

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

EFFETS DE L'AVERSION AU RISQUE ET DE LA PRÉFÉRENCE
TEMPORELLE DANS LA DÉCISION DE PRODUIRE DU MAÏS ET DU SOYA
BIOLOGIQUES : LE CAS DES AGRICULTEURS QUÉBÉCOIS

MÉMOIRE
PRÉSENTÉ
COMME EXIGENCE PARTIELLE
MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR
SABRINA PIOVESAN

MARS 2019

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je voudrais tout d'abord remercier mon directeur de recherche, Charles Séguin, qui m'a proposé ce projet de recherche, et m'a accompagné à travers ces trois années de travail.

Un grand merci est également dû à monsieur Sylvain Lefèvre qui m'a donné ma première expérience de recherche, et a été d'une grande aide dans les dernières années. Le partage de son expérience et la confiance qu'il m'a accordée ont été d'une grande richesse dans mon apprentissage.

Je dois également souligner l'excellence de l'Institut des sciences de l'environnement de l'UQAM, et de la qualité de l'enseignement reçu. Merci de créer un espace de rencontre pour les étudiants et chercheurs de divers horizons. Ce cadre d'étude permet l'échange et la créativité en recherche. J'y ai rencontré des personnes extraordinaires.

Merci à mon partenaire, Dr-en-Devenir Fintan Neylan pour sa patience, son appui, ses conseils et toutes nos discussions plus stimulantes les unes que les autres. Merci à ma mère, Doris Leblanc, et mon père, GianCarlo Piovesan, qui ont su m'encourager à atteindre mes objectifs, malgré les obstacles rencontrés.

Finalement, merci à ChristianBégin et Patrick Renaud pour les fous rires et le maintien de ma santé mentale.

TABLES DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES.....	vi
LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS	vii
RÉSUMÉ	viii
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE I : EFFETS DE L'AVERSION AU RISQUE ET DE LA PRÉFÉRENCE TEMPORELLE DANS LA DÉCISION DE PRODUIRE DU SOYA BIOLOGIQUE : LE CAS DES AGRICULTEURS QUÉBÉCOIS	6
1.1 Introduction	6
1.1.1 Contexte et revue de littérature	8
1.1.2 Contribution	11
1.2 Modèle.....	12
1.3 Échantillon et collecte de données	15
1.3.1 Expérience avec listes de prix multiples.....	21
1.4 Résultats et discussion.....	24
1.5 Conclusion.....	36
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	38
ANNEXE A Tableau récapitulatif de la série de questions #2 sur la préférence au risque.....	40
ANNEXE B Intervalles et attitude des séries de questions sur la préférence au risque.....	41

ANNEXE C Taux d'intérêt, points milieux et attitudes des séries de questions sur la préférence temporelle.....	43
BIBLIOGRAPHIE	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
Tableau 1. 1 Données sociodémographiques des répondants.....	18
Tableau 1. 2 Superficies cultivées par les répondants	19
Tableau 1. 3 Coûts de production par type de production	20
Tableau 1. 4 Série 1 de questions sur le risque	23
Tableau 1. 5 Séries de questions sur la préférence temporelle	24
Tableau 1. 6 Différence x entre les taux d'aversion aux risques 1 et 2.....	26
Tableau 1. 7 Estimation du CRRA	27
Tableau 1. 8 Estimation du CRRA selon le type de production	28
Tableau 1. 9 Distribution des résultats sur la préférence temporelle.....	30
Tableau 1. 10 Corrélations entre r et δ	31
Tableau 1. 11 Résultats du modèle probit.....	34

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

CARTV : Conseil des appellations réservées et des termes valorisants

CIRC : Centre international de recherche sur le cancer

CRRA : Coefficient relatif d'aversion au risque

EU : Utilité espérée

FABQ : Fédération d'agriculture biologique du Québec

FADQ : Financière agricole du Québec

IP : Identité préservée

LPM : Listes de prix multiple

MAPAQ : Ministère de l'Agriculture, Pêcheries et Alimentation du Québec

MDDELCC : Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la
Lutte contre les changements climatiques

OGM : Organisme génétiquement modifié

OMS : Organisation mondiale de la Santé

UPA : Union des producteurs agricoles

LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

r : Coefficient relatif d'aversion au risque

ω : Consommation générale du répondant

Φ : Fonction de distribution cumulative de la loi normale centrée réduite

ha : Hectare

G\$: Milliard de dollars

k\$: Millier de dollars

M\$: Million de dollars

M : Montant à gagner

δ : Taux d'actualisation

μ : Paramètre de bruit

p : Probabilité

RÉSUMÉ

L'agriculture biologique occupe toujours une place marginale dans les grandes cultures de maïs et de soya au Québec. La transition d'une production conventionnelle vers une production biologique représente un défi agronomique et un certain risque pour l'agriculteur. Elle offre toutefois une plus grande profitabilité une fois la certification obtenue. Nous avons cherché à démontrer que l'aversion au risque et la préférence temporelle des producteurs de maïs et de soya biologique québécois expliquent en partie leur choix de production. Pour répondre à cette question, des questionnaires autoadministrés, des entrevues et des mises en situation avec listes de prix multiples ont été utilisés auprès de 36 agriculteurs. Nous avons posé trois hypothèses : (1) les agriculteurs biologiques ont un taux d'actualisation plus faible que les agriculteurs conventionnel; (2) les agriculteurs biologiques ont un taux d'aversion au risque plus faible que les agriculteurs conventionnels; (3) les agriculteurs biologiques ont à la fois un plus petit taux d'aversion au risque et un plus petit taux d'actualisation que les agriculteurs conventionnels. L'analyse des maximums de vraisemblance démontre une différence statistiquement significative entre les coefficients d'aversion au risque des producteurs biologiques et conventionnels. Le modèle probit a été utilisé pour mesurer l'effet des coefficients d'aversion au risque et le taux d'actualisation sur la probabilité d'occurrence d'une production biologique. Les résultats obtenus démontrent que les agriculteurs biologiques de notre échantillon ont une plus grande tolérance au risque et un plus petit taux d'actualisation que les producteurs conventionnels. Ces résultats ne nous permettent pas de conclure à un lien causal, mais suggèrent que ces hypothèses ne peuvent être rejetées d'emblée.

Mots clés : Aversion au risque. Préférence temporelle. Agriculture biologique. Grandes cultures.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'industrialisation du secteur de l'agriculture, caractérisée par des tendances de mécanisation, de spécialisations, et de production de masse, a progressé rapidement dans la deuxième moitié du 20^e siècle (Hendrickson et James, 2005). Le développement de nouvelles technologies et l'avènement de firmes spécialisées ont grandement affecté les modes de productions agricoles. Aujourd'hui, le mode de production intensif ¹ et spécialisé est le plus largement répandu en Occident (Malézieux, 2012).

À cela s'ajoute le contexte imprévisible des changements climatiques, des variations de températures et de précipitations, ainsi que l'augmentation du nombre d'évènements météorologiques extrêmes (Mendelshohn, 2007). La nécessaire adaptation des agriculteurs à un environnement changeant et à de nouveaux obstacles (maladies, parasites et mauvaises herbes plus résistantes, sécheresses et pluies trop abondantes) a exacerbé cette tendance vers l'industrialisation et les nouvelles technologies.

Mais sommes-nous allés trop loin ?

En 1975, la firme Monsanto commercialise un herbicide à base de glyphosate, le *Roundup*. Pendant près de 20 ans, l'herbicide à base de glyphosate ne pouvait être

¹ L'agriculture intensive réfère à un système de production agricole dont le but est l'accroissement et la maximisation de la productivité et du rendement de la terre en utilisant une grande quantité d'intrants synthétiques et de ressources.

utilisé que si la totalité de la végétation présente devait être éradiquée. Pour pallier ce problème, Monsanto développe en 1996 des variétés de semences transgéniques résistantes au *Roundup*² (Benbrook, 2016). Depuis sa création, l'utilisation du glyphosate a été multipliée par 100. Cette augmentation est en partie explicable par une boucle de rétroaction³ positive sur la résistance des mauvaises herbes aux quantités de produits utilisés et recommandés (Myers *et al*, 2016). Le glyphosate est aujourd'hui l'herbicide le plus utilisé aux États-Unis, et probablement dans le monde (Benbrook, 2016). Il est maintenant sous la loupe des scientifiques, et fait l'objet d'un intense débat en Occident. Certains l'accusent d'être responsable de dommages environnementaux et humains graves (Hénault-Éthier, 2016; Robin, 2017). En 2015, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) classe le glyphosate comme étant un agent probablement cancérigène pour l'humain, puis, un an plus tard, l'OMS se rétracte et affirme qu'il ne pose probablement pas de danger pour l'humain. En avril 2017, le Canada renouvelle son homologation pour 15 ans, malgré les préoccupations grandissantes quant à sa sécurité. En juin 2017, le scandale des *Monsanto Papers* éclate soulevant d'autant plus de questions.

[...] l'analyse des mémos internes de l'entreprise révéla de rares stratégies d'ingérences dans l'évaluation scientifique visant à dissimuler, depuis plus de 20 ans, les risques de ces herbicides à base de glyphosate sur la santé publique. Ces pratiques vont du camouflage à la tromperie en passant par la désinformation, sans oublier les conflits d'intérêts et le recours à l'écriture fantôme où des scientifiques bon teint signent des articles scientifiques produits chez Monsanto. (Vandelac, 2017, p13).

² Ces semences sont connues sous l'appellation *Roundup Ready*, et sont largement utilisées dans un mode de production agricole conventionnel.

³ Une boucle de rétroaction positive réfère à une chaîne de cause à effets où le résultat influence son origine en provoquant une amplification de cette dernière.

Les récents développements judiciaires donnent raison aux détracteurs du glyphosate. En effet, en août 2018, Monsanto a été condamné par un tribunal de San Francisco à verser près de 290 M\$ à un jardinier atteint d'un cancer incurable causé par le *Roundup* (Agence France-Presse, 2018).

Le secteur québécois de l'agriculture n'échappe pas à cette tendance mondiale. La proportion de culture transgénique de maïs et de soya⁴ est en croissance depuis le début des années 2000. En 2013, elles atteignaient 87 % des cultures de maïs-grain, et 69 % du soya, soit une augmentation respective de 164 % et 400 % par rapport à l'année 2001 (MAPAQ, 2015).

Au Québec, l'agriculture représente des revenus pour les différents paliers gouvernementaux de 4,6 G\$, dont 2,6 G\$ en contributions nettes pour le gouvernement du Québec (UPA, 2018). Avec plus de 1 G\$ de recettes de marché, le secteur de la production de grains québécois se place en troisième position (MAPAQ, 2018b). Les grandes cultures de maïs et de soya représentent un apport substantiel en termes financiers et agricoles. En 2014, les productions de maïs et de soya ont généré respectivement des revenus de près de 500 et 400 M\$, ainsi que 90 % et 85 % des volumes de céréales et d'oléagineux. Elles couvrent environ 933 000 hectares (ha) du territoire québécois (MAPAQ, 2015; MDDELCC, 2015). Au Canada, le Québec est le 2^e plus important producteur de maïs et de soya, mais ses volumes de production ne lui permettent pas de jouer un rôle significatif sur le marché mondial.

⁴ La culture du maïs et du soya est pratiquée ensemble dans le principe de la rotation des cultures. Un producteur de soya est donc également producteur de maïs.

