



*Structure et la Performance de l'Agriculture
et de l'industrie des produits Agroalimentaires*

*Structure and Performance of Agriculture
and Agri-products industry Network*

**Comportement d'investissement des producteurs d'œufs en présence
de multiples sources d'incertitudes**

Zan, M. M., Tamini, L.D. et Doyon, M.¹

2425 rue de l'Agriculture, 4419 pavillon Paul-Comtois
Université Laval, Québec, QC
G1V 0A6, Canada
lota.tamini@eac.ulaval.ca

Cahier de recherche/Working paper #2013-6

¹ Université Laval et Centre de Recherche en Économie de l'Environnement, de l'Agroalimentaire, des Transports et de l'Énergie (CRÉATE). Les auteurs remercient le réseau SPAA et la Chaire de recherche économique sur l'industrie des œufs pour l'appui financier. .

Comportement d'investissement des producteurs d'œufs en présence de multiples sources d'incertitudes

Résumé

Des modes de production respectueux de l'environnement et du bien-être animal sont de plus en plus au centre des préoccupations des consommateurs d'œufs. La tendance actuelle dans la filière québécoise de la production d'œufs est donc à l'adoption de production dans des cages offrant plus d'espaces aux poules, d'élevages sans cages (poules en liberté), à la production biologique,... Et, à chaque type de production correspond des risques liés à la biosécurité, à la qualité des œufs, et aux normes de production qui sont différents. Les producteurs feront également face à des risques financiers différents, la variabilité des coûts de production et des prix des œufs n'étant pas la même pour tous les types d'œufs. À l'aide d'une approche de programmation quadratique appliquée au modèle moyenne-variance espérée, nous analysons le comportement d'investissement des producteurs d'œufs en tenant compte de plusieurs sources d'incertitudes. Les résultats révèlent que le comportement optimal des producteurs impliquerait qu'ils consacrent leur ressource à la production d'œufs conventionnels et réduisent celle des œufs de spécialité qui s'avère être plus risquée. Le système de gestion de l'offre contribuerait donc, en réduisant l'aversion au risque des producteurs, à assurer un développement de la production canadienne d'œufs de spécialité.

Abstract

Animal welfare is a major concern for consumers and this concern is not unnoticed by the sector's stakeholders, especially egg producers. One of the fundamental changes likely to affect egg producers is in relation with modes of production, more specifically changes in housing system, ranging from conventional cages to free range. From a farmer's point of view, changing its mode of production generate a technological and economic/marketing risk. This study documents the level of risk in the Canadian eggs sector (conventional and specialty eggs) using data from 2009 to 2011. Our results identify multiple sources of uncertainties (technological, cost of production, price of eggs) whose importance vary across types of eggs. We use a quadratic programming approach applied to expected mean-variance models, to analyze the impact of risk on decision to invest when the resources must be allocated to different types of production that have different risk levels. Overall our results show how, given risk aversion parameters, producers achieve minimum risk level by devoting their resources to the least risky type of eggs. An important result of our study is that supply management, by reducing the perceived risk level, has favoured the development of specialty eggs, to the benefit of some consumers.

Comportement d'investissement des producteurs d'œufs en présence de multiples sources d'incertitudes

1. Introduction

Dans de nombreux secteurs de l'économie, lors de leur processus de prise de décision, les entrepreneurs font face à de nombreuses sources de risques et d'incertitude. À titre d'exemple le gestionnaire de portefeuille prend ses décisions d'investissement en considérant un rendement incertain. Lors de leur choix d'investissement et/ou de développement de leurs activités, les entrepreneurs doivent tenir compte d'une demande future et donc d'un prix incertain. Et, dans les décisions de s'internationaliser, l'incertitude sur les politiques commerciales des pays vient s'ajouter aux autres sources d'incertitudes. Le secteur agricole n'échappe pas à cette logique, le risque et l'incertitude étant une des composantes à considérer lors de la prise de décision (Huirne et al., 2000). Ainsi, il existe une importante volatilité des prix des matières premières agricoles et ainsi que de ceux des produits agricoles, cette volatilité s'étant accentuée ces dernières années (FAO, 2011). Lien et al. (2003) soulignent également l'existence d'un risque institutionnel, spécialement d'un risque lié aux changements des politiques d'appui au secteur agricole et des politiques commerciales. Un certain nombre de questions émergent alors. La première est celle de savoir quel est peut être l'impact de ces multiples sources de risques sur les décisions optimales des producteurs. Et, deuxièmement, lorsqu'un producteur est engagé dans plusieurs productions ayant des niveaux de risques différents, quel est l'impact d'une potentielle corrélation du risque de chacune de ses productions ?

Dans le secteur agricole québécois, une des filières indiquée pour cette étude du risque est celle des œufs de table. Depuis quelques décennies, la production québécoise d'œufs connaît un essor avec plusieurs innovations technologiques et la mise en place de nouveaux systèmes de production.¹ L'une des évolutions fondamentales ayant affectée ce secteur, est la production

¹Selon la Fédération des producteurs d'œufs de consommation du Québec (FPOCQ), la production québécoise d'œufs s'élève environ à 89 millions de douzaines d'œufs par année. La valeur annuelle de production à la ferme est de l'ordre de 124 millions de dollars. Parmi les provinces canadiennes, le Québec est classé à la seconde place

d'œufs dits de spécialité : œufs biologiques, Oméga 3, poules en liberté, Les entreprises du secteur des œufs doivent ainsi prendre la décision de produire ou non plusieurs types d'œufs pouvant potentiellement avoir des niveaux de risque et d'incertitude technologique et/ou financiers différents. Selon la Fédération des producteurs d'œufs de consommation du Québec (FPOCQ), au Québec, les risques liés à la biosécurité, la qualité des œufs, et les normes de production sont des sujets de la plus haute importance pour tous les producteurs d'œufs de consommation. Et plusieurs études soulignent que le niveau de risque est différent selon les types de production d'œufs. Par exemple en production biologique, la productivité est plus faible et le risque de maladies est plus important. Par ailleurs, ce risque vient s'ajouter au fait que les œufs de spécialité couvrent des marchés de niche et par conséquent une variabilité plus importante des prix.

Une des premières contributions sur les modèles intégrant de l'incertitude dans les choix des producteurs est celle de Sandmo (1971) qui analyse les effets de l'incertitude des prix. Un producteur averse au risque produit une plus petite quantité en situation d'incertitude des prix qu'en situation de certitude. De manière plus récente Dalal et Alghalith (2008) et Bobtcheff et Villeneuvey (2010) examinent deux sources d'incertitude à savoir celle sur le prix de l'output et celle sur le prix des intrants de production. Pour ces auteurs, l'augmentation des risques (à la fois des prix d'intrants et de production ou les prix d'intrants uniquement) devrait réduire la production. Toutefois, l'offre attendue des outputs est une fonction croissante des prix uniquement pour de faibles niveaux d'aversions au risque. Alghalith (2010) analyse également l'impact de multiples sources d'incertitudes et du degré d'aversions au risque sur la demande d'intrant et plus précisément le ratio optimal des intrants de production. En présence de multiples incertitudes, lorsque la firme a deux intrants substitués, la demande de chaque intrant est inférieure à son équivalent certain. Cela s'explique par le fait que l'incertitude touche à la fois le coût des intrants et le prix des outputs. Cependant, cette baisse est moindre lorsque l'incertitude touche uniquement le prix des intrants ou le prix des outputs. Par conséquent quand l'aversion au risque augmente la demande des deux intrants baisse simultanément. Par

des provinces productrices d'œufs d'où l'importance grandissante de ce secteur aussi bien dans l'économie agroalimentaire du Québec que du Canada.

