***
	Oui	21,27	22,49		32,03	11,74	
Suivi numérique de la production	Non	23,47	28,61	1,70	25,18	26,89	39,90***
	Oui	24,69	23,23		37,65	10,27	
Agritourisme	Non	47,43	47,19	11,10***	60,88	33,74	6,98***
	Oui	0,73	4,65		1,96	3,42	
Certification envisagée	Non	46,45	41,32	26,63***	59,41	28,36	29,60***
	Oui	1,71	10,51		3,42	8,80	

Grille de lecture : Nombres en pourcentages. Test d'indépendance du Chi2. Les variables sont significativement dépendantes aux seuils de 1% (\*\*\*), 5% (\*\*), 10% (\*)

Source : les auteurs

En termes de complexité des exploitations, mesurée à travers la diversification, nous observons que les deux usages du numériques sont associés à des producteurs plus diversifiés. Les producteurs ayant une plus grande diversité de cultures maraîchères/vivrières et un plus grand nombre d'activités agricoles coïncident avec des producteurs ayant recours aux outils numériques. Il en est de même pour les exploitants qui développent des activités d'agritourisme ou qui envisagent d'adopter d'une certification dans le futur.

Il existe un lien significatif entre la complexité des pratiques productives, mesurée par la diversité des pratiques agroécologiques, et l'utilisation du numérique pour l'acquisition de compétences. On constate enfin que la complexité commerciale, mesurée par la diversité des canaux de commercialisation, est associée significativement à l'utilisation d'outils numériques en appui à la commercialisation.

## 5.2. Modélisation économétrique

Les modélisations mises en œuvre permettent de considérer qu'un exploitant peut adopter des outils numériques tout à la fois pour acquérir des compétences et renforcer son activité de communication-commercialisation. La pertinence de considérer et donc corriger nos modèles de cette interdépendance est validée économétriquement (Tableau 5).

**Tableau 5 : Résultats économétriques**

	<i>Acquisition de compétences par le numérique [m1]</i>	<i>Appui à la commercialisation par le numérique [m2]</i>
<b>Compétences (H1)</b>		
Age (référence = moins de 36 ans)		
<i>Entre 36 et 55 ans</i>	0,091	-0,234
<i>Plus de 55 ans</i>	-0,145	-0,411
Expérience	-0,015**	-0,014*
Éducation (référence = Aucune)		
<i>Primaire</i>	0,381	-0,053
<i>Secondaire</i>	0,386	0,136
<i>Supérieur</i>	0,874*	0,643
Accompagnement numérique	0,026	-0,346**
Suivi numérique de la production	0,556***	1,114***
<b>Ressources (H2)</b>		
SAU	0,012	-0,015
Main d'œuvre par hectare	0,011	0,026
<b>Réseaux (H3)</b>		
Membre d'un réseau collectif	-0,252*	
Membre d'une OP reconnue		-0,352*
<b>Complexité de l'exploitation (H4)</b>		
Cultures	0,029*	0,012
Diversification	0,103*	0,156**
Agritourisme	1,051**	0,318
Certification envisagée	0,874***	0,675***
<b>Complexité des pratiques productives (H5)</b>		
Pratiques agroécologiques	0,120**	
<b>Complexité des activités commerciales (H6)</b>		
Canaux de commercialisation		0,525***
<b>Localisation</b>		
Guadeloupe	0,881***	0,708***
Constante	-1,700***	-2,027***

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$  ; Nombre d'observations : 409 ; Wald  $\chi^2(32) = 198,50$  ( $p$ -value  $< 0,001$ ).  
 $\rho = 0.596$  ; Test d'exogénéité de Wald  $\rho = 0$  :  $\chi^2(1) = 25,9903$  ( $p$ -value  $< 0,001$ )

Source : les auteurs

Différents niveaux ont été considérés dans nos modélisations pour comprendre l'adoption d'outils numériques pour des usages spécifiques.