Étant donné l'importance économique et environnementale de ce secteur, le gouvernement du Québec a mis en place *Le plan d'action ministériel pour le développement durable du secteur des grains 2015 – 2020*. Ce plan cherche, entre autres, à améliorer le bilan environnemental de la production de grains, en ayant notamment une cible de réduction de 25 % des risques associés aux ingrédients actifs des pesticides, et à améliorer la compétitivité du secteur et la rentabilité des entreprises agricoles (MAPAQ, 2016).

Les agriculteurs québécois sont soumis à une hausse constante du prix des terres arables, et à la nécessité de s'endetter significativement pour assurer la pérennité de leurs activités. Entre 2002 et 2012, le prix des terres a crû de 76 %, et celles dans les régions où se concentre la culture du maïs⁵ sont les plus dispendieuses (MAPAQ, 2015). Si le taux d'endettement des agriculteurs est en constante diminution dans les dernières années, il se situe toujours à 18 % en 2011, soit environ 5 % de plus qu'en Ontario (MAPAQ, 2015). Les agriculteurs québécois ont accès à des assurances récolte et assurances stabilité offertes par la financière agricole du Québec (FADQ). Les productions biologiques et conventionnelles sont donc en partie protégées contre les risques environnementaux et les fluctuations du marché (FADQ, 2016). Ces couvertures ne sont toutefois pas suffisantes pour protéger un agriculteur contre une faillite advenant un évènement météorologique ou financier extrême.

Le marché de l'alimentation biologique québécois représente 400 M\$ de ventes et une croissance annuelle moyenne de 10 % (MAPAQ, 2018a). Puisque seulement 30 %

⁵ Régions administratives québécoises productrices de maïs en ordre d'importance : Montérégie, Centre-du-Québec, Capitale Nationale-Mauricie, et Lanaudière.

de ce marché est produit localement, le gouvernement du Québec démontre un intérêt visible pour accroître la part de marché des producteurs québécois. En 2015, Québec a adopté la *Stratégie de croissance du secteur biologique* dont l'objectif est de « profiter du potentiel de croissance qu'offre l'agriculture biologique » (MAPAQ, 2018a) et d'appuyer les producteurs biologiques sur le territoire. Cet appui se traduit par un investissement de 9 M\$ en diverses aides financières.

Cette recherche s'inscrit dans un contexte de contestation et de questionnement sur l'utilisation de l'agriculture intensive et conventionnelle. Étant donné l'importance du secteur agricole dans l'économie du Québec, et considérant le fait que les agriculteurs sont au cœur des changements potentiels, nous cherchons à mieux comprendre leurs attitudes face à une agriculture biologique. Nous croyons qu'une telle démarche est nécessaire pour mieux cerner leurs besoins en terme de politiques publiques, afin de pouvoir y répondre adéquatement.

Le présent mémoire est présenté sous la forme d'un article scientifique dont nous voulons faire publier une version anglaise dans le *Canadian Journal of Agricultural Economics*.

CHAPITRE I

EFFETS DE L'AVERSION AU RISQUE ET DE LA PRÉFÉRENCE TEMPORELLE DANS LA DÉCISION DE PRODUIRE DU MAÏS ET DU SOYA BIOLOGIQUES : LE CAS DES AGRICULTEURS QUÉBÉCOIS

- Sabrina Piovesan et Charles Séguin

1.1 Introduction

La production agricole mondiale dépend largement du mode de production moderne. Il en résulte un gain massif de productivité, mais aussi une augmentation significative des intrants chimiques (Malézieux, 2012). Un nombre grandissant de recherches s'intéressent aux impacts environnementaux et humains d'une telle croissance, notamment au cas spécifique des herbicides à base de glyphosate, commercialisé par la firme Monsanto sous le nom *Roundup* dans les années 70 (Hénault-Éthier, 2016; Robin, 2017; Gomes *et al.*, 2017; Mesnage *et al.*, 2017; Smedbol *et al.*, 2013; Gattàs *et al.*, 2018). La pratique agricole industrielle, ou conventionnelle, domine le marché actuel de production de grandes cultures de maïs et de soya. Les pratiques alternatives sont toutefois toujours existantes et semblent de plus en plus attrayantes pour les consommateurs. Selon le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries, et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ): « *Le marché des aliments biologiques québécois a une valeur de plus de 400 M\$ et il connaît une croissance annuelle moyenne de 10 %* » (MAPAQ, 2018a).

L'utilisation de pesticides dans les champs de maïs et de soya, ainsi que leur contamination des cours d'eau à proximité, est une problématique surveillée par les autorités et les chercheurs. Dans son rapport sur la présence de pesticide dans l'eau de 2015, le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) a révélé qu'en 2014 la fréquence de détection de glyphosate dans les rivières surveillées a atteint près de 90 %. La présence de ces contaminants dans les cours d'eau québécois affecte non seulement la vie marine, mais également la santé des individus qui la consomment et la chaîne alimentaire où ils s'introduisent. Ces contaminants sont soupçonnés d'agir comme perturbateurs endocriniens, d'être responsables de dommages hépatorénaux, et d'être cancérigènes (Hénault-Éthier, 2016; Myers *et al*, 2016; Robin, 2017).

Lorsqu'un producteur agricole choisit un type de production, plusieurs facteurs implicites et explicites participent à sa prise de décision. Cet article a pour but d'analyser le choix des agriculteurs du Québec entre une pratique biologique ou conventionnelle⁶ en regard de la profitabilité de leurs activités. Nous posons l'hypothèse que la profitabilité est au cœur des motivations des agriculteurs (Knowler et Bradshaw, 2007; Toledo et Engler, 2008; Acs *et al*, 2009). En considérant l'importance du risque et de l'incertitude dans la prise de décision, nous supposons que les agriculteurs choisissant une production biologique sont plus tolérants au risque, et qu'ils ont un taux de préférence temporelle plus faible, c'est-à-dire qu'ils seraient donc prêts à attendre plus longtemps pour récolter le fruit de leurs investissements. Nous tenterons de répondre à la question suivante : l'aversion au

⁶ La pratique agricole « conventionnelle », réfère à toute pratique n'ayant pas obtenue la certification biologique, incluant les productions génétiquement modifiées ou non. La production à identité préservée (IP) y est donc incluse.

risque et la préférence temporelle influencent-elles la décision des agriculteurs québécois de produire du soya biologique ?

Pour répondre à cette question, nous avons rencontré des producteurs québécois de maïs et de soya. Ils ont d'abord répondu à un questionnaire autoadministré, puis ont participé à une entrevue et à des mises en situation avec listes de prix multiples (LPM) afin d'inférer leurs taux d'aversion au risque et de préférence temporelle.

La première section de cet article présentera le contexte général ainsi qu'une revue de l'état actuel de la littérature sur les questions de risque et de transition biologique. La deuxième partie sera dédiée à un modèle économique à l'origine des hypothèses du présent article. La troisième partie décrira les données récoltées et l'échantillon utilisé. Finalement, la dernière partie sera consacrée aux démarches de l'expérience, les résultats obtenus et aux discussions qui en découlent.

1.1.1 Contexte et revue de littérature

L'agriculture conventionnelle cherche à optimiser le rendement et la productivité d'une superficie cultivable. Pour y arriver, cette pratique recommande l'utilisation d'intrants chimiques divers. Elle offre à la fois un rendement plus stable et plus élevé lors de conditions météorologiques dites normales, et une nécessité grandement réduite de travailler la terre (Seufert *et al*, 2012; Pimentel *et al*, 2005; Delate *et al*, 2003). Par contre, elle requiert une quantité d'intrants chimiques qui peuvent vite représenter un coût important en fonction de la superficie de la terre cultivée, du type de rotation et du produit cultivé. Dans le cas du maïs et du soya, ces coûts peuvent être de 12 % à 46 % plus élevés que dans une culture biologique (Pimentel *et al*, 2005).

La production biologique, quant à elle, se définit comme un type de pratique agricole en harmonie avec la nature (FABQ, 2003). Ce type de production cherche à

promouvoir la santé des écosystèmes, notamment en prenant en considération la biodiversité, les cycles biologiques et l'activité organiques des sols. (FAO, 2019.) Les normes biologiques ne permettent pas l'utilisation d'intrants chimiques synthétiques, et de semences transgéniques. La certification biologique permet la vente du produit à un prix, incluant une prime à la vente, de 20 % à 140 % plus élevé et, pour les producteurs québécois, l'accès à des marchés internationaux, dont le Japon et les États-Unis (Pimentel *et al*, 2005. MAPAQ, 2015). Par contre, l'obtention de la certification requiert que l'agriculteur se soumette à trois ans de pratiques conformes aux normes biologiques sans les avantages économiques qui y sont liés pour permettre la conversion de sa terre. Selon Pimentel (2005), dans les conditions météorologiques de sécheresse, les productions biologiques offrent un rendement plus élevé qu'une production conventionnelle :

Average corn yields in those 5 dry years were significantly higher (28% to 34%) in the two organic systems: 6938 and 7235 kg per ha in the organic animal and the organic legume systems, respectively, compared with 5333 kg per ha in the conventional system (Pimentel *et al*, 2005, p575).

La transition nécessite donc une planification agronomique et financière importante puisque cette période peut s'avérer très précaire. Si la prime obtenue sur la vente est inférieure à 10 %, la production biologique est significativement moins rentable qu'une production conventionnelle (Pimentel *et al*, 2005; Delbridge *et al*, 2011). Les deux premières années de la transition sont reconnues pour être les plus difficiles. Cette difficulté est d'une part associée au rendement financier moins grand de la culture et l'absence de prime à la vente, et d'autre part à la courbe d'apprentissage subie par les agriculteurs (Delate *et al*, 2003). Le rendement est donc plus bas pour les trois années de transition, mais l'apprentissage permet à l'agriculteur d'en atténuer les effets en fin de transition.

Le contexte économique et financier dans lequel les agriculteurs évoluent influence leur processus de décision. Les agriculteurs sont motivés dans leurs choix de

productions agricoles par la profitabilité, et la pérennité de leurs activités. Évidemment, cette profitabilité dépend de plusieurs variables : le produit cultivé; le type d'agriculture pratiquée; le type de rotation; le rendement de la culture; le coût des semences; le coût des intrants, chimiques ou non; le coût de la machinerie; le coût de la main-d'œuvre; le coût associé à la certification et la transition nécessaire; le prix de vente et la possibilité d'avoir une prime à la vente (Acs *et al*, 2009; Davies et Hodge, 2012; Delate *et al*, 2003; Delbridge *et al*, 2011; Pimentel *et al*, 2005; Seufert *et al*, 2012). À cela s'ajoutent toutes les implications financières liées à l'exploitation d'une entreprise comme la contraction de prêts, d'hypothèques, d'assurances, ainsi que la location et la disponibilité de terres agricoles et du matériel.

Toute prise de décision implique une certaine dose de risque et d'incertitude. Dans le domaine de l'agriculture, le risque peut s'immiscer dans toutes les sphères d'activités et prendre diverses formes : les risques managériaux, de production, de marchés, humains, politiques, de souveraineté et financiers (Hardaker *et al*, 2015). Nous définissons le risque comme l'exposition à une situation dont les conséquences sont incertaines et possiblement défavorables (Hardaker *et al*, 2015)

La perception du risque par un agriculteur et son attitude face à celui-ci affectent donc ses comportements, décisions et pratiques (Toledo et Engler, 2008). Celles-ci sont, dans la plupart des cas, inférées en utilisant une expérience avec LPM inspirée de Holt et Laury (2002). Cette approche a permis d'établir que les entrepreneurs n'ont pas une aversion au risque significativement différente de celle de la population en générale, mais qu'ils sont prêts à attendre plus longtemps pour obtenir le résultat espéré. Ils sont aussi fort optimistes quant aux résultats des risques encourus (Andersen *et al*, 2014). Dans le contexte de l'agriculture biologique, la transition est optimale pour un participant neutre face au risque ou risquophobe s'il y a des incitatifs économiques, fiscaux et politiques à le faire. Plus un agriculteur démontre une aversion au risque, plus il lui faudra d'incitatifs pour entamer une transition. La

préférence pour ce type de production dépend de l'accès à des programmes gouvernementaux et de la connaissance des risques qui y sont associés (Acs *et al*, 2009; Maynard *et al*, 1997). La stabilité dans le temps de l'aversion au risque varie selon deux facteurs : lorsque les acteurs voient leur situation financière de façon plus positive, ou lorsqu'ils deviennent plus optimistes face à leur situation future (Andersen *et al*, 2008a).