ailleurs, les sources de risques et d'incertitudes auxquels la firme fait face peuvent être corrélées de telle sorte que l'information sur un risque peut donner indirectement une information sur une autre source de risques. Cette corrélation peut diminuer l'aversion au risque de la firme et ainsi diminuer les variances des rendements de la firme afin de rendre son investissement plus optimale. Eeckhoudt et al. (2011) analysent le comportement d'un décideur qui est confronté à deux risques corrélés et ne peut obtenir des informations que sur un seul d'entre eux. L'intuition suggère que l'existence d'une corrélation élevée (en valeur absolue) entre les risques devrait augmenter la valeur totale des informations car l'information sur un des risques peut donner indirectement de l'information sur l'autre (risque additif ou multiplicatif). Cette information peut aider à une meilleure prise de décision par l'investisseur. L'information d'une bonne météo par exemple donne une information directe sur la production future (supposée être bonne) et une information indirecte sur la baisse des prix du marché découlant d'une augmentation de l'offre globale. Cependant l'information peut entraîner une diminution de la perception du risque par l'agriculteur (risque multiplicatif) et lui causer plus de pertes qu'une situation sans information. Par conséquent, comme le soulignent Bobtcheff et al. (2010) et Algalith (2010) la décision optimale d'investissement est complexe en dépit de conditions d'optimalité à première vue intuitives.

L'objectif général de notre projet de recherche est d'analyser les choix optimaux d'un producteur d'œufs devant allouer des ressources limitées à la production de différentes catégories d'œufs. Nos résultats nous ont permis de documenter l'existence d'un risque différent selon les types d'œufs produits. Il est alors optimal pour le producteur d'orienter ses ressources vers la production la moins risquée qui est celle des œufs conventionnels. La gestion de l'offre se retrouve ainsi, en réduisant la perception que les producteurs ont du risque dans le secteur des œufs, à assurer le développement des produits de spécialité.

Le reste du présent document est organisé ainsi qu'il suit : la section 2 présente brièvement les principales sources de risque dans le secteur des œufs tandis que la section 3 présente l'approche méthodologique utilisée et la section 4 présente les données utilisées pour cette

étude. Enfin les résultats des simulations seront présentés dans la section 5 tandis que la section 6 est consacrée à la conclusion.

2. Sources de risque dans le secteur des œufs

La tendance actuelle du secteur de la production d'œufs est au passage des systèmes de cages conventionnelles vers des systèmes de cages enrichis et systèmes d'élevage sans cages (poules en liberté). L'Union européenne a ainsi interdit les cages classiques à partir de 2012 et les États-Unis ont un projet de loi qui, s'il est adopté par le Congrès, obligerait les producteurs d'œufs à remplacer les cages conventionnelles par des systèmes de colonies enrichies qui alloueraient près du double d'espace par poule.² Selon les différents systèmes de logement adoptés par les producteurs, ou selon leur choix d'adopter la production biologique ou non, ceux-ci devront faire face à des risques pouvant être différents. Les sources de ces risques sont nombreuses et peuvent affecter de manière directe la chaîne de production et du même coup la prise de décision de production.

2.1. Risque économique/marketing et bien-être animal.

Plusieurs auteurs montrent que, dans le secteur des œufs de table, de plus en plus de consommateurs s'orientent vers l'achat de produits distincts à l'égard de la sécurité, la salubrité, la fraîcheur, le goût, la couleur, etc. (Jacob et Miles, 2000). Cela justifie les tendances actuelles en faveur de la production des œufs de spécialité pour répondre à cette demande grandissante. Cependant, comme le montre le tableau 1, les prix des œufs de spécialité sont plus variables que ceux des œufs conventionnels, les premiers approvisionnant des marchés de niche. C'est notamment le cas pour les prix des œufs Omega 3 et ceux des œufs de spécialité qui ont des coefficients de variabilité plus élevés que ceux des œufs conventionnels. Cette variabilité des prix est transmise directement aux producteurs et va

²Les nouvelles installations offriraient aux poules un environnement enrichi contenant notamment des perchoirs, des nids et des zones de grattages, leur permettant d'exprimer leurs comportements naturels. Ce projet de loi fait suite à une entente intervenue l'été dernier entre Human Society Of the United States (<http://www.humanesociety.org>) et les United Egg Producers (<http://www.unitedegg.org>).

représenter pour eux une source de risque. Les variations des prix ont également un impact sur la quantité demandée par les consommateurs. Cet impact devrait néanmoins être limité en raison des élasticités prix des œufs faibles : 0,35 au Canada (AAC³) et 0,11 aux États-Unis (USDA⁴). Cependant, nous pouvons supposer que cette élasticité est plus importante pour les œufs de spécialité qui sont des produits de niche. Il apparaît donc clairement qu'un producteur produisant différents types d'œufs est confronté à des degrés différents de risque de prix. Par ailleurs, au Canada, les œufs de consommation sont généralement protégés à la frontière par des tarifs élevés. Ce n'est pas le cas des œufs de spécialité. Les fluctuations de prix et de taux de change pourraient avoir un impact sur les prix payés aux producteurs.

Les nouveaux modes de production se doivent également d'être plus respectueux de l'environnement et du bien-être des animaux. Cela entraîne des coûts supplémentaires qui sont plus ou moins entièrement transmis aux consommateurs en raison de sa disponibilité à payer pour ces attributs (Norwood, 2011). Cependant les consommateurs acceptent de verser des primes pour les œufs de spécialité en raison de leur perception des bénéfices de ces produits sur leur santé, le bien-être des animaux et l'environnement. Lay et al. (2011) montrent cependant que chacun des systèmes d'élevage présente des éléments en défaveur du bien être animale et qui est par conséquent susceptible de réduire la prime que le consommateur est prêt à payer.

2.2. Risque technologique et variabilité des coûts de production

Dans les systèmes d'élevage sans cages la poule pondeuse dispose de plus d'espace (environ 5 fois plus d'espace) que dans les cages conventionnelles et elle dépense plus d'énergie. Les travaux de Van Eekeren et al. (2006) indiquent ainsi que la poule en liberté consomme 5 grammes d'aliments par jour de plus que les poules en cage. La dépense excessive d'énergie des poules en liberté entraîne une moins bonne efficacité alimentaire (Elwardany et al., 1998). La part relative du poste alimentaire dans le coût de production est donc plus importante ce qui,

³ AAC, Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2011 : http://www.agr.gc.ca/index_f.php

⁴ USDA United States Department of Agriculture: <http://www.usda.gov/>

de facto se traduit par une transmission aux coûts plus forte de la variabilité des prix des biens primaires agricoles. Les principaux postes de coûts de production dont la variabilité va se transmettre au coût sont l'alimentation des poules, le travail et l'énergie (Farooq et al., 2002). Donohue et Cunningham (2009) montrent ainsi comment la hausse des prix des principaux intrants alimentaires a un impact sur les coûts de production des œufs aux États-Unis. En septembre 2006, ils représentaient environ 55% des coûts de production versus près de 70% en juillet 2008. Et, lorsque l'on compare toujours ces deux périodes, le coût de l'alimentation représentait 33,33% du *breakeven cost* en 2006 contre 48,75% en 2008. La plus forte variabilité des céréales se transmet donc aux coûts de production mais avec des degrés différents étant donné que les céréales constituent des parts qui varient selon le type d'œufs. Sumner et al. (2010) montrent ainsi que la contribution de l'alimentation au coût de production est de 10% plus élevée dans la production d'œufs avec des poules en cages versus celle d'œufs avec des poules sans cages. À contrario, les coûts associés aux logements sont plus élevés dans le cas d'œufs produits par des poules sans cage. La variabilité des coûts et donc des marges sera par conséquent différente selon les types de production.