Le premier niveau est celui de l'adoption d'une innovation. Nos résultats soulignent l'importance du niveau de formation dans l'adoption des outils numériques. Alors que les exploitants ayant un niveau d'éducation supérieur sont les plus enclins à mobiliser les outils numériques pour l'acquisition de compétences, on constate que le niveau de formation n'a pas d'effet significatif sur l'adoption d'un outil numérique pour la communication-commercialisation (*H1a partiellement validée*). Ce résultat semble montrer que les outils numériques pour l'acquisition de compétences ne sont un atout que pour les exploitants formés



qui savent sélectionner les informations spécifiques dont ils ont besoin, alors que la communication autour de la production ne repose sur aucun prérequis en termes de formation. L'activité de communication-marketing via les outils numérique est accessible à l'ensemble des producteurs, quel que soit leur niveau de formation.

Nos résultats rendent compte de la non significativité de l'âge dans l'adoption d'un outil numérique (*H1b non validée*). Quel que soit leur âge, tous les producteurs ont le même attrait vers les outils numériques. On constate par ailleurs que, contrairement à l'effet attendu, les exploitants qui mobilisent le plus ces outils sont les exploitants les moins expérimentés (*H1c non validée*). Ceux-ci recherchent alors à développer des compétences dont ils ne disposent pas. Enfin, on observe que les producteurs qui présentent des compétences en numérique à travers le suivi de leur production ont une plus grande propension à utiliser les outils numériques pour d'autres usages (*H1d partiellement validée*).

En termes de ressources, on constate que la superficie exploitée n'a pas d'effet sur la mobilisation d'outils numériques (*H2a non validée*). Les outils étudiés, de par leur nature, ne sont pas plus mobilisés par les plus grands exploitants. Aussi, l'adoption des outils numériques, quel que soit leur usage, est indépendante de l'intensité de la main d'œuvre présente. Ce résultat rend compte du fait que les exploitants préfèrent mobiliser ces outils eux-mêmes (*H2b non validée*).

Enfin, nos résultats confortent l'importance de l'accompagnement des producteurs dans leur apprentissage et leur activité de communication-commercialisation. Les producteurs non insérés dans des réseaux qui les accompagnent dans leur acquisition de compétences vont compenser ce manque par un apprentissage que l'on pourrait qualifier d'autodidacte puisque réalisé seul à l'aide d'outils numériques (*H3a non validée*). De la même façon, les producteurs non accompagnés dans leur activité de communication-commercialisation mobilisent les outils numériques pour les réaliser (*H3b non validée*).

Le second niveau d'analyse concerne l'adoption des outils numériques quel que soit leur usage. Nos résultats confortent que la complexité des structures est un déterminant clé de l'adoption des outils numériques quel que soit leur usage. Les exploitations les plus diversifiées sont les plus enclines à adopter des outils numériques en particulier pour l'acquisition de compétences (*H4a partiellement validée*). De même, les exploitations qui développent l'agritourisme cherchent surtout à renforcer leurs savoirs dans un processus de vulgarisation du monde agricole (*H4b partiellement validée*). Enfin les exploitants qui envisagent de se certifier doivent développer des savoirs sur de nouvelles pratiques et améliorer leur dimension commerciale pour valoriser la production (*H4c validée*). La complexité des exploitations, quelle que soit sa forme, se traduit par une plus forte mobilisation des outils qui permettent aux producteurs d'acquérir des compétences et de développer leur activité de communication-commercialisation.