Ces résultats sur l'optimisme des entrepreneurs et des agriculteurs soutiennent l'hypothèse selon laquelle les agriculteurs faisant preuve de plus de patience devraient, *ceteris paribus*, être relativement plus prêts à faire une transition vers l'agriculture biologique, s'ils ne la pratiquent pas déjà. Les résultats présentés par Acs (2009) suggèrent qu'à moins d'être sujet à une très grande aversion au risque, la transition est avantageuse financièrement. Il est donc intéressant, dans ce contexte, de porter attention à leur perception temporelle. Si la rentabilité est au cœur des décisions des agriculteurs, en matière de productions, alors la transition devrait être souhaitable. Puisque cette transition s'étale sur au moins trois ans, il serait attendu que les agriculteurs prêts à l'entreprendre pensent à plus long terme.

1.1.2 Contribution

Les questions de risque et facteurs influençant une transition biologique ont été identifiées et étudiées dans maints ouvrages et recherches (Ghadim *et al*, 2005; Tack *et al*, 2012; Hardaker *et al*, 2015; Acs *et al*, 2009; Greiner *et al*, 2009; Toledo et Engler, 2008). La combinaison de l'aversion au risque et de la préférence temporelle en contexte agricole a été étudiée dans de récentes recherches en Afrique de l'Ouest (Le Cotty *et al*, 2018; Liebenheim et Waibel, 2014), mais toujours sur de petits exploitants, jamais dans un contexte de grandes cultures intensives. Il n'y a, par ailleurs, aucune étude s'attardant à ces questions spécifiques dans le contexte particulier du Québec. La présente recherche s'y attarde donc afin de pallier ce manque dans la littérature scientifique. Nous articulons et démontrons l'existence

d'un problème potentiel dans la réalité des agriculteurs québécois, et ouvrons la voie à une investigation plus approfondie. Des études ultérieures pourront reprendre les hypothèses et conclusions présentées ici afin d'en vérifier les effets sur un plus large échantillon.

1.2 Modèle

Nous présentons un modèle théorique simple du choix du type de culture qui permet de formuler trois hypothèses de recherche que nous testerons ensuite à l'aide des données recueillies. Les deux éléments sur lesquels se concentre le modèle pour expliquer les différences de choix entre les agriculteurs sont la préférence temporelle et l'attitude face au risque.

Nous faisons cette modélisation en temps discret, car cela représente bien la nature des décisions auxquelles doivent faire face les agriculteurs. En effet, chaque année, les agriculteurs doivent prendre des décisions de plantation et de pratiques qui ne pourront être modifiées que l'année suivante. En outre, les dépenses associées à diverses décisions et les revenus tirés de diverses cultures ne se matérialisent que ponctuellement.

Étant donné notre intérêt de recherche sur le maïs et le soya et notre échantillon, nous simplifions grandement la décision prise par les agriculteurs. Celle-ci devient binaire et se résume à choisir entre une culture conventionnelle (OGM ou non) et une culture biologique.

Définissons $\pi(C, t)$ comme le profit annuel courant d'un agriculteur à la période t et pratiquant la culture C , qui peut prendre les valeurs B si la culture est biologique ou N si elle ne l'est pas. Notez que $\pi(C, t)$ est stochastique, car les rendements et les prix dans le secteur agricole peuvent varier grandement d'une année à l'autre (Kucharik et Ramankutty, 2009; Wright, 2011).

Le problème simplifié de l'agriculteur i est donc la maximisation de l'espérance de l'utilité actualisée de ses profits par le choix du type de culture. Nous pouvons écrire ce problème comme suit :

$$(1.1) \quad \max_{C \in \{B, N\}} E_{\pi} \sum_{t=0}^T \frac{U_i(\pi(C, t))}{(1+r_i)^t}$$

où U_i est la fonction d'utilité des profits annuels et r_i le taux d'actualisation, spécifiques à l'agriculteur i , alors que T est la limite de l'horizon temporel commune à tous les agriculteurs

Nous posons ensuite quelques postulats sur les éléments de cette maximisation pour qu'elle représente adéquatement le problème de la culture biologique ou non de maïs et de soya.

Le premier postulat est qu'à moyen terme, la culture biologique est plus profitable en moyenne que celle non-biologique. Bien que les rendements (Tonnes/ha) du biologique soient en moyenne plus bas (10 à 25 % de moins dans le soya et 10 à 15 % de moins dans le maïs) (Seufert *et al.*, 2012; Boutin *et al.*, 2011), les prix sont suffisamment plus élevés (100 % de plus dans le soya et 90 % de plus dans le maïs) (Boutin *et al.*, 2011), faisant en sorte que cette option génère de meilleurs revenus. Du côté des coûts, soit il n'y a pas de relation systématique entre le type de culture et les coûts de production (Boutin *et al.*, 2011), soit la production biologique à des coûts inférieurs (Seufert *et al.*, 2012; Pimentel, 2005; Delate, 2003), ce qui fait en sorte qu'à moyen terme, la culture biologique est en moyenne plus profitable. La fonction de profit satisfait donc :

$$(1.2) \quad E \pi(B, t) > E \pi(N, t) \quad \forall t \geq \bar{t}$$

où \bar{t} est le début de l'horizon de moyen terme. Le début de cet horizon de moyen terme peut être influencé par plusieurs facteurs. Un facteur très important à cet égard

est la durée de la période de certification des cultures biologiques. En effet, avant de pouvoir obtenir une certification biologique (prime de prix), un agriculteur doit en suivre toutes les exigences pendant une certaine période. Au Québec, la durée de cette période est de trois ans (<https://www.cartv.gouv.qc.ca/appellation-biologique>). C'est-à-dire que pendant trois ans, les agriculteurs pratiquent une agriculture biologique et subissent ses inconvénients (rendement plus bas) sans pouvoir bénéficier de son principal avantage financier, la prime de prix. Cette situation nous mène à notre deuxième postulat.

Le deuxième postulat concerne les profits à court terme. En effet, à cause de la période de certification, la culture biologique est supposée donner des profits moyens plus faibles à court terme. La fonction de profit satisfait donc :

$$(1.3) \quad E \pi(B, t) < E \pi(N, t) \quad \forall t < \bar{t}$$

Si un agriculteur est neutre face au risque, les deux premiers postulats nous garantissent qu'il existe un taux d'actualisation \bar{r} , tel que si un agriculteur a un taux d'actualisation $r_i < \bar{r}$, la culture biologique maximise l'espérance de l'utilité de ses profits, alors que si $r_i > \bar{r}$, c'est plutôt la culture non-biologique qui la maximise. C'est-à-dire qu'un agriculteur plus patient, avec un plus faible taux d'actualisation, est plus susceptible de choisir une culture biologique qu'un autre, moins patient. Bien sûr, il serait surprenant que les agriculteurs soient neutres face au risque, ce qui est l'objet de notre postulat suivant.

Le troisième postulat est que la variance des profits d'une culture biologique est supérieure à celle des profits d'une culture non-biologique. Cela implique que pour le taux d'actualisation \bar{r} , la culture non-biologique génère une espérance de l'utilité des profits plus élevée lorsque l'agent fait preuve d'aversion au risque.

Dans ce cas, on note que :

$$(1.4) \quad E_{\pi} \sum_{t=0}^T \frac{U_i(\pi(B,t))}{(1+r)^t} < E_{\pi} \sum_{t=0}^T \frac{U_i(\pi(N,t))}{(1+r)^t}$$

si l'agriculteur i a une aversion au risque.

Le modèle nous amène donc à poser trois hypothèses de recherche. Supposons que l'agriculteur i voit son objectif maximisé par la culture biologique, alors que l'agriculteur j voit le sien maximisé par la culture conventionnelle. Dans ce cas :

1. Soit l'agriculteur i a un plus faible taux de préférence temporelle que l'agriculteur j (l'agriculteur biologique est plus patient);
2. Soit l'agriculteur i a un plus faible taux d'aversion au risque que l'agriculteur j (l'agriculteur biologique est plus tolérant du risque);
3. Soit les l'agriculteur i a à la fois un plus faible taux de préférence temporelle et un plus faible taux d'aversion au risque que l'agriculteur j (l'agriculteur biologique est à la fois plus patient et plus tolérant du risque).

Nous présentons dans la prochaine section les données avec lesquelles nous testons ces hypothèses.

1.3 Échantillon et collecte de données

La collecte de données de cette recherche s'est faite entre les années 2014 et 2016, et elles réfèrent aux périodes de cultures de 2013 et 2014. Elle s'est faite en trois étapes : questionnaires autoadministrés, entrevues semi-dirigées et mises en situation avec LPM. 36 individus ont accepté de participer à l'enquête. Certains d'entre eux ont décidé de se désister en cours de route. Ainsi, 24 d'entre eux ont participé aux trois

étapes, et 10 à l'entrevue et la mise en situation, seulement. Chacun des participants cultive entre une et six variétés de soya, pour un total de 56 parcelles⁷ cultivées. L'enquête totale consiste en plus de 400 variables étudiées. Les répondants ont été sélectionnés préalablement grâce à un réseau de contacts à travers les clubs agricoles; ils ont volontairement accepté de participer à la recherche. Notre méthode d'échantillonnage n'est donc pas aléatoire, et la taille de notre échantillon est limitée. Par contre, l'enquête effectuée auprès de chacun des répondants est exhaustive et approfondie. Nous reconnaissons la nécessité de nous montrer prudents dans toute forme de généralisation des résultats obtenus, et conclusions tirées. Nous croyons par ailleurs que nonobstant ces limites, les résultats présentés sont fidèles à la réalité des agriculteurs participants à la recherche.

Les agriculteurs rencontrés proviennent de 6 régions administratives du Québec : Centre du Québec, Estrie, Lanaudière, Laurentides, Mauricie et Montérégie. Les régions les plus représentées par notre échantillon sont la Montérégie (50 %), Lanaudière (25 %), et le centre du Québec (11 %). La production de soya québécoise se concentre dans les régions centrales de la province; 62 % des superficies de culture de soya se situent en Montérégie et dans le Centre-du-Québec. Ensemble, elles produisent 67 % du soya de la province (MAPAQ, 2015). 96 % des répondants sont propriétaires de l'entreprise agricole; ils occupent ce poste, à plus de 50 %, depuis la période entre 1981 et 2000. Ils sont donc réputés avoir une connaissance fine des pratiques agricoles et de leurs enjeux. Seulement deux répondants ont acquis la propriété après 2011.

⁷ Une parcelle désigne une section de la terre agricole exploitée par un producteur.