Patterson et al. (2001) comparent deux systèmes de production des œufs à savoir la production d'œufs de spécialité (systèmes alternatifs) et les œufs conventionnels (cages conventionnelles). Il ressort de l'étude de ces auteurs que les performances techniques des systèmes de production alternatifs sont moins bonnes que celles des cages conventionnelles (Voir Tableau 2). De Reu et al (2008) montrent également que la contamination des coquilles d'œufs par les bactéries aérobies (*Salmonella enteritidis* (Se)) est généralement plus élevée pour les œufs dans les systèmes sans cages (élevage en liberté) par rapport aux œufs de cages conventionnelles.⁵ Cela peut entraîner des coûts additionnels associés à la décontamination et la baisse de la production commercialisée.⁶

5 De Reu et al. (2008) signalent également d'autres facteurs comme la contamination par des produits chimiques pouvant être présents dans le sol. Ces autres types de contaminants ont cependant une incidence minime.

6 L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) est l'organisme gouvernemental fédéral chargé de la sécurité alimentaire, de la lutte et l'éradication des maladies animales exotiques au Canada. Elle intervient aussi dans le domaine de l'environnement de la sécurité et bien être animale.

En résumé, le risque capté par la matrice de variance-covariance des prix et des coûts de production sera différents selon le type d'œufs. Il sera donc nécessaire, lors de l'analyse des choix optimaux des producteurs de tenir compte de toutes ces dimensions.

3. Approche méthodologique

Les tentatives de chercheurs à intégrer le risque et l'incertitude dans les modèles de programmation mathématique ont conduit au modèle E-V (expected-mean-variance) dans la programmation quadratique (Markowitz, 1952).⁷ Dans ce type de modèles, le risque et l'incertitude sont pris en compte par le biais d'une matrice de variance-covariance. Le plan de production optimal est sélectionné sur la base de la marge brute attendue et de sa variance. Hazell (1971) a développé une version linéaire du modèle de programmation quadratique, le MOTAD. Cette version utilise une approximation linéaire de la variabilité du revenu espéré pour représenter le risque au lieu d'utiliser la mesure non linéaire qui consiste à passer par la matrice de variance-covariance. Aussi cette méthode aborde le risque par la déviation standard absolue, où tous les paramètres (les prix, les coûts, le rendement...) du modèle sont supposés aléatoires.⁸ L'inconvénient d'une telle approche est l'hypothèse de normalité, l'approximation des variances est moins efficace qu'avec les modèles standards de programmation quadratique. Similaire au modèle MOTAD, le modèle « Target MOTAD » fut développé par Tauer (1983).⁹ Ce modèle intègre une contrainte supplémentaire qui fixe un niveau cible de revenu total. Le risque est mesuré comme la somme attendue de déviations négatives et ce, à partir d'un niveau cible de rendement fixé au préalable. Dans notre étude nous cherchons un plan optimal pour un agriculteur produisant plusieurs types d'œufs en

⁷ Komarek et MacAulay (2011) appliquent cette approche à des entreprises mixtes en Australie. Plusieurs auteurs ont appliqué aussi ce modèle en finance pour déterminer l'investissement optimal face à différentes sources de risques dans ce domaine. Parmi ces auteurs, des exemples récents sont Rubinstein (2012), Yucel et Ozcan (2011) et Han Kim (2012).

⁸ Marques et Martins (2007) appliquent ce modèle dans l'évaluation économique des technologies de préparation du sol dans un environnement risqué, et permettent de saisir l'influence du comportement des agriculteurs sur le choix de la technologie.

⁹ Shahwan et Haddada (2011) appliquent ce modèle au secteur agricole dans le cadre de l'optimisation de la production face aux risques financiers et la contrainte de l'eau dans une vallée en Jordanie.

appliquant le modèle E-V. En effet, il offre une manière très spécifique et simple de capter ou de prendre en compte le risque c'est-à-dire par une matrice de variance-covariance (Markowitz, 2012; Komarek et MacAulay, 2011). McCarl et Onal (1989) ont comparé l'approximation linéaire (MOTAD) avec l'approximation non linéaire (E-V) dans une série de modèles sectoriels. Ces auteurs concluent que la solution directe du problème non linéaire est plus rapide et plus précis et cet avantage est de plus en plus marqué avec l'augmentation de la taille du modèle. Ces raisons motivent le choix de l'approche E-V pour l'étude que nous réaliserons.

L'objectif du producteur est de maximiser son profit espéré. En raison de la disponibilité de données, notre analyse se restreint à la production d'œufs conventionnels, d'œufs oméga 3 et d'œufs de poules en liberté. Considérons un producteur ayant décidé de produire la quantité x_j $j=1, 2$ et 3 de chaque type d'œufs. Sa fonction objective s'écrit :

$$(1) \quad \text{Max } \pi = \sum_{j=1}^n E(p_j - c_j)x_j - \alpha x' \Omega (p_j - c_j)x$$

Sc.

$$(2) \quad \sum_{j=1}^n c_{ij}x_j \leq b_i \quad \text{avec } i = 1, \dots, n \quad \text{et } x_j \geq 0 \quad \text{pour tout } j = 1, \dots, m$$

Où $E(p_j - c_j)$ représente marge espérée de chaque production j , p étant le prix de vente et c le coût de production unitaires. Le paramètre α représente le coefficient d'aversion au risque du producteur et Ω la matrice de variance covariance que nous définissons dans la section suivante. Enfin, le paramètre b_i représente le montant des ressources disponibles pour produire le bien i . La contrainte donnée par l'équation (2) représente les différentes contraintes associées à la production de chaque catégorie d'œufs. De manière spécifique il s'agit de produire de manière à respecter:

- le quota de production alloué au producteur,

- l'espace allouée par poule et qui respecte les règles de chaque type de production,
- le nombre de poules par système de production sachant qu'une poule produit une quantité limitée d'œufs par an.

Nous considérons deux (2) principales sources de risques : la variabilité dans les coûts de production et celle des prix des outputs. Le risque technologique est capté par une production moyenne plus faible de certains types de production. La matrice $\Omega(p_j - c_j)$ avec $j=1, 2, 3$ est une matrice 6x6 car tenant compte des variances et covariances des prix et coûts de chacune des productions (Voir en annexe). Étant donné la complexité de la matrice de variance-covariance, il est impossible de conclure lors des exercices de statique comparative (Voir annexe).¹⁰ Des exercices de simulation sont donc utilisés afin d'analyser l'impact de certains facteurs comme la volatilité des prix et celle des coûts sur les choix optimaux des producteurs.

4. Données

Les données utilisées pour les analyses couvrent la période allant de janvier 2009 à décembre 2011. Comme nous l'avons précédemment souligné, nous nous intéressons à trois types de productions d'œufs qui sont : les œufs conventionnels produits dans les cages traditionnelles, les œufs oméga 3 produits dans les cages traditionnelles et les œufs produits par les poules en liberté. La source des données utilisées dans cette étude sont résumées dans le tableau A5.