Le dernier niveau de compréhension de l'adoption des outils numériques est défini par les besoins formulés par les producteurs et auxquels peuvent répondre ces outils. Nos résultats confortent les hypothèses formulées. L'adoption des outils numériques pour un usage spécifique est conditionnée par les attentes des producteurs. Les exploitants sont davantage enclins à mobiliser les outils numériques pour l'acquisition de compétences qu'ils mettent en œuvre un système de production complexe où de nombreuses pratiques visant à réduire l'utilisation de produits phytosanitaires sont mises en œuvre (*H5 validée*). De la même façon, les producteurs qui développent de nombreux canaux de commercialisation renforcent leurs

efforts en termes de communication-commercialisation par le numérique pour gagner en visibilité et davantage valoriser leur production (*H6 validée*).

La Figure 3 synthétise les résultats obtenus en soulignant les différents niveaux conditionnant l'adoption d'un outil numérique pour un usage spécifique.

**Figure 3 : Échelles d'analyse de l'adoption d'outils numériques**



*Source : les auteurs*

## 6. Conclusion

Le numérique, de par ses potentiels effets positifs sur les systèmes de productions, est une technologie innovante et prometteuse pour le devenir des exploitations agricoles. Si les études sur les déterminants de l'adoption des outils numériques sont nombreuses, très peu considèrent les usages qui en sont fait. Cette prise en compte des usages du numérique est d'autant plus importante dans le contexte des Antilles françaises que l'utilisation du numérique en agriculture est spécifique puisque très peu développé au niveau productif bien qu'adapté aux besoins des producteurs.

Nous mobilisons la théorie des ressources et compétences afin d'identifier les caractéristiques individuelles et structurelles conditionnant l'adoption des outils numériques. Nous complétons cette approche par la prise en compte de l'influence de l'environnement organisationnel et de la diversité et la complexité des exploitations pour appréhender les usages de ces outils.

Nous nous basons sur des données originales collectées en Guadeloupe et en Martinique auprès de plus de 400 exploitations maraîchères. Nos premiers résultats, issus d'une analyse factorielle des correspondances, rendent compte du lien entre outil numérique et usage et identifient deux principaux usages du numérique : l'acquisition de compétences pour la production et l'appui à

la commercialisation. Ces deux usages étant non mutuellement exclusifs, nous étudions leur processus d'adoption à l'aide d'un modèle de probit bivarié.

Notre étude met en évidence trois résultats principaux. Premièrement, nous démontrons l'importance des organisations collectives dans l'accompagnement productif et commercial des exploitants. Les producteurs non insérés dans des organisations collectives adoptent, en réponse à ce manque d'accompagnement, des outils numériques répondant à des besoins spécifiques. Deuxièmement, nous soulignons que la diversité et la complexité des exploitations est un élément déterminant de l'utilisation des outils numérique. La diversification, quelle que soit sa forme, et la projection de l'exploitant dans le futur en termes de certification ont un impact positif sur l'utilisation du numérique. La gestion de cette complexité nécessite d'une part l'acquisition de savoirs pour la production et d'autre part d'une nouvelle source d'appui à la commercialisation. Enfin, nous confirmons l'hypothèse faite que l'adoption des outils numériques, pour un usage spécifique, est conditionnée par les attentes des producteurs. Ainsi, un producteur souhaitant renforcer sa mise en place de pratiques agroécologiques va avoir recours au numérique dans le but d'acquérir de nouvelles compétences ; de la même façon qu'un producteur visant à développer ses canaux de commercialisation va mobiliser des outils numériques fournissant un appui à la commercialisation.

Notre étude démontre que l'adoption d'un outil numérique est conditionnée par son usage. Cet usage permet de répondre à un besoin spécifique. Le numérique est un levier d'autant plus important que les producteurs ne sont peu ou pas entourés par des structures qui les accompagnent dans la réalisation de leurs besoins. Toute une réflexion s'ouvre alors sur le possible développement de formes mixtes combinant outils numériques et formes organisationnelles. Les atouts de ces outils couplés à ceux de ces organisations pourraient permettre d'accompagner davantage les producteurs et de répondre aux spécificités, souvent complexes, de leurs besoins.