Le tableau 1.1 présente les données sociodémographiques des répondants ayant participé aux trois étapes de l'enquête. On note une différence dans la distribution des productions biologiques et non-biologiques en catégorie d'âge. Une plus grande proportion de producteurs biologiques sont âgés de 45 à 54 ans, alors que la plus grande proportion de producteurs non-biologiques est âgée de 35 à 44 ans. La variable où l'on remarque une différence plus marquée est celle du revenu. Avec une moyenne de revenu annuel moyen de 105 k\$, les producteurs biologiques se placent loin devant les producteurs non-biologiques. Par ailleurs, les productions biologiques à l'étude sont en moyenne plus grande que les autres. Il s'agit là d'un facteur confondant pouvant affecter les différences observées, mais la taille limitée de notre échantillon ne nous permet pas d'en faire le contrôle.

Chaque exploitation agricole à l'étude cultive du soya biologique ou conventionnel. Près de 35 % des exploitations étudiées utilisent strictement des variétés de soya transgéniques, alors que 28 % sont certifiés biologiques. Lorsque comparé aux données sur l'exploitation des grandes cultures de soya au Québec, le biologique est surreprésenté au sein de notre échantillon. En effet, les données du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) montrent que seulement 3 % des surfaces cultivées au Québec sont biologiques, et que les productions de soya couvrent 29 % de ces superficies (MAPAQ, 2015). Cette surreprésentation, quoiqu'éloignée de la situation actuelle de la production de soya québécoise, nous permet d'avoir un nombre suffisant de répondants pour comprendre leurs comportements et attitudes. Cet écart nous permettra de mettre en évidence les propriétés et caractéristiques des agriculteurs biologiques et de leurs exploitations, et de les mettre en contraste avec les exploitants conventionnels.

Tableau 1. 1 Données sociodémographiques des répondants

	Total	Non-biologique (% du nombre de producteurs non- biologiques de l'échantillon)	Biologique (% du nombre de producteurs biologiques de l'échantillon)	Différence entre les moyennes observées selon le type de production	p-value
Genre					
Homme	87,50 %	86,67 %	88,89 %	2%	0,873
Femme	12,50 %	13,33 %	11,11 %		
Âge					
25 à 34 ans	12,50 %	13,33 %	11,11 %	8,89%	0,227
35 à 44 ans	33,33 %	40 %	22,22 %		
45 à 54 ans	20,83 %	6,67 %	44,44 %		
55 à 64 ans	25 %	26,67 %	22,22 %		
65ans et +	8,33 %	13,33 %	0 %		
Niveau de scolarité					
Secondaire	37,50 %	33,33 %	44,44 %	6,66%	0,752
Collégiale	54,17 %	60 %	44,44 %		
Universitaire	8,33 %	6,67 %	11,11 %		
Domaine d'étude, lorsque postsecondaire					
Agronomie, Agroalimentaire	53,33 %	30 %	100 %	110%	0,038
Entrepreneuriat, Gestion	33,33 %	50 %	0 %		
Autre	13,33 %	20 %	0 %		
Revenus familiaux annuels					
Moyenne	85 325 \$	73 215 \$	104 170 \$	50,80%	
Observations					
Observations	24	15	9		

Le tableau 1.2 présente les données concernant les superficies cultivées à l'étude. En comparatif, la superficie moyenne de production québécoise de grains est d'environ 68 hectares (ha) (MAPAQ, 2015). 15 exploitations agricoles sont en partie sur des terres louées, avec une moyenne de 120,51 ha loués. Une exploitation de plus de 2500 ha agit comme donnée aberrante sur cette moyenne étant donné la location de plus de 800 ha de cultures. Par ailleurs, deux entreprises agricoles louent des terres à d'autres exploitants.

Tableau 1. 2 Superficies cultivées par les répondants

	Superficie cultivée totale (ha)	Superficie cultivée de soya (ha)
Moyenne	403,92	151,10
Écart-Type	504,82	156,56

20 répondants affirment n'utiliser aucun pesticide, 16 d'entre eux n'utilisent pas de fertilisant, 15 agriculteurs utilisent des herbicides, dans presque tous les cas à base de glyphosate. 16 des répondants adhèrent à une assurance stabilisation pour leur exploitation agricole. De manière générale, l'adhésion s'est faite dans la même période où le répondant a pris son rôle dans l'entreprise agricole, ou avant lorsqu'il s'agit d'un transfert familial.

En ce qui concerne les coûts, l'utilisation de pesticides varie grandement d'un répondant à l'autre; le prix par ha se situe entre 0 et 180 \$. Les coûts des fertilisants utilisés quant à eux se situent majoritairement entre 20 et 39 \$. Deux exploitations sortent du lot avec des dépenses en fertilisant par ha entre 60 et 79 \$. Au niveau des coûts des semences, 63 % des répondants affirment payer entre 100 et 199 \$ par ha. Pour deux des répondants, les coûts de semences sont de moins de 49 \$ par ha. Il s'agit, dans les deux cas, d'exploitations strictement biologiques. Les quatre

exploitations dont les dépenses en semences sont de 200 \$ et plus ont une production conventionnelle. La moyenne des coûts des intrants (semences, pesticides et fertilisants) de nos producteurs biologiques est de 108,75 \$ par ha, et celle des exploitations conventionnelles est de 212,5 \$ par ha, soit une différence de 95 %.

Le tableau 1.3 montre les différents coûts de production par type de production. On note une différence importante entre le coût par ha d'une production de soya biologique et une non-biologique. La différence de plus de 1 \$ supplémentaire par hectare de la production non-biologique s'explique en partie par la nécessité d'utiliser des pesticides et fertilisants, en plus du coût moyen des semences plus élevé.

Tableau 1. 3 Coûts de production par type de production

	Biologique	Non-biologique
Superficie totale moyenne (ha)	592	337,25
Superficie moyenne de soya cultivée (ha)	187,5	130,6
Coût moyen des pesticides (\$)	0	70,58
Coût moyen des semences (\$)	106,25	171,43
Coût moyen des fertilisants (\$)	1,25	20,71
Coût moyen des intrants (\$)	108,75	212,85
Coût moyen des intrants par hectares de soya (\$/ha)	0,58	1,63

Toutes les exploitations agricoles à l'étude ont un revenu annuel brut de plus de 100 000 \$. Le revenu de 62,5 % de l'échantillon est supérieur à 500 000 \$, et quatre répondants ont un revenu de plus de 1 000 000 \$. Selon Statistique Canada, le revenu moyen d'une exploitation agricole de céréale et oléagineux était de 339 463 \$ en 2013. La valeur médiane des revenus annuels bruts de l'échantillon se situe entre

500 000 et 999 999 \$, ce qui est supérieur aux données de références. Pour 18 des exploitations, le soya représente entre 15 et 30 % de leurs revenus annuels. Cette valeur est de 50 à 74 % pour quatre des exploitants et diminue à moins de 14 % pour deux autres. Les revenus de vente du soya se situent entre 1100 \$ et 1200 \$ par tonne pour les productions biologiques comparativement à 450 \$ pour les productions OGM et 600 \$ pour les productions à identité préservée (IP)⁸. Dans près de 80 % de l'échantillon, le soya cultivé est commercialisé pour l'alimentation humaine (53 %) et animale (27 %). Ce qui contraste grandement avec le contexte québécois où 90 % des grains produits sont destinés à l'alimentation animale (MAPAQ, 2018b). Une partie de cette différence est attribuable à la composition de notre échantillon qui comporte une proportion beaucoup plus élevée de producteurs biologiques que ce que l'on retrouve dans la province de Québec. En effet, le soya issu de variétés génétiquement modifiées n'est généralement pas destiné à l'alimentation humaine.

1.3.1 Expérience avec listes de prix multiples

En utilisant la méthodologie d'Andersen (2008b) pour faire ressortir la préférence temporelle et l'aversion au risque des participants, une expérience avec une LPM, inspirée de Holt et Laury (2002), a été effectuée auprès des participants. Les réponses permettent de tester la présence d'une différence significative entre les attitudes des agriculteurs biologiques et conventionnels. La littérature nous met en garde contre le biais possible d'étudier la préférence temporelle en prenant pour acquis que le participant est neutre face au risque (Andersen *et al*, 2006). C'est pourquoi cette variable doit être étudiée en adéquation avec l'aversion au risque (Andersen *et al*, 2006). Contrairement à Andersen, qui a utilisé l'approche dans le contexte contrôlé

⁸ Au Québec, les agriculteurs peuvent opter pour des semences à identité préservée. L'origine de ces semences est retraçable. Elles ne sont pas transgéniques, mais peuvent être utilisées dans le cadre d'une production conventionnelle.

d'un laboratoire, la présente expérience a été menée auprès d'agriculteurs, dans leur environnement en utilisant un support électronique mobile.

Pour déterminer l'aversion au risque du participant, nous avons présenté deux séries de 10 questions successives dans lesquelles il devait choisir entre l'option 1, l'option 2 et l'option 3. Le tableau 1.4 montre la première série de questions, la deuxième se trouvant à l'annexe A. Les gains espérés sont inscrits ici à titre indicatif et n'ont pas été fournis au répondant. Comme Andersen (2006), nous avons offert la possibilité aux agriculteurs de choisir l'option « indifférent ». Cette option est offerte afin de réduire le nombre de cas où un participant alternerait entre les options 1 et 2. Il nous permet d'établir un intervalle du coefficient relatif d'aversion au risque (CRRA) plus large, et donc moins restrictif pour le répondant qui apparaît incertain de sa préférence entre les deux options. Ainsi, la première question offre au participant le choix entre une loterie dont le gain espéré est de 95 \$ ou l'un de 180,5 \$. À chaque question, les probabilités, et donc les gains espérés, changent. Les gains de l'option 2 diminuent beaucoup plus rapidement que ceux de l'option 1, la rendant moins intéressante au fil de la mise en situation. Le point où un participant change de l'option 2 vers l'option 1 nous permet d'établir l'intervalle dans lequel se situe son coefficient d'aversion au risque. Un participant risquophobe choisira l'option 1 lorsque le gain espéré est inférieur à celui de l'option 2. À l'inverse, un participant risquophile choisira l'option 2 à la question 9. La question 10 sert de contrôle pour s'assurer que le sujet a bien compris les instructions, car elle ne comporte aucun risque.

Tableau 1. 4 Série 1 de questions sur le risque

	Option 1					Option 2					Option 3
	A		B		Gain espéré (\$)	A		B		Gain espéré (\$)	
	p	Gain (\$)	p	Gain (\$)		p	Gain (\$)	p	Gain (\$)		
Q1	0,1	50	0,9	100	95	0,1	5	0,9	200	180,5	Indifférent
Q2	0,2	50	0,8	100	90	0,2	5	0,8	200	161	Indifférent
Q3	0,3	50	0,7	100	85	0,3	5	0,7	200	141,5	Indifférent
Q4	0,4	50	0,6	100	80	0,4	5	0,6	200	122	Indifférent
Q5	0,5	50	0,5	100	75	0,5	5	0,5	200	102,5	Indifférent
Q6	0,6	50	0,4	100	70	0,6	5	0,4	200	83	Indifférent
Q7	0,7	50	0,3	100	65	0,7	5	0,3	200	63,5	Indifférent
Q8	0,8	50	0,2	100	60	0,8	5	0,2	200	44	Indifférent
Q9	0,9	50	0,1	100	55	0,9	5	0,2	200	44,5	Indifférent
Q10	1	50	0	100	50	1	5	0	200	5	Indifférent

Le tableau 1.5 présente les deux séries de questions qui permettent de définir le rapport au temps du répondant. Encore une fois, il s'agit de questions successives où deux options sont offertes. Les deux séries se distinguent par l'horizon temporel proposé, 6 mois dans le premier cas, 13 mois dans le second cas. Un horizon temporel d'un mois est utilisé pour l'option court terme pour éviter le biais potentiel d'un besoin d'argent immédiat. Afin de faciliter la compréhension des participants, nous leur fournissons le taux d'intérêt annuel équivalent à la différence entre les montants suggérés. Le sujet doit donc choisir : entre les deux options, laquelle lui semble la plus attrayante. Le point où il passe de l'option 1 à l'option 2 nous permet d'établir son taux de préférence temporelle. Plus ce taux est élevé, plus le participant est impatient. Dans les deux expériences, le participant ne devrait changer de colonne qu'une seule fois.