4.1. Données techniques

Le tableau 3 résume les éléments techniques sur lesquels se base notre étude. Pour ce faire nous utilisons les données présentées par le CRAAQ (2007) sur la taille moyenne des poulaillers au Québec.

¹⁰ Komarek et MacAuley (2011) analysent les choix optimaux des producteurs en présence de 2 sources de risque. L'augmentation de la variance d'un des biens entraîne la baisse de sa production et l'augmentation du niveau de production de l'autre bien. Cependant les effets ne sont pas forcément symétriques en raison de la non symétrie de la matrice de variance-covariance. Lorsque l'aversion au risque augmente l'agriculteur alloue la plus grande partie de son budget à la production qui présente le niveau de variance la plus faible, c'est-à-dire la moins risquée. Aussi, plus l'agriculteur est averse au risque, plus il aura besoin d'un revenu disponible plus important.

Dans notre étude nous formulons l'hypothèse selon laquelle le producteur dispose d'un quota de production pour les trois types d'œufs à savoir les œufs conventionnels, les œufs oméga 3 et les œufs produits en liberté. Il doit donc approvisionner cette part de marché de sorte qu'il n'y ait ni surplus ni manque. Nous formulons l'hypothèse selon laquelle il dispose de 7 500m² de superficie qui représentent 5 poulaillers de 1 500m² chacun¹¹. Le producteur attribue un poulailler à la production des œufs oméga 3 et un poulailler aux œufs produits en liberté et attribue le reste des poulaillers aux œufs conventionnels. En plus de cela la demande d'œufs de spécialité représente moins de 20%¹² de la demande totale d'œufs au Canada. Ce qui a donc motivé notre répartition des poulaillers. Aussi le producteur ne peut pas produire dans un même poulailler ces différentes productions simultanément.

4.2. Prix aux producteurs

Le prix aux producteurs représente le prix de l'œuf avant son acheminement vers le classificateur. Les données à notre disposition étaient le prix aux producteurs des œufs conventionnels, le prix de détail des œufs oméga 3 et le prix au détail des œufs de poules en liberté. Plusieurs transformations ont été faites sur ces données afin d'obtenir les prix aux producteurs de chaque type d'œuf. Tout d'abord, les prix aux producteurs des œufs conventionnels (qui se subdivisaient en plusieurs catégories) ont été ajustés en tenant compte des parts relatives des 3 principales catégories d'œufs.¹³ Ces parts sont indiquées au tableau 4. Le prix aux producteurs d'une douzaine d'œufs conventionnels (toute catégorie confondues) est égal à la moyenne pondérée des prix de ces différentes catégories dans l'année en question.

Les bases de données consultées ne présentaient pas de données de prix aux producteurs des œufs de spécialité. Ces prix seront approximés selon une approche à deux (2) étapes. La première étape consiste à déterminer la marge totale (marge du classificateur et marge des

¹¹ La taille moyenne d'un poulailler selon AAC est de 34 830 poules, soit en moyenne 1 500m².

¹² AAC. Estimation des élasticités de la demande alimentaire au Canada.(2006)

¹³ Dans les faits nous avons tenu compte des parts relatives des principales catégories d'œufs et qui représentent environ 80% de la production (Voir tableau A1 en annexe).

détaillants) des œufs conventionnels en formulant l'hypothèse selon laquelle celle-ci est identique quelque soit le type d'œufs. La différence entre les prix de détails des œufs conventionnels et des prix aux producteurs trouvés précédemment nous donne la marge totale des œufs conventionnels. Cette marge nous permettra dans un deuxième temps de déterminer le prix aux producteurs des œufs oméga 3 et œufs produits en liberté en utilisant la donnée de prix aux détails qui étaient disponibles. Les prix aux producteurs des œufs oméga 3 et des œufs produits en liberté est trouvé donc en soustrayant les marges trouvées des prix au détail de ces types d'œufs.

4.3. Coûts de production

Un certain nombre de manipulations ont été également nécessaires afin de déterminer des coûts de production des différentes catégories d'œufs. La première étape consistait à déterminer le coût de production des œufs conventionnels. Comme dans le cas des prix des œufs conventionnels, nous utilisons un coût moyen calculé à partir des coûts des trois (3) principales catégories d'œufs. Les coûts de productions des œufs conventionnels sont donc obtenus en multipliant les coûts moyens par les parts relatives ajustées.

La deuxième étape consiste à trouver les coûts des autres types d'œufs (oméga 3 et œufs produits en liberté) et d'estimer leur variance. Pour cela nous utilisons les résultats des travaux de Sumner et al. (2010) et Van Horne et Bondt (2003). Sumner et al. (2010) montrent que le coût total de production des œufs Omega 3 est 1,17 fois plus élevé que celui des œufs conventionnels et que, par ailleurs, celui des poules en liberté est 1,41 fois plus élevé. Ces indices nous permettront de convertir les coûts mensuels d'œufs conventionnels en coûts mensuels d'œufs oméga 3 et de poules en liberté.

Van Horne et Bondt (2003), montrent que le prix moyen de l'alimentation des poules produisant des œufs Omega 3 est 1,32 fois plus élevé que celui des œufs conventionnels. Par ailleurs, Sumner et al. (2010) estiment la contribution de différents postes de coûts au coût total de production des œufs. Ces parts relatives sont indiquées par le tableau 5. Farooq et al (2002) confirment que plus de la moitié des coûts de production sont les coûts liés à l'alimentation

composée à plus de 60% de maïs selon Martin et al (1998). Pour l'estimation de la variance des coûts nous tenons compte de celle du prix du maïs-grains, du travail et de l'électricité qui constituent les principaux éléments des coûts de production. Par ailleurs, nous captions l'impact différent de la variabilité de chacun de ces éléments en tenant compte du fait que la part relative de chacun des intrants est différente selon les modes de production. Le tableau A2 présente les prix et coûts moyens et le tableau A3 la matrice de variance-covariance des prix et coûts. Le tableau A4 présente les coefficients de corrélation entre prix et coûts et enfin, le tableau A5 présente la source des différentes données utilisées.

5. Principaux résultats

5.1. Optimisation sans risques

La maximisation du profit du producteur nous permet d'obtenir un premier résultat sans tenir compte du risque. Alors, sous les contraintes de l'espace alloué à chaque poule selon les systèmes de production, et de la superficie totale, le résultat de la maximisation du profit révèle que, à l'optimum, cette entreprise produirait 2 138 429 douzaines d'œufs conventionnels, 712 809 douzaines d'œufs oméga 3 et 126 000 douzaines d'œufs de poules en liberté. Le profit du producteur est de 920 773\$ ce qui reflète à quelques détails près la réalité des producteurs d'œufs au Québec dans une analyse dans laquelle il n'est pas tenu compte de la situation de risque à laquelle les producteurs d'œufs sont potentiellement exposés. Pour une entreprise équivalente, le bénéfice total serait selon la grille de calcul du CRAAQ (2007) de 924 680\$.

5.2. Simulations

5.2.1. Effet du coefficient d'aversion au risque

Dans cette section nous avons fixé le coefficient d'aversion à son niveau minimum qui est 0,000001¹⁴. La simulation consiste à faire augmenter le coefficient d'aversion au risque pour

¹⁴ Notre choix s'est porté sur un coefficient d'aversion initial proche de 0 c'est à dire 0,000001 en raison d'un risque faible du fait d'un système de gestion de l'offre.

observer les changements qui pourraient subvenir dans les quantités et le profit du producteur. Les ajustements se font tout d'abord au niveau des œufs conventionnels ce qui est conforme aux données du tableau A1 qui indiquait une plus forte variabilité dans cette production. La dernière production à être réduite est celle des œufs produits par les poules en liberté.