De par leur coût, leur complexité d'utilisation, ou encore leur inadaptation au contexte local, les outils numériques sont souvent considérés comme non adaptés aux petites exploitations agricoles (Chandra & Collis, 2021). Dans le cadre de notre étude, nous montrons qu'un certain type d'outils numériques peut être mis en œuvre par ces exploitations dans le cas du maraîchage aux Antilles. Loin d'être des résultats contradictoires, nos résultats soulignent la pluralité des outils numériques que peuvent mobiliser les producteurs. Ainsi, si les outils d'acquisition et de diffusion de l'information sont largement adoptés par les petits maraîchers, cette adoption peut précéder l'adoption d'autres outils numériques, notamment ceux dédiés à l'agriculture de précision. Des travaux futurs pourraient alors s'attacher à comprendre le mécanisme séquentiel d'adoption des outils numériques avec, en contextes insulaires, une première étape qui serait celle de l'adoption des outils numériques spécifiques à l'acquisition et à la diffusion d'information. Ces travaux mettraient notamment en lumière les risques de concentration des pouvoirs et de dépendance au sentier inhérents à l'agriculture de précision, mais aussi des opportunités d'attractivité des jeunes actifs et de complémentarité accrue du numérique avec l'agroécologisation des pratiques.

## Bibliographie

Asfaw, S., Mithöfer, D., & Waibel, H. (2010). What Impact Are EU Supermarket Standards Having on Developing Countries' Export of High-Value Horticultural Products? Evidence From Kenya. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 22(3-4), 252-276. <https://doi.org/10.1080/08974431003641398>

Atkinson, R., & Flint, J. (2001). Accessing Hidden and Hard-to-Reach Populations : Snowball Research Strategies. *Social Res Update*, 33.

Aubert, M. (2016). Commercialisation des produits agricoles en circuit court : Analyse du cas français. *Systèmes alimentaires / Food Systems*, 1, 121-145. <https://doi.org/10.15122/isbn.978-2-406-06863-1.p.0121>

Barbieri, C., & Mshenga, P. M. (2008). The Role of the Firm and Owner Characteristics on the Performance of Agritourism Farms. *Sociologia Ruralis*, 48(2), 166-183. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2008.00450.x>

Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>

Barrett, H., & Rose, D. C. (2022). Perceptions of the Fourth Agricultural Revolution : What's In, What's Out, and What Consequences are Anticipated? *Sociologia Ruralis*, 62(2), 162-189. <https://doi.org/10.1111/soru.12324>

Baudoin, E., Diard, C., Benabid, M., & Cherif, K. (2019). Chapitre 6. Formation et apprentissages informels numériques. In *Transformation digitale de la fonction RH* (p. 193-218). Dunod. <https://www.cairn.info/transformation-digitale-de-la-fonction-rh--9782100767595-p-193.htm>

Bellon-Maurel, V., Brossard, L., Garcia, F., Mitton, N., & Termier, A. (2022). *Agriculture et numérique* (p. 1). INRIA. <https://doi.org/10.17180/wmkb-ty56>

Bellon-Maurel, V., & Huyghe, C. (2017). Putting agricultural equipment and digital technologies at the cutting edge of agroecology. *OCL*, 24. <https://doi.org/10.1051/ocl/2017028>

Birner, R., Daum, T., & Pray, C. (2021). Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supply-side trends, players and challenges. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 43. <https://doi.org/10.1002/aapp.13145>

Bultena, G. L., & Hoiberg, E. O. (1983). Factors affecting farmers' adoption of conservation tillage. *Journal of Soil and Water Conservation*, 38(3), 281-284.