Tableau 1. 5 Séries de questions sur la préférence temporelle

	Série 1		Série 2		Taux d'intérêt (i)
	Option 1 : 1 mois	Option 2 : 7 mois	Option 1 : 1 mois	Option 2 : 13 mois	
Q1	100	102,5	100	105	5 %
Q2	100	105	100	110	10 %
Q3	100	107,5	100	115	15 %
Q4	100	110	100	120	20 %
Q5	100	112,5	100	125	25 %
Q6	100	115	100	130	30 %
Q7	100	117,5	100	135	35 %
Q8	100	120	100	140	40 %
Q9	100	122,5	100	145	45 %
Q10	100	125	100	150	50 %

1.4 Résultats et discussion

Les réponses à chacune des questions de la mise en situation sont des données nous permettant de déterminer les taux d'aversion au risque et de préférence temporelle. En nous référant aux travaux d'Andersen (2006 et 2008b), nous avons utilisé la fonction d'utilité (1.5) pour décrire le CRRA, notre paramètre de risque, tel que :

$$(1.5) \quad U(M) = \frac{M^{(1-r)}}{(1-r)},$$

où r est le coefficient CRRA, et $r \neq 1$.

Nous avons ensuite établi l'intervalle du coefficient CRRA par question (1.6) en utilisant la fonction d'utilité espérée de Von Neumann et Morgenstern (1967), tel que :

$$(1.6) \quad EU_i = \sum_{j=1,2} p_j(M)_j \times U(M_j + \omega),$$

où M est le gain potentiel, p la probabilité de l'obtenir, et ω le contexte de consommation du participant. Dans le présent cas, nous avons choisi de considérer que $\omega = 0$ puisque certains participants ont refusé de dévoiler leurs revenus. Les montants offerts dans la loterie sont également trop petits pour être significatifs lorsque comparés aux revenus de nos participants.

Les tableaux de l'Annexe B présentent les intervalles du CRRA associés à chacune des questions. Une valeur de $r > 0$ indique une aversion au risque, et $r < 0$ une préférence pour celui-ci. La question où le participant change de l'option 2 vers l'option 1, nous indique dans quel intervalle se trouve la valeur de son r . Nous avons choisi d'utiliser le point milieu de cet intervalle comme valeur spécifique. Ainsi, un participant ayant changé de l'option 2 vers l'option 1 à la question 4 est réputé avoir un coefficient d'aversion au risque de 0,73. Le r d'un participant ayant opté pour « indifférent » à une ou plusieurs questions se trouve au point milieu de la zone d'indifférence.

34 agriculteurs ont participé aux mises en situation. De ce nombre, trois ont donné des réponses incohérentes aux deux séries sur le risque et deux autres à une seule série, par exemple en changeant d'option plusieurs fois. Les réponses incohérentes n'ont pas été prises en compte lors de l'analyse des données. Étant donné la taille limitée de l'échantillon, nous avons par ailleurs associé à une hésitation de la part du répondant les cas où il n'y avait qu'une seule incohérence dans la série de réponses. Sur un total de 680 réponses, nous avons obtenu un taux d'indifférence de 10,29 %. La moyenne du coefficient d'aversion au risque (r) combiné des deux séries de

questions est $\bar{r} = 1,0779$ avec un écart-type de 0,74, ce qui représente une aversion générale au risque. Par ailleurs, nous trouvons une différence de 0,4348 entre les deux séries de questions. Seulement deux répondants ont une moyenne combinée de $r < 0$, et donc une préférence pour le risque, et un troisième a répondu avoir une préférence pour le risque à au moins une des deux séries. Un seul agriculteur a obtenu un taux d'aversion au risque identique dans les deux séries de questions. Plus de 55 % ont démontré une différence de taux entre les deux séries de moins de 0,5 (tableau 1.6).

Tableau 1. 6 Différence x entre les taux d'aversion aux risques 1 et 2

$r_2 - r_1$	nb	
$x < 0,5$	16	55,17 %
$0,5 < x < 1$	6	20,69 %
$x > 1$	7	24,14 %
Total	29	100,00 %

Nous avons utilisé le logiciel Statatm pour estimer le maximum de vraisemblance du paramètre r . Le maximum de vraisemblance a été calculé selon la fonction de l'utilité espérée (1.6) à la page 24. Nous avons utilisé l'indice ∇EU tel que :⁹

$$(1.7) \quad \nabla EU = \frac{EU_2^{\frac{1}{r}}}{EU_1^{\frac{1}{r}} + EU_2^{\frac{1}{r}}}$$

⁹ Les détails concernant l'approche utilisée peuvent être retrouvés dans : Andersen, S., et al (2008 b). *Eliciting Risk and Time Preferences*. *Econometrica*, 76(3), 583-618.

où EU_1 est l'utilité espérée de l'option 1 et EU_2 celle de l'option 2, et μ le paramètre de bruit.

Si nous ignorons les réponses indifférentes, la fonction du maximum de vraisemblance est :

$$(1.8) \quad \ln L^{RA}(r, \mu; y, \omega) \\ = \sum_i ((\ln(\nabla EU)|_{y_i = 1}) + (\ln(1 - \nabla EU)|_{y_i = -1})),$$

où $y_i = 1$ est le choix de l'option 2 et $y = -1$ celui de l'option 1 dans la série de questions i .

Nous avons dans un premier temps obtenu une valeur de $r = 0,81$ suggérant une aversion au risque modérée. Nous avons également estimé un paramètre de bruit μ . Ce paramètre tend vers 0 si le modèle explique le choix des participants. Les deux coefficients sont significatifs à $p < 0,001$

Tableau 1. 7 Estimation du CRRA

	Estimation	Erreur standard	P>z	Intervalle de confiance (95 %)	
r	0,81	0,06	0.000	0,697	0,92
μ	0,08	0,023	0.000	0,0339	0,12

Nous avons ensuite vérifié si la variable dichotomique « type de production » pouvait influencer le paramètre r . Le tableau 1.8 indique les résultats. Nous avons utilisé la production biologique comme référent. La variable tp1 représente les types de production non-biologiques. La variable est significative à $p < 0,01$. Selon cette estimation, le r des producteurs biologiques serait de 0,72 et le type de production

non-biologique augmente le r d'un participant de 0,12. Dans notre échantillon, les producteurs biologiques auraient donc une aversion au risque plus faible que les conventionnels. Ce qui soutient notre première hypothèse.

Tableau 1. 8 Estimation du CRRA selon le type de production

	Estimations	Erreur standard	P>z	Intervalle de confiance (95 %)	
r					
$tp1$	0,12	0,46	0,009	0,03	0,21
$cons$	0,72	0,22	0,000	0,60	0,85
μ	0,08	0,02	0,000	0,05	0,12

Pour établir la préférence temporelle δ des participants, nous avons également utilisé la méthode du point milieu. La question où le participant change d'horizon temporel nous permet de déterminer son taux de préférence temporelle. Le point milieu correspond à la moyenne du taux d'intérêt i_Q et i_{Q-1} . Ainsi, un participant ayant changé vers l'option 2 à la question 2 dans la série 1, nous indique un δ de 0,075. Les deux séries de questions nous permettent de vérifier la cohérence des réponses. Dans les cas où les deux réponses diffèrent, nous avons utilisé la moyenne des deux comme valeur spécifique. Le tableau à l'Annexe C montre les taux d'intérêts et points milieux des séries de questions sur la préférence temporelle.

Le taux de préférence moyen combiné des deux séries de questions est de 10,21 % et démontre une préférence générale pour le long terme. Les données individuelles des participants vont dans la même direction. Les producteurs biologiques ont, en moyenne, un taux de préférence temporelle de 7,5 % comparativement aux producteurs non-biologiques qui ont une moyenne de 11 %. Les producteurs biologiques seraient donc plus patients, en moyenne. Nous avons fait un test T de Student afin de vérifier si la différence entre les moyennes est statistiquement

significative. Avec $Pr(|T| > |t|) = 0,3946$, la différence n'est pas significative, nous ne pouvons rejeter l'hypothèse que les deux moyennes soient égales. Ce résultat peut être attribuable à la petite taille de l'échantillon, ou encore au fait qu'il n'y a effectivement aucune différence entre les deux valeurs.

Un seul participant a donné des réponses incohérentes à une seule des séries de questions sur le temps. La comparaison entre les deux séries, par participants, permet d'identifier certaines tendances : 51 % des répondants ont offert des réponses constantes d'une série à l'autre, et 19 % des répondants ont donné des réponses avec une différence d'au moins 10 points de pourcentage entre les deux séries. Dans 36 % des cas, un participant obtient un taux de préférence temporelle croissant entre les deux séries; plus l'horizon temporel est éloigné, plus il se montre impatient. Seulement 11 % des répondants ont, à l'inverse, un taux décroissant lorsque l'horizon temporel est plus éloigné. Dans certains cas, les participants n'ont changé d'horizon temporel à aucune des 20 questions proposées. Ces résultats peuvent être interprétés comme la démonstration de leur extrême patience ou impatience. Comme ces questions étaient posées à la toute fin d'un processus d'enquête relativement long, cela peut aussi être indicateur du fait que les répondants n'ont pas pris l'exercice au sérieux. Nous avons choisi de considérer ces réponses comme étant le reflet de la première des deux options. Le tableau 1.9 montre la distribution des réponses obtenues.

Tableau 1. 9 Distribution des résultats sur la préférence temporelle

δ_1	δ_2							Total
	2,5 %	7,5 %	12,5 %	17,5 %	22,5 %	42,5 %	50 %	
2,5 %	5	4	1	0	1	0	1	12
7,5 %	1	6	2	0	2	0	0	11
12,5 %	1	2	2	1	0	0	0	6
17,5 %	0	0	0	1	0	0	0	1
22,5 %	0	0	0	0	1	0	0	1
37,5 %	0	0	0	0	0	1	0	1
50 %	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	7	12	5	2	4	1	2	33

En comparant les corrélations entre les différentes valeurs de l'aversion au risque (r) et la préférence temporelle (δ), nous ne trouvons qu'un très faible lien statistique entre l'aversion au risque des participants et leur préférence temporelle. L'absence de corrélation entre \bar{r} et $\bar{\delta}$ indique que les variables ne sont pas colinéaires et justifie l'étude des deux variables en adéquation telle que proposée par Andersen (2006). Nous remarquons aussi un lien statistique très fort entre δ_1 et δ_2 , et un lien statistique modéré entre r_1 et r_2 . Ces relations suggèrent que les participants ont été cohérents dans leurs réponses, d'une série à l'autre. Le tableau 1.10 montre les différentes corrélations.