De même la figure 2 montre l'impact de ce changement de quantités sur le profit optimal du producteur qui décroît avec l'augmentation de l'aversion au risque des producteurs.

5.2.2. Effet de la variabilité dans les prix et dans les coûts de production

A partir d'un coefficient d'aversion à son niveau le plus faible de 0,000001, nous faisons varier simultanément les variances du prix des différents types d'œufs en gardant les coûts fixes. Le même procédé est fait pour les coûts de production. Les figures 6 et 7 résument les différents résultats obtenus. Les résultats de cette analyse à la figure 6 et 7 montrent cependant que l'effet d'un petit choc de l'ordre de 5% par exemple est non négligeable. Ce n'est que dans le cas des chocs importants sur le prix des œufs produits en liberté que cela a un impact sur les quantités produites.

Les profits qui découlent de ces quantités produites se retrouvent aussi à la baisse mais cette baisse est plus prononcée pour les œufs oméga 3 et les œufs conventionnels. Cependant le profit des œufs produits en liberté baisse très faiblement et cela à cause de la part de cette production très faible dans la production totale.

5.2.3. Effet d'une corrélation dans les prix de production

Dans cette section nous étudions l'effet d'une baisse de la corrélation des prix des œufs en cages et celles des œufs en liberté. Eeckhoudt et al (2011) dans leur analyse sur le comportement d'un décideur faisant face à deux risques corrélés démontre que cette corrélation peut entraîner un risque additif ou multiplicatif. La réduction de la corrélation entre les prix suppose donc une gestion des deux types de produits tels que les prix ne s'en retrouvent pas liés. Les résultats de cette analyse montrent que la baisse de cette corrélation entre les prix des œufs conventionnels et liberté a un effet négligeable sur les choix de productions du producteur

mais cependant cette baisse permet d'augmenter le profit du producteur. Ce cas se réfère à une situation où la production des deux types d'œufs se fait de manière indépendante de sorte que le prix de la première production n'est pas lié à la deuxième. Ce qui permettrait donc de diminuer la corrélation de ces prix. La réduction de la corrélation entre les deux types d'œufs se traduirait par une réduction de la covariance. Le résultat de cet effet sur le profit est présenté par la figure 6. La filière des producteurs d'œufs de table gagnerait donc à une segmentation des marchés telle que la substitution entre les différentes variétés d'œufs est très faible.

6. Conclusions

Le secteur agricole fait face à de multiples sources d'incertitudes et de risque qui font partie intégrante de la gestion des fermes. De même le secteur ovicole au Québec qui jusque-là semble être un secteur protégé du risque n'est cependant pas en reste. La spécificité de ce secteur est qu'il existe un système de gestion de l'offre qui permet de stabiliser les prix et ainsi permet d'assurer un revenu stable aux producteurs. Cependant trois grandes sources de risques et d'incertitudes ont été trouvées dans ce secteur et ont fait l'objet de cette étude.

La première source de risque est économique/marketing. Des données sur les prix des œufs sur le site d'agriculture et agroalimentaire au Canada nous confirment la présence d'une variabilité dans le prix des œufs plus prononcée dans les œufs de spécialité. En effet les tendances actuelles des consommateurs sont en faveur des œufs de spécialité, car ils ont une bonne perception de ces œufs quant à l'effet sur leur santé, le bien-être animal et l'environnement et acceptent donc payer plus chers. Si cette qualité recherchée par les consommateurs fait défaut, ou si un événement arrivait à détériorer la perception des consommateurs vis-à-vis de ces œufs (exemple de la grippe aviaire), cela constituerait un risque pour les producteurs. La deuxième source de risque se retrouve dans le choix du mode de production des œufs, les risques technologiques étant différents. La troisième source de risque se retrouve dans la variabilité des prix des intrants principaux à la production d'œufs. Et, étant donné que la part relative de chacune de ses composantes est différente selon les modes de production, leurs coûts se retrouvent à avoir des variabilités différentes.

Une étude empirique à l'aide du modèle quadratique moyenne/variance (Expected mean-variance) nous a permis de montrer l'effet de ce risque sur la décision et choix d'investissement ainsi que le profit du producteur. Les résultats de cette étude nous permettent de conclure que dans le contexte actuel de la production d'œufs au Canada, les producteurs perçoivent une absence de risque dans leur secteur de production. La prise en compte du risque mesuré par les variabilités des prix et des coûts se traduirait par une baisse marquée des quantités produites, l'effet du risque des coûts étant plus important. Dans ce cas, une baisse de corrélation possible entre systèmes de productions entrainerait une augmentation des profits.

Le système de gestion de l'offre qui encadre la production d'œufs entraîne une faible perception du risque pour les producteurs d'œufs et donc un développement de la production d'œufs de spécialité qui représente la production la plus risquée. Alors, si le secteur de production d'œufs au Québec est tel que les actions de la gestion de l'offre sont limités, alors le producteur devra faire face à ces différents risques qui ont comme conséquence une baisse de sa production d'œufs de spécialité (oméga 3 et œufs produits en liberté) et une augmentation de la production d'œufs conventionnels.

Cette étude permet de comprendre l'effet du risque et de l'incertitude sur l'investissement des producteurs. La littérature jusque-là ne s'est pas intéressée à ce problème de risque dans la production d'œufs ayant considéré le manque de risque dans ce secteur. Ce travail vient expliquer l'effet que pourrait avoir le risque sur l'investissement dans ce secteur. Cependant d'autres risques tels que ceux liés aux coûts de production sont moins contrôlables et devront être étudiés avec soin par les producteurs. Les limites empiriques de ce travail se trouvent dans le manque de données pour le cas spécifique du Québec. Néanmoins, elle permet aux différents acteurs de la filière des producteurs d'œufs de table de comprendre l'effet du risque sur les choix des producteurs et de prendre des dispositions nécessaires pour assurer la pérennité dans ce secteur.

Références

Alghalith, M. (2010), Theory of the firm under multiple uncertainties, *Economics Bulletin* 30, 2075-2082.

Bobtcheff, C. et S.Villeneuvey (2010), Technology Choice under Several Uncertainty Sources, *European Journal of Operational Research*, 206, 586-600.

Centre de référence en agriculture et en agroalimentaire du Québec [CRAAQ]. 2007. *Œufs de consommation, Budget.*

Dalal, A.J. et D.M. Alghalith (2008) Production decisions under joint price and production uncertainty, *European Journal of Operational Research*, 197, 84-92.

De Reu, K.; W. Messens; M. Heyndrickx; T.B. Rodenburg; M. Uyttendaele et L. Herman (2008), Bacterial contamination of table eggs and the influence of housing systems, *World's Poultry Science Journal*, 64, 5-19.

Donohue, M et D.L. Cunningham. 2009. Effects of grain and oilseed prices on costs of US poultry production. Manuscript.

Eeckhoutd, L.; A. Thomas; N. Treich (2011), Correlated risks and the value of information, *Journal of Economics*, 102, 77-87.

Elwadany, A. M., B. T. Sherif; A. A. Enab; A. Abdel-Sami; I. F. M. Mmarai et M. K. Metwally (1998). *Some performance traits and abdominal fat contents of three Egyptian indigenous laying breeds.* First international conference on animal production and health in semi-arid areas, El Aris.