Calvet-Mir, L., Benyei, P., Aceituno-Mata, L., Pardo-de-Santayana, M., López-García, D., Carrascosa-García, M., Perdomo-Molina, A., & Reyes-García, V. (2018). The Contribution of Traditional Agroecological Knowledge as a Digital Commons to Agroecological Transitions : The Case of the CONECT-e Platform. *Sustainability*, 10(9), Art. 9. <https://doi.org/10.3390/su10093214>

Chandra, R., & Collis, S. (2021). Digital agriculture for small-scale producers : Challenges and opportunities. *Communications of the ACM*, 64, 75-84. <https://doi.org/10.1145/3454008>

Chia, E., & Dulcire, M. (2005). La vitrine ou l'arrière boutique ! Le rôle des Contrats Territoriaux d'Exploitations en Guadeloupe. *Gérer et Comprendre. Annales des Mines - Annales des mines. Gérer et comprendre - Gérer & comprendre*, 81, 25.

Chia, E., & Dulcire, M. (2019). La coexistence de formes de production agricole au prisme des politiques publiques : Le cas de la Guadeloupe. *Études caribéennes*, 43-44, Art. 43-44. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.16652>

Cholez, C., Magrini, M.-B., & Galliano, D. (2020). Exploring inter-firm knowledge through contractual governance : A case study of production contracts for faba-bean procurement in France. *Journal of Rural Studies*, 73, 135-146. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.10.040>

Clay, D., Reardon, T., & Kangasniemi, J. (1998). Sustainable Intensification in the Highland Tropics : Rwandan Farmers' Investments in Land Conservation and Soil Fertility. *Economic Development and Cultural Change*, 46(2), 351-377.

Comtet, I. (2009). Entre usage professionnel des TIC et structure organisationnelle : La capacité au bricolage comme compétence adaptative. *Études de communication*, 33(2), 119-134. <https://doi.org/10.4000/edc.1079>

Erickson, B., & Fausti, S. W. (2021). The role of precision agriculture in food security. *Agronomy Journal*, 113(6), 4455-4462. <https://doi.org/10.1002/agj2.20919>

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. <https://doi.org/10.2307/3145937>

Feder, G., Just, R., & Zilberman, D. (1985). Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries : A Survey. *Economic Development and Cultural Change*, 33, 255-298. <https://doi.org/10.1086/451461>

Fernandez-Cornejo, J., Beach, E., & Huang, W.-Y. (1994). The Adoption of IPM Techniques By Vegetable Growers in Florida, Michigan and Texas. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 26. <https://doi.org/10.1017/S1074070800019271>

Fernandez-Cornejo, J., & Ferraioli, J. (1999). The Environmental Effects of Adopting IPM Techniques : The Case of Peach Producers. *Journal of Agricultural & Applied Economics*, 31, 551-564. <https://doi.org/10.1017/S107407080000883X>

Ferrari, A., Bacco, M., Gaber, K., Jedlitschka, A., Hess, S., Kaipainen, J., Koltsida, P., Toli, E., & Brunori, G. (2022). Drivers, barriers and impacts of digitalisation in rural areas from the viewpoint of experts. *Information and Software Technology*, 145, 106816. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106816>

Freguin-Gresh, S., Cortes, G., & Angeon, V. (2020). *Les petites agricultures familiales en Guadeloupe : Une contribution à l'ancrage de l'alimentation ?* [Report, Cirad ES, UMR ART-Dev ; Université Paul Valéry Montpellier 3 ; INRAE UR Ecodéveloppement]. <https://hal.inrae.fr/hal-03528033>

Galt, R. (2008). Toward an Integrated Understanding of Pesticide Use Intensity in Costa Rican Vegetable Farming. *Human Ecology*, 36, 655-677. <https://doi.org/10.1007/s10745-008-9190-5>