Tableau 1. 10 Corrélations entre r et δ

	r_1	r_2	\bar{r}	δ_1	δ_2	$\bar{\delta}$
r_1	1,0000					
r_2	0,4902	1,0000				
\bar{r}	0,7937	0,9193	1,0000			
δ_1	-0,0704	-0,0812	-0,0884	1,0000		
δ_2	0,2025	0,2166	0,2426	0,6058	1,0000	
$\bar{\delta}$	0,0871	0,0901	0,1022	0,8759	0,9145	1,0000

Nous utilisons le modèle de régression non linéaire probit pour déterminer la probabilité que le type de production soit biologique conditionnellement aux coefficients d'aversion au risque et de préférence temporelle. Le modèle probit (1.9) est utilisé avec la variable binaire dépendante « type de production ». Tel que $Y = 1$ (0) si l'exploitation agricole est biologique (ou non), X est le vecteur de variables de contrôle, et Φ la fonction de distribution cumulative de la loi normale centrée réduite. Il nous permet d'estimer l'effet marginal moyen des variables étudiées sur la variable dépendante « type de production ». Nous avons retiré les deux exploitations agricoles de plus de 1000 ha puisqu'elles agissaient comme données aberrantes¹⁰. Ainsi, une exploitation biologique et une non-biologique ont été retirées.

$$(1.9) \quad (\Pr(Y = 1 | X) = \Phi [\beta X])$$

¹⁰ Nous avons tenté de faire la démarche en incluant les données aberrantes. Les résultats ne sont pas concluants. Nous avons fait les mêmes scénarios que présentés dans le tableau 1.11. Aucun des résultats ne se rapproche d'une significativité statistique (p value de la spécification #4 devient 0,9026 avec un coefficient de 0,00209)

Le tableau 1.11, à la page 34, montre les résultats obtenus du modèle probit avec les différentes variables utilisées. Aucun des résultats du modèle probit n'est significatif à un niveau de 5 %. Cette absence de significativité statistique n'est pas nécessairement le reflet d'une erreur dans nos hypothèses, cela peut être attribuable aux limites de la présente recherche.

Nous avons d'abord essayé le modèle avec la variable de contrôle r . Le modèle (#1) indique un effet marginal moyen de -0,36 de la variable r sur la variable « type de production ». Ainsi, l'augmentation du coefficient r d'une unité diminue la probabilité d'être un producteur biologique de 36 points de pourcentage. La variable δ (#2) a un effet marginal de -0,042 sur la probabilité d'être un producteur biologique. Une augmentation d'un point de pourcentage du taux d'actualisation d'un répondant diminue de 4,2 % la probabilité d'occurrence d'une production biologique. La combinaison des deux variables (#3) amplifie l'effet de chacune d'elle. L'effet marginal de la variable r devient donc -0,37 et celui de δ -0,06. Dans ces trois cas, le modèle probit réagit de façon cohérente avec les hypothèses 1 et 2 proposées à la page 14. Un plus faible taux d'aversion au risque et un taux d'actualisation moindre coïncide avec une plus grande probabilité d'occurrence de production biologique.

La variable « r_delta » (1.10) a été créée en guise de terme d'interaction pour mesurer l'effet combiné des coefficients moyens d'aversion au risque et de préférence temporelle.

$$(1.10) \quad r_delta = r_i \times \delta_i$$

Les résultats (#4) indiquent un effet marginal moyen de -5,28 % de la variable « r_delta » sur la variable « type de production » de façon significative au niveau de 10 %. Étant un terme d'interaction, la modification d'une unité de la variable « r_delta » représente soit la variation de 0,1 du coefficient r ou encore une variation de 10 points de pourcentage du taux d'actualisation du participant. Ce

résultat est cohérent avec l'hypothèse 3, et suggère que l'interaction des coefficients d'aversion au risque et de préférence temporelle affecte la variable type de production. Ainsi, des taux d'aversion au risque et d'actualisation moindres correspondent aux attitudes d'un producteur biologique.

Nous avons ensuite (#5) combiné les trois variables, soit r , δ et « r_delta ». Les résultats de cette combinaison ne sont pas concluants ni statistiquement significatifs, la relation entre r et la probabilité d'occurrence d'une production biologique devient positive, ce qui est en opposition avec les autres résultats obtenus.

Nous avons finalement créé une variable dichotomique de l'âge en séparant les agriculteurs en deux groupes (- de 44ans et + de 45 ans). Nous avons utilisé cette variable seule (#6) et combinée avec la variable « r_delta » (#7). Dans les deux cas, malgré une absence de significativité statistique et un nombre d'observations très réduit, les résultats semblent indiquer qu'une augmentation de l'âge de l'agriculteur augmente la probabilité d'occurrence d'une production biologique.

Tableau 1. 11 Résultats du modèle probit

Spécifications	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
Constante	-0,0408	-0,353	0,1671	-0,3249	-0,3367	-1,6436	-1,1908
r	-0,3626 (0,325)		-0,3730 (0,332)		0,1367 (0,905)		
δ		-0,0421 (0,385)	-0,0629 (0,332)		-0,0049 (0,971)		
r_delta				-0,0528 (0,208)	-0,0629 (0,645)		-0,0515 (0,208)
$\hat{A}ge$						0,8789 (0,143)	0,7895 (0,251)
Nb. observations	26	30	26	26	26	20	17
p-value	0,3236	0,2874	0,2759	0,0981	0,4205	0,1356	0,1589

* Le tableau indique les coefficients et (p-value)

Les résultats obtenus sont cohérents avec les 3 hypothèses proposées dans cet article. L'analyse des maximums de vraisemblance démontre de façon significative que les agriculteurs biologiques ont une plus grande tolérance au risque. Ce qui supporte l'hypothèse 1. Les essais # 1, # 2 et #3 du modèle probit réagissent de la façon prévue par les hypothèses 1 et 2. Finalement, le probit #4 supporte l'hypothèse 3 en démontrant, avec une significativité partielle, qu'un producteur biologique devrait, *ceteris paribus*, avoir une plus grande tolérance au risque et une plus grande patience qu'un producteur conventionnel.

L'absence de significativité statistique à $p < 0,05$ des résultats du modèle probit peut être attribuable à deux facteurs, il est possible qu'il n'y ait effectivement aucun lien statistique entre les variables étudiées, ou que notre échantillon soit trop petit. Néanmoins, nous ne pouvons ignorer le fait que tous les coefficients obtenus, sauf

celui de la variable r du probit #5, ont le signe prévu par le modèle, ce qui nous laisse croire que la question devrait être étudiée davantage.

Étant donné la taille limitée de notre échantillon, il nous est impossible d'inclure d'autres variables explicatives dans nos analyses. D'autres facteurs peuvent vraisemblablement être à l'œuvre ici. Le tableau 1.1 montre certaines différences sociodémographiques entre nos producteurs biologiques et conventionnels, telles que le type d'éducation, l'âge et le revenu familial. Nous avons tenté d'intégrer des variables descriptives telles que l'âge dans les modèles présentés, mais aucune conclusion solide ne peut en être tirée. L'intersection entre le nombre de participants à la mise en situation, et le nombre de participants ayant accepté de dévoiler des détails personnels comme leur âge ou revenu diminue d'autant plus le nombre d'observations. Ce qui ne nous permet pas d'utiliser ces résultats avec confiance. Il est vrai qu'un âge plus avancé ou une formation en agronomie pourrait se solder en une plus grande patience, ou une plus grande tolérance au risque, ou encore une position financière plus confortable pour affronter la période de transition. Le tableau 1.3, lui, montre une différence non négligeable dans les tailles d'exploitations agricoles biologiques et conventionnelles. La grande taille des productions biologiques étudiées pourrait très bien être explicative d'une différence dans les attitudes de leurs exploitants. Rien n'indique qu'aucune de ces variables ne puisse affecter les coefficients d'aversion au risque ou de préférence temporelle de nos participants, mais nous ne sommes pas en mesure de faire cette discrimination.

Il nous est impossible ici de conclure à une relation causale entre les variables étudiées et le choix des agriculteurs, mais les résultats suggèrent que notre hypothèse ne peut être rejetée d'emblée. Le modèle théorique soutient l'hypothèse avancée, mais nous n'avons pas de preuves empiriques suffisantes pour conclure avec certitude que nous avons identifié les facteurs affectant le processus de décision des agriculteurs.

1.5 Conclusion

La présente recherche a tenté d'analyser l'effet de l'aversion au risque et de la préférence temporelle sur le choix des producteurs de soya d'opter pour une production biologique ou non. Nous avons trouvé que les agriculteurs québécois de notre échantillon ont, de façon générale, une aversion au risque assez modérée et un taux de préférence temporelle relativement bas, et que les producteurs biologiques de notre échantillon se montrent plus tolérants aux risques et plus patients que les producteurs non-biologiques (bien que cette dernière différence ne soit pas statistiquement significative). L'étude des maximums de vraisemblance, ainsi que les résultats du modèle probit soutiennent partiellement nos hypothèses de départ, et ce, dans les limites imposées par le contexte de cette recherche. Nous restons prudents quant à la généralisation de ces résultats à un contexte autre que celui des producteurs de maïs et de soya québécois. Étant donné la petite taille de notre échantillon, il nous est impossible de confirmer avec certitude que l'aversion au risque et la préférence temporelle soient indéniablement des variables affectant le choix de faire une production biologique. Nos résultats démontrent toutefois que ces hypothèses ne peuvent être rejetées, et qu'une investigation plus approfondie sur le sujet est de mise. Nous n'excluons pas la possibilité d'un problème de variables omises. Des recherches ultérieures devraient se pencher sur l'importance de l'aversion au risque et de la préférence temporelle chez les agriculteurs québécois afin de répondre à cette question de façon définitive.

Ces résultats peuvent par ailleurs s'inscrire dans un questionnement plus large quant à la transition agricole vers des modèles alternatifs et plus écologiques. Comprendre les motivations intrinsèques des agriculteurs est essentiel si nous cherchons à les appuyer dans une démarche de transition. L'implication potentielle de tels résultats, et de ceux qui en découleront, dans une démarche de création ou de bonification de politiques

publiques sur la transition agricole ne peut que permettre de mieux cerner les besoins des agriculteurs québécois, et d'y répondre plus adéquatement.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette recherche s'inscrit dans le cadre d'un mouvement contestataire grandissant et critique de l'agriculture intensive, et plus particulièrement de l'utilisation d'herbicide à base de glyphosate. Cette recherche n'a pas la prétention d'avoir identifié de manière exhaustive tous les déterminants affectant la décision des agriculteurs québécois quant à leur décision de produire du maïs et du soya biologiques. Nous espérons par ailleurs avoir contribué de façon positive aux futurs développements sur ces questions.

Nous reconnaissons que la théorie de l'utilité espérée a été vivement critiquée pour sa simplification excessive des comportements humains, notamment en négligeant les déterminants psychologiques d'un choix (Allais, 1954). Nous reconnaissons également que l'approche comporte des limites importantes, par exemple, tel que démontré par Chichilnisky (2000), qu'elle est insensible aux événements extrêmement rares, et qu'elle ne peut expliquer le comportement humain en cas de catastrophe. Le contexte imprévisible des changements climatiques n'échappe pas à cette critique.