FAO. (2011). *L'état de l'insécurité alimentaire dans le monde Comment la volatilité des cours internationaux porte-t-elle atteinte à l'économie et à la sécurité alimentaire des pays?* Rome, Italie.

Farooq, M.; Mian, M.A.; Zahoor-Ul-Haq; F.R Durrani et M. Syed (2002), Standardizing Limits for Cost of Production in Commercial Egg Operation. *International Journal of Poultry Science*, 1, 179-184.

Han Kim, E. (2012), A mean-variance theory of optimal capital structure and corporate debt capacity, *Journal of finance*, Article first published online: 30 APR 2012.

Hazell, P.B.R. (1971), *A linear alternative to quadratic and semi-variance programming for farm planning under uncertainty.* American Journal of Agricultural Economics, 53, 239-252.

Huirne, R.B.M.; Meuwissen, M.P.; Hardaker, J.B. et Anderson, J.R. (2000), Risk and risk management in agriculture: an overview and empirical results, *International Journal of Risk Assessment and Management*, 1, 126-136.

Jacob, J. et Miles, R. (2000), Designer and Specialty Eggs. Department of Animal Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. November 2000.

Komarek, A.M. et T.G. MacAulay (2011), *Using alterative whole-farm modelling approaches to assess farm enterprise selection, risk and welfare*, Contributed paper presented to the 55st Annual Conference of the Australian Agricultural and Resource Economics Society, Melbourne, 8-11 February 2011.

Lay D. C.; R. M. Fulton; P.Y. Hester; D. M. Karcher; J. B. Kjaer; J. A. Mench; B. A. Mullens; R. C. Newberry; C. J. Nicol; N. P. O'Sullivan et R. E. Porter (2011) *Hen welfare in different housing systems*, Presented as part of the PSA Emerging Issues: Social Sustainability of Egg Production Symposium at the joint annual meeting of the Poultry Science Association, American Society of Animal Science, and American Dairy Science Association in Denver, Colorado.

Lien, G.; O. Flaten; M. Ebbesvik; M. Koesling et P.S. Valle, (2003), *Risk and risk management in organic and conventional dairy farming: empirical results from Norway*, International Farm management Congress.

Markowitz, H. (1952), Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7, 77-91.

Markowitz, H. (2012). Mean-variance approximations to expected utility. *European Journal of Operational Research*.

Marques, C. et B. Martins (2007) Methodological aspects of a mathematical programming model to evaluate soil tillage technologies in a risky environment, *European Journal of Operational Research*, 177, Pages 556-571.

Martin, L.; Z. Kruja; J. Alexiou (1998) *Prospects for expanded egg production in Western Canada*. Georges Morris centre.

McCarl, B.A. et H. Onal, (1989), Linear Approximation of Using MOTAD and Separable Programming: Should It Be Done. *American Journal of Agricultural Economics*. 711, 58-165.

Norwood, F.B. (2011). The Private Provision of Animal-Friendly Eggs and Pork. *American journal of Agricultural Economics* 94: 509-514.

Patterson, P. H.; K. W. Koelkebeck ; D. D. Bell; J. B. Carey; K. E. Anderson; et M. J. Darre (2001) *Egg Marketing in National Supermarkets: Specialty Eggs* Poultry Science 80, 390–395.

Rubinstein, M. E. (2012), *a mean-variance synthesis of corporate financial theory*, Article first published online: 30 APR 2012.

Sandmo, A. (1971), On the Theory of the Competitive Firm under Price Uncertainty, *American Economic Review* 61, 65-73.

Shahwan, Y. et A. Massoud Haddada, (2011), Optimization agricultural production under financial risk of water constraint in the Jordan Valley, *Applied economics*, 34, 1466-4283.

Sumner, D. A.; H. Gow; D. Hayes; W. Matthews; B. Norwood; J. T. Rosen-Molina, et W. Thurman (2010) *Economic and market issues on the sustainability of egg production in the United States: Analysis of alternative production systems*, Presented as part of the PSA Emerging Issues: Social Sustainability of Egg Production Symposium at the joint annual meeting of the Poultry Science Association, American Society of Animal Science, and American Dairy Science Association in Denver, Colorado.

Tauer, W. (1983), Target MOTAD, *American Journal of Agricultural Economics*, 65,606-610.

Van Eekeren, N.; A. Maas; H.W. Saatkamp et M. Verschuur (2006), *L'élevage des poules à petite échelle*, quatrième édition révisée, World's Poultry Science Association (WPSA).

Van Horne, P.L.M. et N. Bondt (2003), *Impact of EU Council Directive 99/74/EC 'welfare of laying hens on the competitiveness of the EU egg industry*, Report 2.03.04, LEI, The Hague.

Yucel, S. et Y.E. Ozcan (2011) Mean Variance Model vs Black Litterman Model on ISE 100, Yeditepe University.

Liste des tableaux

Tableau 1: Variabilité des prix aux producteurs de plusieurs types d'œufs de consommation

Types d'œufs	Moyenne du prix au producteur (\$/douzaine)			Coefficient de variation des prix		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Conventionnels catégorie Jumbo	2,06\$	2,15\$	2,08\$	3,75%	4,07%	3,85%
Conventionnels catégorie extra-large	1,79\$	2,05\$	1,88\$	3,88%	3,90%	3,86%
Conventionnels catégorie Large	1,60\$	1,67\$	1,80\$	1,12%	0,91%	2,86%
Conventionnels catégorie medium	1,62\$	1,80\$	1,80\$	4,03%	4,15%	2,97%
Œufs Oméga 3	2,31\$	2,38\$	2,23\$	5,83%	5,50%	12,01%
Œufs produits en liberté	2,54\$	2,60\$	2,72\$	4,50%	5,17%	4,99%

Source : AAC (2011)

Tableau 2: Quelques caractéristiques de la mesure de la production d'œufs dans les systèmes de productions alternatifs versus les systèmes de cages conventionnelles

Éléments	Systèmes alternatifs	Cages conventionnelles
Taux de mortalité	7,2%	5,2%
Alimentation par œufs produit	162g	142g
Œufs rejetés par poule	8,5%	6,3%
Nombre d'œufs par couche par année	259	284

Source : Patterson et al (2001)

Tableau 3: Éléments techniques de la production de trois types d'œufs

Éléments	Systèmes de logements de la poule pondeuse		
	Cages conventionnelles		Œufs de poules en liberté
	Œufs conventionnels	Œufs oméga 3	
Superficie en m ²	1500	1500	1500
Espace minimum par poule/m ²	0,0484	0,0484	0,25
Taux de mortalité %	5	5	8
Œufs rejetés (%)	1,1	2	2
Nombre d'œuf par poule	276	276	252

Tableau 4: Part relative ajustée des trois principales catégories d'œufs

Catégories d'œufs	2009	2010	2011
Extra-Gros	26,21%	25,47%	26,53%
Gros	54,53%	54,46%	54,28%
Moyen	19,26%	20,07%	19,19%

Source : www.lesoeufs.ca consulté le 30/07/2012.