- Gkisakis, V., & Konstantinos, D. (2020). Digital innovations for the agroecological transition : A user innovation and commons-based approach. *Landbauforschung*, 70, 1-4. <https://doi.org/10.3220/LBF1595407375000>
- Greene, W. H. (2011). *Econometric Analysis* (7th edition). Pearson.
- Hargittai, E. (2002). Second-Level Digital Divide : Differences in People's Online Skills. *First Monday*. <https://doi.org/10.5210/fm.v7i4.942>
- Higgins, V., Bryant, M., Howell, A., & Battersby, J. (2017). Ordering adoption : Materiality, knowledge and farmer engagement with precision agriculture technologies. *Journal of Rural Studies*, 55, 193-202. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.08.011>
- Hrustek, L. (2020). Sustainability Driven by Agriculture through Digital Transformation. *Sustainability*, 12, 8596. <https://doi.org/10.3390/su12208596>
- Ibañez, M., & Blackman, A. (2016). Is Eco-Certification a Win–Win for Developing Country Agriculture? Organic Coffee Certification in Colombia. *World Development*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.01.004>
- Ingram, J., & Maye, D. (2020). What Are the Implications of Digitalisation for Agricultural Knowledge? *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 66. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00066>
- INSEE. (2017). *Enquête sur les technologies de l'information et de la communication—2017* [Data set]. Progedo-Adisp. <https://doi.org/10.13144/LIL-1248>
- Just, R. E., Zilberman, D., & Rausser, G. C. (1980). A putty-clay approach to the distributional effects of new technology under risk. In: Yaron DaT, C., Editor. *Operations Research in Agriculture and Water Resources*. New York: North Holland Publishing Company.
- Kersting, S., & Wollni, M. (2011). Public-private partnerships and GLOBALGAP standard adoption : Evidence from small-scale fruit and vegetable farmers in Thailand. In *2011 International Congress, August 30-September 2, 2011, Zurich, Switzerland* (N° 114761; 2011 International Congress, August 30-September 2, 2011, Zurich, Switzerland). European Association of Agricultural Economists. <https://ideas.repec.org/p/ags/eaee11/114761.html>
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0 : New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Laborde, C. sous la direction d'Aurélié. (2012). *TIC et agriculture : Appropriation des dispositifs numériques et mutations des organisations agricoles*. Editions L'Harmattan.
- Lachia, N. (2020). *Dossier n°6 : Les usages du numérique en maraîchage – Observatoire des Usages de l'agriculture numérique*. <http://agrotic.org/observatoire/2020/02/19/dossier-n6-les-usages-du-numerique-en-maraichage/>
- Lajoie-O'Malley, A., Bronson, K., van der Burg, S., & Klerkx, L. (2020). The future(s) of digital agriculture and sustainable food systems : An analysis of high-level policy documents. *Ecosystem Services*, 45, 101183. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101183>

- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR : An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1-18.
- Leveau, L., Béné, A., Cahier, J.-P., Pinet, F., Salembier, P., Soullignac, V., & Bergez, J.-E. (2019). Information and Communication Technology (ICT) and the Agroecological Transition. In *Agroecological Transitions : From Theory to Practice in Local Participatory Design* (p. 263-287). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01953-2\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01953-2_12)
- Lezoche, M., Hernandez, J. E., Alemany, M., Panetto, H., & Kacprzyk, J. (2020). Agri-food 4.0 : A survey of the Supply Chains and Technologies for the Future Agriculture. *Computers in Industry*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103187>
- Marzin, J., Fréguin-Gresh, S., Angeon, V., Andrieu, N., Urrutia, V. B., & Cerdan, C. (2021). *Étude sur les freins et leviers à l'autosuffisance alimentaire : Vers de nouveaux modèles agricoles dans les départements et régions d'outre-mer* (p. 250). CIRAD, AFD.
- Mazaud, C. (2017). « À chacun son métier », les agriculteurs face à l'offre numérique. *Sociologies pratiques*, 34(1), 39-47. <https://doi.org/10.3917/sopr.034.0039>
- McNamara, K. T., Wetzstein, M. E., & Douce, G. K. (1991). Factors Affecting Peanut Producer Adoption of Integrated Pest Management. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 13(1), 129-139. <https://doi.org/10.2307/1349563>
- Michels, M., Fecke, W., Feil, J.-H., Musshoff, O., Lülfs-Baden, F., & Krone, S. (2020). “Anytime, anyplace, anywhere”—A sample selection model of mobile internet adoption in german agriculture. *Agribusiness*, 36. <https://doi.org/10.1002/agr.21635>
- Milgroom, J., Bruil, J., & Leeuwis, C. (2016). Co-creation in the practice, science and movement of agroecology. *Farming Matters*, 32(1), 6-9.
- Mizik, T. (2022). How can precision farming work on a small scale? A systematic literature review. *Precision Agriculture*, 1-23. <https://doi.org/10.1007/s11119-022-09934-y>
- Morgan, D. L. (2008). Snowball sampling. *The SAGE encyclopedia of qualitative research methods*, 2, 815-816.
- Okello, D. O., Feleke, S., Gathungu, E., Owuor, G., & Ayuya, O. I. (2020). Effect of ICT tools attributes in accessing technical, market and financial information among youth dairy agripreneurs in Tanzania. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1817287. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1817287>
- Peroff, D., Morais, D., & Sills, E. (2022). The Role of Agritourism Microentrepreneurship and Collective Action in Shaping Stewardship of Farmlands. *Sustainability*, 14, 8116. <https://doi.org/10.3390/su14138116>
- Pires, A. (1997). Échantillonnage et recherche qualitative : Essai théorique et méthodologique. *La recherche qualitative. Enjeux épistémologiques et méthodologiques*, 113-169.
- Rasse, C., Andrieu, N., Diman, J.-L., Fanchone, A., & Chia, E. (2018). Utilisation de pratiques agroécologiques et performances de la petite agriculture familiale : Le cas de la Guadeloupe. *Cahiers Agricultures*, 27, 55002. <https://doi.org/10.1051/cagri/2018032>

- Rose, D., de Boon, A., Schillings, J., Smith, R., Chivers, C.-A., Lishman, L., & Bliss, K. (2021). *Videos and podcasts as potential approaches for knowledge exchange with farmers : Testing their potential role in ELM.*
- Scheerder, A., van Deursen, A., & van Dijk, J. (2017). Determinants of Internet skills, uses and outcomes. A systematic review of the second- and third-level digital divide. *Telematics and Informatics*, 34(8), 1607-1624. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.07.007>
- Schimmelpfennig, D. (2016). Farm Profits and Adoption of Precision Agriculture. *U.S. Department of Agriculture, Economic Research Report, ERR-217*, 46 pp.
- Schmitt, E., Schwab, S., Vukotic, F., & Jaisli, I. (2018, juillet 1). *The potential of digital platforms to facilitate the diffusion of diversification strategies in agriculture.*
- Schnebelin, E. (2022). Linking the diversity of ecologisation models to farmers' digital use profiles. *Ecological Economics*, 196, 107422. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107422>
- Schnebelin, E., Labarthe, P., & Touzard, J.-M. (2021). How digitalisation interacts with ecologisation? Perspectives from actors of the French Agricultural Innovation System. *Journal of Rural Studies*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.07.023>
- Schnebelin, É., Valiente, C., Touzard, J.-M., & Labarthe, P. P. (2022). *Usages du numérique en agriculture : Enquête auprès de 98 exploitations ayant des grandes cultures en région Occitanie - Synthèse (p. 7 p.)* [Research Report]. Inrae. <https://doi.org/10.17180/a9ar-nm04>
- Sharma, A., Bailey, A., & Fraser, I. (2011). Technology Adoption and Pest Control Strategies Among UK Cereal Farmers : Evidence from Parametric and Nonparametric Count Data Models. *Journal of Agricultural Economics*, 62, 73-92. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2010.00272.x>
- Sott, M. K., Nascimento, L. da S., Foguesatto, C. R., Furstenu, L. B., Faccin, K., Zawislak, P. A., Mellado, B., Kong, J. D., & Bragazzi, N. L. (2021). A Bibliometric Network Analysis of Recent Publications on Digital Agriculture to Depict Strategic Themes and Evolution Structure. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(23), 7889. <https://doi.org/10.3390/s21237889>
- Souza Monteiro, D. M., & Caswell, J. A. (2009). Traceability adoption at the farm level : An empirical analysis of the Portuguese pear industry. *Food Policy*, 34(1), 94-101.
- Taragola, N. M., & Van Lierde, D. F. (2010). Factors affecting the Internet behaviour of horticultural growers in Flanders, Belgium. *Computers and Electronics in Agriculture*, 70(2), 369-379. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2009.09.004>
- Taylor, D. L., & Miller, W. L. (1978). The adoption process and environmental innovations : A case study of a government project. *Rural Sociology*, 43(4), 634-648.
- Todorović, V., Maslarić, M., Bojic, S., Jokic, M., Mirčetić, D., & Nikolicic, S. (2018). Solutions for More Sustainable Distribution in the Short Food Supply Chains. *Sustainability*, 10, 3481. <https://doi.org/10.3390/su10103481>
- Torres, A., Marshall, M., Alexander, C., & Delgado, M. (2016). Are local market relationships undermining organic fruit and vegetable certification? A bivariate probit analysis. *Agricultural Economics*, 48. <https://doi.org/10.1111/agec.12326>