Il est impossible de réduire le processus décisionnel des acteurs à leur préférence aux risques, sans considérer l'importance du milieu social dans lequel ils évoluent. Plusieurs auteurs s'intéressent particulièrement à son influence sur les pratiques des agriculteurs. Certains auteurs ont étudié les liens entre la propension d'un agriculteur à utiliser des pesticides, son statut socio-économique et sa participation dans une association de producteurs. Al Zadjali (2014) a montré dans son étude que les agriculteurs faisant partie d'une association de fermiers avaient une tendance plus

forte à utiliser des pesticides et herbicides en grande quantité que les employés d'une ferme, ou les propriétaires n'étaient pas impliqués dans une association. D'autres auteurs ont voulu mettre en lumière l'influence des groupes sociaux sur les pratiques agricoles. Ils ont obtenu comme résultats qu'un participant très impliqué et percevant un gain potentiel aura une plus forte tendance à coopérer à ces initiatives et changer ses pratiques (Stallman et James, 2015). Dans le même ordre d'idées, les diverses pressions sociales et institutionnelles auxquelles les agriculteurs sont soumis peuvent avoir un impact sur leurs activités. L'effet de l'adhésion par les agriculteurs à des regroupements agricoles et syndicats, ainsi que le contexte politico-économique changeant dans lequel les agriculteurs doivent naviguer doit être considéré et étudié.

Le cadre limité de cette recherche ne permet pas l'exploration détaillée de ces considérations, mais nos démarches nous ont permis de mettre en lumière d'intéressantes tendances. Par exemple, l'un des agriculteurs rencontrés a choisi de justifier le peu de contact qu'il entretient avec l'Union des producteurs agricoles (UPA) en inscrivant sur son questionnaire : « *Je ne fais pas affaire avec la mafia.* » Les agriculteurs ont également recours à diverses sources d'informations comme des membres de leur entourage direct, les clubs agronomes-conseils, coopératives agricoles, fournisseurs de semences ou d'autres intrants. Nous avons remarqué que dans plusieurs cas, la même compagnie était responsable de vendre semences et autres intrants, de conseiller, et d'acheter la récolte d'un agriculteur. Ces quelques données récoltées, quoiqu'inutilisables dans le cadre de la présente recherche, justifient la nécessité d'approfondir la connaissance sur les réseaux sociaux et l'environnement des agriculteurs québécois.

ANNEXE A

TABLEAU RÉCAPITULATIF DE LA SÉRIE DE QUESTIONS #2 SUR LA PRÉFÉRENCE AU RISQUE.

Tableau A-1 Tableau récapitulatif de la série de questions #2 sur la préférence au risque.

	Option 1					Option 2					Option 3
	A		B		Gain espéré (\$)	A		B		Gain espéré (\$)	
	p	Gain (\$)	p	Gain (\$)		p	Gain (\$)	p	Gain (\$)		
Q1	0,1	70	0,9	80	79	0,1	25	0,9	180	164,5	Indifférent
Q2	0,2	70	0,8	80	78	0,2	25	0,8	180	149	Indifférent
Q3	0,3	70	0,7	80	77	0,3	25	0,7	180	133,5	Indifférent
Q4	0,4	70	0,6	80	76	0,4	25	0,6	180	118	Indifférent
Q5	0,5	70	0,5	80	75	0,5	25	0,5	180	102,5	Indifférent
Q6	0,6	70	0,4	80	74	0,6	25	0,4	180	87	Indifférent
Q7	0,7	70	0,3	80	73	0,7	25	0,3	180	71,5	Indifférent
Q8	0,8	70	0,2	80	72	0,8	25	0,2	180	56	Indifférent
Q9	0,9	70	0,1	80	71	0,9	25	0,1	180	40,5	Indifférent
Q10	1	70	0	80	70	1	25	0,0	180	25	Indifférent

ANNEXE B

INTERVALLES ET ATTITUDE DES SÉRIES DE QUESTIONS SUR LA PRÉFÉRENCE AU RISQUE.

Tableau B-1 Intervalles et attitudes de la série 1 de questions sur la préférence au risque

Série #1	Option 1				Option 2				Gain espéré		Intervalle de r $\omega = 0$	Attitude
	A		B		A		B		1	2		
	p	M (\$)	p	M (\$)	p	M (\$)	p	M (\$)	(\$)	(\$)		
Q1	0,1	50	0,9	100	0,1	5	0,9	200	95	180,5	∞ ; 1,44	Aversion au risque
Q2	0,2	50	0,8	100	0,2	5	0,8	200	90	161	1,44; 1,08	
Q3	0,3	50	0,7	100	0,3	5	0,7	200	85	141,5	1,08; 0,84	
Q4	0,4	50	0,6	100	0,4	5	0,6	200	80	122	0,84; 0,62	
Q5	0,5	50	0,5	100	0,5	5	0,5	200	75	102,5	0,62; 0,42	
Q6	0,6	50	0,4	100	0,6	5	0,4	200	70	83	0,42; 0,21	
Q7	0,7	50	0,3	100	0,7	5	0,3	200	65	63,5	0,21; -0,03	Neutralité
Q8	0,8	50	0,2	100	0,8	5	0,2	200	60	44	-0,03; -0,33	
Q9	0,9	50	0,1	100	0,9	5	0,2	200	55	44,5	-0,33; -0,81	
Q10	1	50	0	100	1	5	0	200	50	5	-0,81; $-\infty$	Préférence pour le risque

Tableau B-2 Intervalles et attitudes de la série 2 de questions sur la préférence au risque

Série #2	Option 1				Option 2				Gain espéré		Intervalle de r $\omega = 0$	Attitudes
	A		B		A		B					
	p	M (\$)	p	M (\$)	p	M (\$)	p	M (\$)	1 (\$)	2 (\$)		
Q1	0,1	70	0,9	80	0,1	25	0,9	180	79	164,5	∞ ; 2,81	Aversion au risque
Q2	0,2	70	0,8	80	0,2	25	0,8	180	78	149	2,81; 2,07	
Q3	0,3	70	0,7	80	0,3	25	0,7	180	77	133,5	2,07; 1,57	
Q4	0,4	70	0,6	80	0,4	25	0,6	180	76	118	1,57; 1,16	
Q5	0,5	70	0,5	80	0,5	25	0,5	180	75	102,5	1,16; 0,77	
Q6	0,6	70	0,4	80	0,6	25	0,4	180	74	87	0,77; 0,38	
Q7	0,7	70	0,3	80	0,7	25	0,3	180	73	71,5	0,38; -0,05	Neutralité
Q8	0,8	70	0,2	80	0,8	25	0,2	180	72	56	-0,05; -0,58	
Q9	0,9	70	0,1	80	0,9	25	0,1	180	71	40,5	-0,58; -1,4	
Q10	1	70	0	80	1	25	0,0	180	70	25	-1,4; $-\infty$	Préférence pour le risque

ANNEXE C

TAUX D'INTÉRÊT, POINTS MILIEUX ET ATTITUDES DES SÉRIES DE QUESTIONS SUR LA PRÉFÉRENCE TEMPORELLE.

Tableau C-1 Taux d'intérêt, points milieux et attitudes des séries de questions sur la préférence temporelle

	Série 1		Série 2		Taux d'intérêt (i)	Point milieu (i_Q, i_{Q-1})	Attitude
	Option 1 : 1 mois	Option 2 : 7 mois	Option 1 : 1 mois	Option 2 : 13 mois			
Q1	100	102,5	100	105	5 %	2,5 %	Très patient
Q2	100	105	100	110	10 %	7,5 %	
Q3	100	107,5	100	115	15 %	12,5 %	
Q4	100	110	100	120	20 %	17,5 %	
Q5	100	112,5	100	125	25 %	22,5 %	
Q6	100	115	100	130	30 %	27,5 %	
Q7	100	117,5	100	135	35 %	32,5 %	
Q8	100	120	100	140	40 %	37,5 %	
Q9	100	122,5	100	145	45 %	42,5 %	
Q10	100	125	100	150	50 %	47,5 %	Très impatient

BIBLIOGRAPHIE

- Allais, M. (1953). Le Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque : Critique des Postulats et Axiomes de l'École Américaine. *Econometrica*, 21(4), 503-546. doi : 10.2307/1907921 Récupéré de : <http://www.jstor.org.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/stable/1907921>
- Acs, S., *et al.* (2009). Effect of yield and price risk on conversion from conventional to organic farming*. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 53(3), 393-411. Doi : 10.1111/j.1467-8489.2009.00458.x
- Agence France-Presse (2018, 10 août). Monsanto condamné à payer près de 290 millions dans le procès *Roundup*. Radio-Canada. Récupéré de : <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1117546/monsanto-reconnu-coupable-proces-roundup>
- Al Zadjali, S., *et al.* (2014). Factors determining pesticide use practices by farmers in the Sultanate of Oman. *Science of The Total Environment*, 476-477, 505-512. doi : <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.12.040> Récupéré de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713014940>
- Andersen, S., *et al.* (2006). Elicitation using multiple price list formats. *Experimental Economics*, 9(4), 383. doi : <http://dx.doi.org/10.1007/s10683-006-7055-6> ABI/INFORM Complete. Récupéré de <http://search.proquest.com/docview/222854366?accountid=14719>

- Andersen, S., *et al* (2008a). Lost in State Space: Are Preferences Stable ?.
International Economic Review, 49(3), 1091-1112. doi : 10.1111/j.1468-2354.2008.00507.x Récupéré de <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2354.2008.00507.x>
- Andersen, S., *et al* (2008 b). Eliciting Risk and Time Preferences. *Econometrica*, 76(3), 583-618. doi : 10.1111/j.1468-0262.2008.00848.x Récupéré de <http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-0262.2008.00848.x>
- Andersen, S., *et al.* (2014). Risk and time preferences of entrepreneurs: evidence from a Danish field experiment. *An International Journal for Multidisciplinary Advances in Decision Science*, 77(3), 341-357. doi : 10.1007/s11238-014-9446-z
- Baillon, A., *et al.*(2017). Comparing uncertainty aversion towards different sources. *Theory and Decision*, 83(1), 1-18. doi : 10.1007/s11238-016-9584-6 Récupéré de <http://dx.doi.org/10.1007/s11238-016-9584-6>
- Benbrook, C.M. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. [Article]. *Environmental Sciences Europe*, 28(1), 1-15. doi : 10.1186/s12302-016-0070-0 *Scopus*. Récupéré de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84957809732&doi=10.1186%2fs12302-016-0070-0&partnerID=40&md5=a1d72185286ff05e8c21c155e296e1a9>

Boutin, D. *et al* (2011), Contribution des systèmes de production biologique à l'agriculture durable - Rapport d'étude, Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs du Québec.

CARTV (Conseil des appellations réservées et des termes valorisants),
<https://www.cartv.gouv.qc.ca/appellation-biologique>, site web consulté le 27 août 2018.

Chichilnisky, G. (2000). An axiomatic approach to choice under uncertainty with catastrophic risks. [Article]. *Resource and Energy Economics*, 22(3), 221-231. doi: 10.1016/S0928-7655(00)00032-4 Scopus. Récupéré de :
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.00034234049&doi=10.1016%2fS0928-7655%2800%29000324&partnerID=40&md5=0f57c3a40ddd9fa2fc6f1c818f4a4f32>

Davies, B.B. et Hodge, I.D. (2012). Shifting environmental perspectives in agriculture : Repeated Q analysis and the stability of preference structures. *Ecological Economics*, 83, 51-57. doi :
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.013> Récupéré de
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800912003291>

Delate, K., *et al*. (2003). An Economic Comparison of Organic and Conventional Grain Crops in a Long-Term Agroecological Research (Ltar) Site in Iowa. IDEAS Working Paper Series from RePEc.