Tableau 5: Comparaison des coûts de production entre les systèmes de production en cage et sans cages en douzaine

Éléments	Système de production en Cages (\$ par douzaine)	Système de production sans cage (\$ par douzaine)
Poulettes	13,42%	14,76%
Alimentation	48,99%	40,48%
Logement	12,75%	21,90%
Travail	4,70%	12,38%
Coûts additionnels	20,13%	10,48%
Total des coûts	100,00%	100,00%

Source: Calculs faits à partir de Sumner et al (2010)

Liste des figures

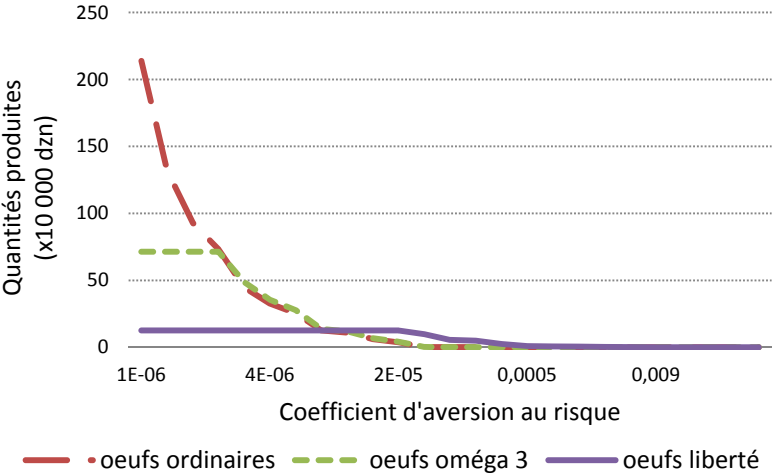


Figure 1: Effet du coefficient d’aversion au risque sur les quantités optimales produites

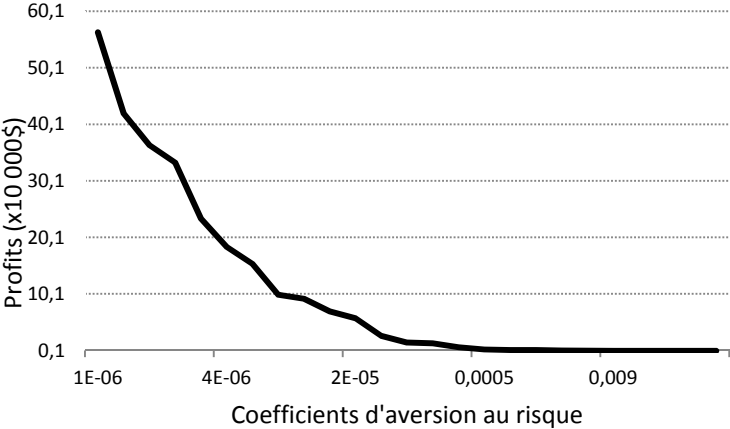


Figure 2: Effet du coefficient d’aversion au risque sur le profit du producteur

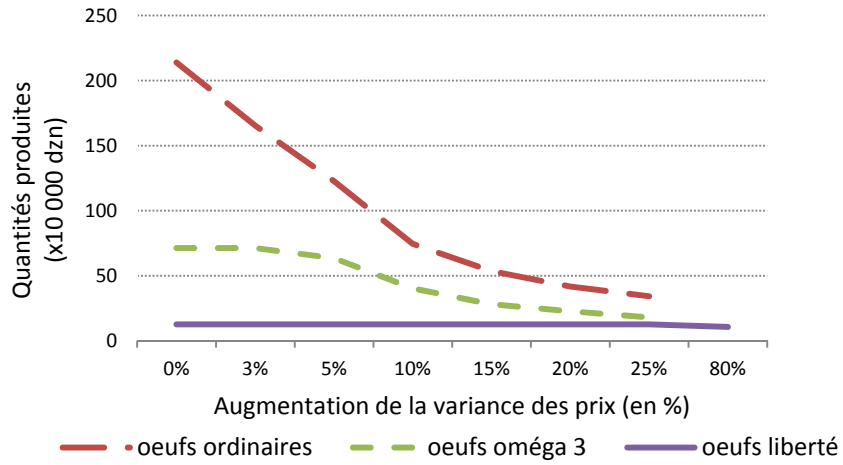


Figure 3: Effet de la variabilité dans les prix sur les quantités optimales produites

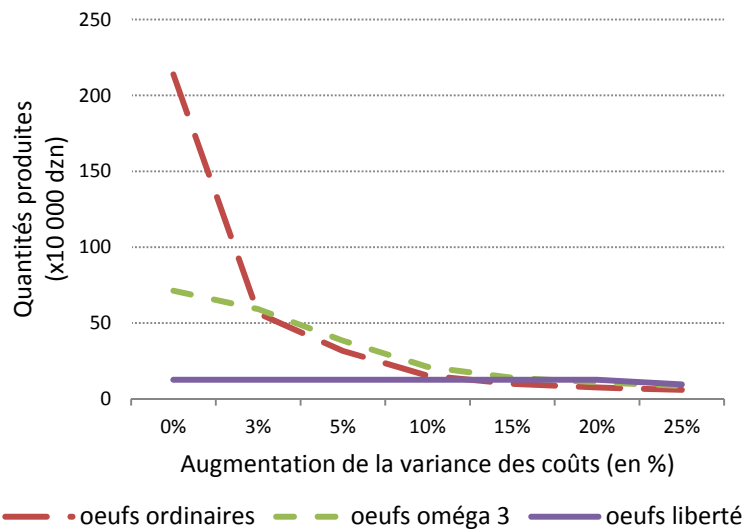


Figure 4: Effet de la variabilité dans les coûts sur les quantités optimales produites

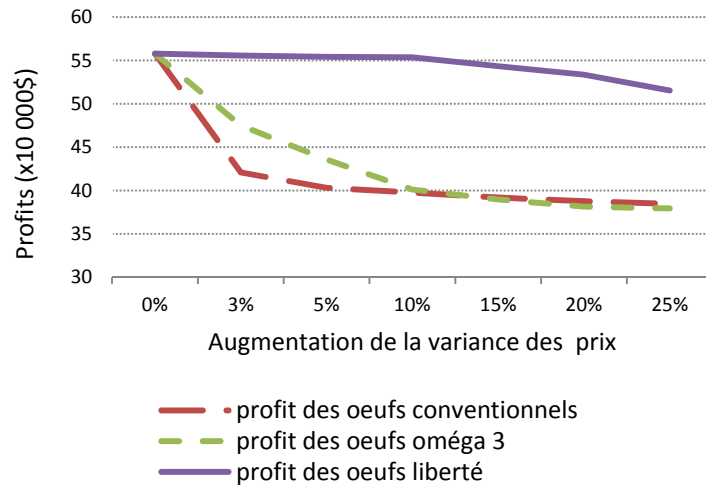


Figure 5: Effet de la variabilité des prix sur le profit optimal

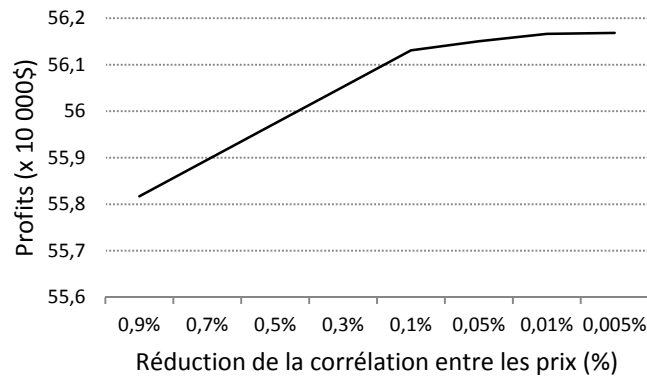


Figure 6: Impact sur le profit d'une réduction de la corrélation des prix d'œufs conventionnels et liberté