- Tovar, L., Martin, L., Cruz, M., & Mutersbaugh, T. (2005). Certified organic agriculture in Mexico : Market connections and certification practices in large and small producers. *Journal of Rural Studies*, 21, 461-474. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2005.10.002>
- Traoré, N., Landry, R., & Amara, N. (1998). On-Farm Adoption of Conservation Practices : The Role of Farm and Farmer Characteristics, Perceptions, and Health Hazards. *Land Economics*, 74(1), 114-127. <https://doi.org/10.2307/3147217>
- Vernier, C., Loeillet, D., Thomopoulos, R., & Macombe, C. (2021). Adoption of ICTs in Agri-Food Logistics : Potential and Limitations for Supply Chain Sustainability. *Sustainability*, 13(12), 6702. <https://doi.org/10.3390/su13126702>
- Wei, K.-K., Teo, H.-H., Chan, H. C., & Tan, B. C. Y. (2011). Conceptualizing and Testing a Social Cognitive Model of the Digital Divide. *Information Systems Research*, 22(1), 170-187. <https://doi.org/10.1287/isre.1090.0273>
- Wernerfelt, B. (1984). A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180.
- White, D., Meyers, C., Doerfert, D., & Irlbeck, E. (2014). Exploring Agriculturalists' Use of Social Media for Agricultural Marketing. *Journal of Applied Communications*, 98. <https://doi.org/10.4148/1051-0834.1094>
- Wright, D., Hammond, N., Thomas, G., MacLeod, B., & Abbott, L. K. (2018). The provision of pest and disease information using Information Communication Tools (ICT); an Australian example. *Crop Protection*, 103, 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.08.023>
- Wyckhuys, K. A. G., Bentley, J. W., Lie, R., Nghiem, L. T. P., & Fredrix, M. (2018). Maximizing farm-level uptake and diffusion of biological control innovations in today's digital era. *BioControl*, 63(1), 133-148. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9820-1>
- Zhou, J., Helen, J. H., & Liang, J. (2011). Implementation of food safety and quality standards : A case study of vegetable processing industry in Zhejiang, China. *The Social Science Journal*, 48(3), 543-552. <https://doi.org/10.1016/j.soscij.2011.06.007>

## Remerciements

Cet article a été réalisé avec le soutien financier du Ministère des Outre-mer dans le cadre du projet Territoires Durables, ainsi qu'avec le soutien financier de l'Office Français de la Biodiversité dans le cadre du projet ECOPHYTO PUMAT.