- Delbridge, T.A., *et al.* (2011). Economic performance of long-term organic and conventional cropping systems in Minnesota. [Article]. *Agronomy Journal*, 103(5), 1372-1382. doi :
10.2134/agronj2011.037110.2134/agronj2008.0055x;
- Fédération d'agriculture biologique du Québec (FABQ). (2003). Guide de transition en agriculture biologique. Récupéré de :
<https://www.agrireseau.net/agriculturebiologique/Documents/Guide%20de%20transition%20FABQ.pdf>
- Financière agricole du Québec (FADQ). (2018). Guide des normes reconnues par la Financière Agricole en matière de pratique culturale. Céréales, maïs-grain et Oléagineux [PDF].
- Gattás, F., *et al.* (2018). Impact of interaction between *Limnoperna fortunei* and Roundup Max® on freshwater phytoplankton: An in situ approach in Salto Grande reservoir (Argentina). [Article]. *Chemosphere*, 209, 748-757. doi :
10.1016/j.chemosphere.2018.06.129 Scopus. Récupéré de :
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85050003299&doi=10.1016%2fj.chemosphere.2018.06.129&partnerID=40&md5=83a7e85ac88c5a22e7e11e094546ac72>
- Ghadim, A.K.A., *et al.*. (2005). Risk, uncertainty, and learning in adoption of a crop innovation. *Agricultural Economics*, 33(1), 1-9. doi : 10.1111/j.1574-0862.2005.00433.x
- Gomes, M.P., *et al.* (2017). « Glyphosate-Dependent Inhibition of Photosynthesis in Willow ». *Frontiers in Plant Science*, 8(207).

Greiner, R., *et al.* (2009). Motivations, risk perceptions and adoption of conservation practices by farmers. *Agricultural Systems*, 99(2), 86-104. doi : <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2008.10.003> Récupéré de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X08001133>

Hardaker, J.B., *et al.* (2015). *Coping with Risk in Agriculture*, 3rd edition : Applied Decision Analysis. Wallingford, UK : CABI Publishing.

Harrison, G.W., *et al.* (2004). Experimental methods and elicitation of values. [Article]. *Experimental Economics*, 7(2), 123-140
doi :10.1023/B:EXEC.0000026975.48587.f0 Scopus. Récupéré de : <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-3843121001&partnerID=40&md5=148bc4473b308a895c32ca3f7915655b>

Harrison, G.W. (2008, mai) Working Paper 06-12 : Maximum Likelihood Estimation of Utility Functions Using Stata, Department of Economics, College of Business Administration, University of Central Florida.

Hénault-Ethier, L. (2016). Usage de bandes riveraines composées d'herbacées ou de saules arbustifs pour limiter les flux agro-chimiques des grandes cultures vers les cours d'eau et produire de la biomasse dans la plaine agricole du Saint-Laurent. (Thèse). Université du Québec à Montréal. Récupéré de : <https://archipel.uqam.ca/8821/>

Hendrickson, M.K. et James, H.S. (2005). The Ethics of Constrained Choice: How the Industrialization of Agriculture Impacts Farming and Farmer Behavior. [journal article]. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 18(3), 269-291. doi: 10.1007/s10806-005-0631-5 Récupéré de <https://doi.org/10.1007/s10806-005-0631-5>

- Holt, C.A. et Laury, S.K. (2002). Risk aversion and incentive effects. [Article].
 American Economic Review, 92(5), 1644-1655. doi :
 10.1257/000282802762024700 Scopus. Récupéré de
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0037756148&doi=10.1257%2f000282802762024700&partnerID=40&md5=b7b54cf7fd2538f85f8e7d27717d6768>
- Institut de la Statistique du Québec.(2015) Profil sectoriel de l'industrie
 bioalimentaire au Québec. Édition 2015. Récupéré de :
<http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/agriculture/profil-bioalimentaire2015.pdf>
- King, C., *et al.* (2000). The sustainability indicator industry: Where to from here ? A
 focus group study to explore the potential of farmer participation in the
 development of indicators. [Article]. Australian Journal of Experimental
 Agriculture, 40(4), 631-642. doi : 10.1071/EA99148 Scopus. Récupéré de :
<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0033857797&partnerID=40&md5=4d223e50cd6aa40574d23ef152843506>
- Knowler, D. et Bradshaw, B. (2007). Farmers' adoption of conservation agriculture:
 A review and synthesis of recent research. [Article]. Food Policy, 32(1), 25-48.
 doi : 10.1016/j.foodpol.2006.01.003 Scopus. Récupéré de
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33845334190&doi=10.1016%2fj.foodpol.2006.01.003&partnerID=40&md5=150e1a323c6d08c27f74e63b535a20de>
- Kucharik, C J. et Navin, R. (2009), Trends and Variability in U.S. Corn Yields Over
 the Twentieth Century, Earth Interactions, 9, 1-29.

Le Cotty, T., *et al.* (2018). Linking Risk Aversion, Time Preference and Fertiliser Use in Burkina Faso. [Article]. *Journal of Development Studies*, 54(11), 1991-2006. doi : 10.1080/00220388.2017.1344645 Scopus. Récupéré de : <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85025807597&doi=10.1080%2f00220388.2017.1344645&partnerID=40&md5=469a5b18099d83d5e0a0afc75463d00f>

Lechthaler, F. et Vinogradova, A. (2017). The climate challenge for agriculture and the value of climate services: Application to coffee-farming in Peru. *European Economic Review*, 94, 45-70. doi : <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2017.02.002> Récupéré de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014292117300272>

Liebenehm, S. et Waibel, H. (2014). Simultaneous estimation of risk and time preferences among small-scale cattle farmers in West Africa. [Article]. *American Journal of Agricultural Economics*, 96(5), 1420-1438. doi: 10.1093/ajae/aau056 Scopus. Récupéré de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84942333107&doi=10.1093%2fajae%2faau056&partnerID=40&md5=b7a081c4b1d1c8f3a6bb12bf700ce602>

Lusk, J.L. et Coble, K.H. (2005). Risk perceptions, risk preference, and acceptance of risky food. [Article]. *American Journal of Agricultural Economics*, 87(2), 393-405. doi: 10.1111/j.1467-8276.2005.00730.x Scopus. Récupéré de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-18844446117&doi=10.1111%2fj.1467-8276.2005.00730.x&partnerID=40&md5=c849f3c2ed33ee5ce7232ab1746262cf>

- Malézieux, E. (2012). Designing cropping systems from nature. [journal article].
Agronomy for Sustainable Development, 32(1), 15-29. doi : 10.1007/s13593-011-0027-z Récupéré de <https://doi.org/10.1007/s13593-011-0027-z>
- Marra, M., *et al.* (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. doi : [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00066-5](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00066-5) Récupéré de
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X02000665>
- Maynard, L.J.H., *et al.* (1997). Impact Of Risk Preferences On Crop Rotation Choice.
Agricultural and Resource Economics Review, 26(1), 106-114 Récupéré de
<https://ideas.repec.org/a/ags/arerjl/31363.html>
- Mendelsohn, R. (2007). Chapter 60 Past Climate Change Impacts on Agriculture.
Dans Evenson, R. et Pingali, P. (dir.), Handbook of Agricultural Economics
(Vol. 3, p. 3009-3031) : Elsevier.
- Mesnage, R., *et al.* (2017). Multiomics reveal non-alcoholic fatty liver disease in rats following chronic exposure to an ultra-low dose of Roundup herbicide.
[Article]. Scientific Reports, 7, 39328. doi : 10.1038/srep39328 Récupéré de :
<https://www.nature.com/articles/srep39328#supplementaryinformation>
<http://dx.doi.org/10.1038/srep39328>

- Myers, J.P., *et al.* (2016). Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: A consensus statement. [Review]. *Environmental Health : A Global Access Science Source*, 15(1). doi : 10.1186/s12940-016-0117-0 Scopus. Récupéré de :
<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.084958235036&doi=10.1186%2fs12940-016-01170&partnerID=40&md5=8ab9553167fca25de092858292014e48>
- Ontario. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales. Guide de protection des grandes cultures 2016-2017(Publication 812F). Récupéré de:
<http://www.omafr.gov.on.ca/french/crops/pub812/p812toc.html>
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2019). Organic agriculture. Récupéré de : <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/en/>
- Pimentel, *et al.* (2005). Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. *BioScience*, 55(7), 573-582. doi : 10.1641/0006-3568(2005)055[0573:EEAECO]2.0.CO
- Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). (2015) Monographies de l'industries des grains au Québec. Récupéré de :
<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Monographiegrain.pdf>

Québec. Ministère de l'Agriculture, Pêcheries et Alimentation du Québec (MAPAQ). (Novembre, 2016). Plan d'action ministériel pour le développement durable du secteur des grains 2015 – 2020. Récupéré de : https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/Plan_developpement_durable_secteur-grains.pdf

Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). (Juillet, 2018a). Agriculture Biologique. Récupéré de : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/Production/agriculturebiologique/Pages/alimentsbio.aspx>

Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). (Juillet, 2018b). Culture des grains. Récupéré de : <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Productions/Production/Pages/Grains.aspx>

Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). (2015). Présence de pesticide dans l'eau du Québec. Portrait et tendances dans les zones de maïs et de Soya 2011 à 2014. Récupéré de : http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/mais_soya/portrait2011-2014/rapport2011-2014.pdf

Robin, M.-M. (2017). Le roundup face à ses juges. Montréal : Écosociété. 254p

Seufert, V., *et al.* (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485(7397), 229. doi : 10.1038/nature11069

- Smedbol, Élise (2013). « Toxicité d'un herbicide à base de glyphosate sur des cellules et des communautés d'algues et de cyanobactéries » Mémoire. Montréal (Québec, Canada), Université du Québec à Montréal, Maîtrise en biologie. Récupéré de <https://archipel.uqam.ca/6121/>
- St-Pierre, M. (2017). Risk-induced discounting. *Theory and Decision*, 82(1), 13-30. doi : 10.1007/s11238-016-9555-y Récupéré de <http://dx.doi.org/10.1007/s11238-016-9555-y>
- Stallman, H.R. et James, H.S. (2015). Determinants affecting farmers' willingness to cooperate to control pests. *Ecological Economics*, 117, 182-192. doi : 10.1016/j.ecolecon.2015.07.006
- Statistique Canada. Tableau 32-10-0102-01. Enquête financière sur les fermes, structure financière selon les types d'exploitations, moyenne par ferme (revenu agricole brut égal ou supérieur à 25 000 \$). [Fichier de données]. Récupéré de : <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tb11/fr/tv.action?pid=3210010201&pickMembers%5B0%5D=1.3>
- Tack, J., *et al.* (2012). Intertemporal Risk Management in Agriculture. IDEAS Working Paper Series from RePEc.
- Thivierge, M.-N., *et al.* (2014). Environmental sustainability indicators for cash-crop farms in Quebec, Canada: A participatory approach. *Ecological Indicators*, 45, 677-686. doi : <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.05.024> Récupéré de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X1400226X>

- Toledo, R.T. et Engler, A.P. (2008). Risk preferences estimation for small raspberry producers in the Bío-Bío Region, Chile. [Article]. Chilean Journal of Agricultural Research, 68(2), 175-182. Scopus. Récupéré de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-70749158199&partnerID=40&md5=8a7c5854a4b17cdf8fed91f82d0f300>
- Union des Producteurs Agricole (UPA). (2018, juillet). L'agriculture en chiffres. Récupéré de : <https://www.upa.qc.ca/fr/statistiques/>
- Vandelac, L. (2017). Préface. Dans Robin, M.-M. (dir.), Le roundup face à ses juges (p. 9-36). Montréal : Écosociété
- Von Neumann, J. (1967). Theory of games and economic behavior. ([3rd. ed.. éd.). New York : New York J. Wiley.
- Wright, B D. (2011), The Economics of Grain Price Volatility, Applied Economic Perspectives and Policy, 33 (1), 32-58.