Annexes

Statique comparative

Supposons que nous soyons intéressés à évaluer l'impact d'une augmentation de la variabilité du prix du produit 1, sur le profit espéré du producteur représenté par la fonction F. La différentiation totale de la fonction F par rapport à $v(p_1)$ donne :

$$(3) \quad \frac{d(1)}{d(v(p_1))} = -2\alpha M_{11} \frac{dx_1^*}{d(v(p_1))} - 2\alpha M_{12} \frac{dx_2^*}{d(v(p_1))} - 2\alpha M_{13} \frac{dx_3^*}{d(v(p_1))} - c_1 \frac{d\lambda^*}{d(v(p_1))} - 2\alpha x_1^* = 0$$

$$(4) \quad \frac{d(2)}{d(v(p_1))} = -2\alpha M_{21} \frac{dx_1^*}{d(v(p_1))} - 2\alpha M_{22} \frac{dx_2^*}{d(v(p_1))} - 2\alpha M_{23} \frac{dx_3^*}{d(v(p_1))} - c_2 \frac{d\lambda^*}{d(v(p_1))} = 0$$

$$(5) \quad \frac{d(3)}{d(v(p_1))} = -2\alpha M_{31} \frac{dx_1^*}{d(v(p_1))} - 2\alpha M_{32} \frac{dx_2^*}{d(v(p_1))} - 2\alpha M_{33} \frac{dx_3^*}{d(v(p_1))} - c_3 \frac{d\lambda^*}{d(v(p_1))} = 0$$

$$(6) \quad \frac{d(4)}{d(v(p_1))} = -c_1 \frac{dx_1^*}{d(v(p_1))} - c_2 \frac{dx_2^*}{d(v(p_1))} - c_3 \frac{dx_3^*}{d(v(p_1))} = 0$$

Sous forme matricielle cela nous donne :

$$(7) \quad \begin{bmatrix} -2\alpha M_{11} & -2\alpha M_{12} & -2\alpha M_{13} & -c_1 \\ -2\alpha M_{21} & -2\alpha M_{22} & -2\alpha M_{23} & -c_2 \\ -2\alpha M_{31} & -2\alpha M_{32} & -2\alpha M_{33} & -c_3 \\ -c_1 & -c_2 & -c_3 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{dx_1^*}{d(v(p_1))} \\ \frac{dx_2^*}{d(v(p_1))} \\ \frac{dx_3^*}{d(v(p_1))} \\ \frac{d\lambda^*}{d(v(p_1))} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2\alpha x_1^* \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

La règle de Cramer nous permet d'écrire l'équation (7) de la manière suivante :

$$\begin{bmatrix} \frac{dx_1^*}{d(v(p_1))} \\ \frac{dx_2^*}{d(v(p_1))} \\ \frac{dx_3^*}{d(v(p_1))} \\ \frac{d\lambda^*}{d(v(p_1))} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2\alpha M_{11} & -2\alpha M_{12} & -2\alpha M_{13} & -c_1 \\ -2\alpha M_{21} & -2\alpha M_{22} & -2\alpha M_{23} & -c_2 \\ -2\alpha M_{31} & -2\alpha M_{32} & -2\alpha M_{33} & -c_3 \\ -c_1 & -c_2 & -c_3 & 0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 2\alpha x_1^* \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Le signe de la solution dépend du signe du déterminant qui est une matrice carré. Pour déterminer le signe du déterminant nous chercherons à démontrer que cette matrice est à diagonale dominante afin de ne s'intéresser par la suite qu'au signe de la diagonale. Une matrice carrée à coefficients réels ou complexes dans K est dite à diagonale dominante si $\forall i \in \{1, \dots, n\}, |a_{i,i}| \geq \sum_{j \neq i} |a_{i,j}|$ cela revient dans notre

cas à démontrer que:

$$(8) \quad |-2\alpha M_{11}| \geq |-2\alpha M_{12}| + |-2\alpha M_{13}| + |-c_1|$$

$$(9) \quad |-2\alpha M_{22}| \geq |-2\alpha M_{21}| + |-2\alpha M_{23}| + |-c_2|$$

$$(10) \quad |-2\alpha M_{33}| \geq |-2\alpha M_{31}| + |-2\alpha M_{32}| + |-c_3|$$

$$(11) \quad |-c_1| + |-c_2| + |-c_3| \leq 0$$

La condition de l'inéquation n'est jamais satisfaite étant donné que les coûts de production sont toujours positifs et non nuls. Cette condition n'étant jamais satisfaite le signe du déterminant devient indéterminé de même que la solution du problème. Par conséquent nous sommes dans l'impossibilité de conclure sur les impacts du changement de l'une des composantes de la matrice de variance-covariance.

Tableau A1: Part relative des différentes catégories d'œufs dans la production totale

Catégories œufs	2009	2010	2011
Jumbo	1,03%	0,85%	0,95%
Extra-Gros	24,61%	22,13%	22,88%
Gros	46,33%	47,32%	46,81%
Moyen	16,48%	17,44%	16,55%
Petit	2,83%	2,94%	2,80%
Très petit	0,49%	0,45%	0,44%
B	0,45%	0,47%	0,45%
C	2,36%	2,33%	2,14%
Œufs tout venant	3,85%	4,69%	5,58%
Autres	1,57%	1,38%	1,39%

Tableau A2: Moyenne de prix et de coûts selon les types d'œufs (2009-2011)

	Conventionnels	Omega 3	liberté
Prix	1,690	2,304	2,616
Coûts	1,485	1,736	2,094

Tableau A3: Matrice de variance-covariance des prix et coûts (2009-2011)

		Prix			Coûts		
		Conventionnels	Omega 3	Liberté	Conventionnels	Omega 3	liberté
Prix	Conventionnels	0,007549					
	Omega 3	-0,001471	0,037593				
	liberté	0,007283	0,006318	0,020983			
Coûts	Conventionnels	0,014393	-0,008434	0,016352	0,049504		
	Omega 3	0,018998	0,011199	0,008462	0,051736	0,086239	
	liberté	0,016842	0,009707	0,019110	0,045802	0,060472	0,067601

Tableau A4: Tableau de corrélation des prix et coûts (2009-2011)

		Prix			Coûts		
		Conventionnels	Omega 3	Liberté	Conventionnels	Omega 3	liberté
Prix	Conventionnels	1					
	Omega 3	-0,087291	1				
	liberté	0,572175	0,222449	1			
Coûts	Conventionnels	0,836855	0,219755	0,563895	1		
	Omega 3	0,836590	0,221012	0,221012	0,999994	1	
	liberté	0,837656	0,216359	0,563749	0,999913	0,999866	1

Tableau A5 : Sources des données utilisées

Prix aux producteurs des œufs conventionnels : http://www.agr.gc.ca/poultry/pri_fra.htm
Prix de détail des œufs oméga 3, prix au détail des œufs de poules en liberté et coûts de productions des œufs conventionnels : http://data.canadaegg.ca/default.asp?CurLang=2
Indices des prix à la consommation aux États-Unis : http://www.economagic.com/blscu.htm
Coûts de ma main d'œuvre agricole aux États-Unis : http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Kentucky/Publications/Annual_Statistical_Bulletin/B2009/Pg019.pdf et http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Washington/Publications/Agri-facts/agri2may.pdf