

Chapitre 4.

Évaluation de l'exposition aux risques en agriculture : examen des études existantes

Qu'est-ce que le risque ?

Perceptions générales du risque

L'agriculture est souvent présentée comme un exemple par excellence d'activité économique sujette au risque. Les producteurs agricoles font régulièrement part de leurs craintes face à l'incertitude économique dont souffre le secteur et d'importants outils de gestion des risques tels que les marchés à terme trouvent leur origine dans l'agriculture. Bon nombre de programmes de soutien à l'agriculture ont de même pour principale justification d'offrir aux producteurs agricoles un filet de sécurité contre le risque. Les universitaires donnent certes du risque des définitions très précises comme nous le verrons dans la prochaine section, mais les perceptions qu'en ont les non initiés sont néanmoins fréquemment associées à des résultats potentiels défavorables qui ne sont toutefois pas dans la plupart des cas exprimés en termes probabilistes. Il n'en demeure pas moins que le comportement des agriculteurs laisse souvent clairement transparaître leur perception subjective du risque et une incontestable aversion pour le risque.

Interprétation économique du risque

Divers auteurs se sont intéressés aux implications et à la définition du risque dans le secteur agricole. Robison et Barry (1987) définissent ainsi de la manière suivante l'incertitude et les événements sources de risque : « Les événements sont dits incertains lorsque leur résultat n'est pas connu avec certitude. Les événements incertains présentent de l'importance dès lors que leurs résultats modifient le bien-être matériel ou social d'un décideur. Nous qualifions de *sources de risque* les événements incertains dont les résultats modifient le bien-être du décideur » (p. 13). Robison et Barry notent ensuite que d'autres définitions du risque prennent en considération les variances, les probabilités de perte et les niveaux de revenus sûrs, ou encore certaines exigences particulières quant aux distributions des probabilités. Ces définitions n'en apparaissent pas moins comme des outils permettant de classer ou d'ordonner les choix présentant des risques.

Newbery et Stiglitz (1981) avancent que les producteurs se préoccupent davantage de la variabilité des revenus et de ses conséquences sur la consommation que des facteurs de risque tels que les prix ou les rendements. Dans leur ouvrage, qui porte principalement sur la stabilisation des prix, ils soutiennent que la variabilité des prix ne constitue pas en elle-même une bonne mesure d'évaluation du risque. Newbery et Stiglitz examinent également la distinction entre risque et incertitude, mais s'appuient sur la notion de probabilités subjectives proposée par Savage (1954) pour montrer que cette distinction est

pour une large part dénuée de pertinence. Ils affirment que les individus procèdent à une évaluation subjective des probabilités et sont disposés à parier explicitement ou implicitement sur tel ou tel résultat eu égard à cette évaluation. Newbery et Stiglitz formulent l'hypothèse hardie qu'il est pertinent d'opérer une distinction entre risque systématique et risque non systématique. Ils font valoir que le risque systématique suit une courbe d'évolution prévisible dont les déterminants sont connus alors que le risque non systématique est le fruit des chocs et autres sources de variabilité qui s'exercent du côté de l'offre ou de la demande formulées par les marchés du fait que des facteurs imprévisibles influent sur les prix de marché.

Hardaker, Huirne et Anderson (1997) définissent l'incertitude par une connaissance imparfaite et le risque par le caractère incertain des conséquences et plus particulièrement par l'exposition à des conséquences défavorables. Ils décrivent également par la suite certaines des principales causes de risque en agriculture. Ils font notamment état du risque de production qui résulte de l'imprévisibilité des conditions météorologiques et de l'incertitude des rendements des cultures ou de l'élevage en raison des ravageurs et des maladies. Ils mentionnent en second lieu le risque de prix ou de marché imputable au fait que les agriculteurs doivent prendre des décisions en matière d'utilisation d'intrants sans connaître le prix desdits intrants ni, surtout, celui de leurs productions. Ils soulignent en outre que les pouvoirs publics constituent une source de risque institutionnel pour les exploitations dans la mesure où ils peuvent modifier le cadre administratif et réglementaire régissant leur activité. Hardaker, Huirne et Anderson définissent également le risque humain ou personnel, qui est lié aux facteurs individuels susceptibles d'avoir une incidence sur le fonctionnement de l'exploitation. Ils font par exemple observer que le décès du propriétaire, le divorce, une longue maladie, ou encore la négligence d'un salarié constituent des facteurs de risque pour l'exploitation. Chose intéressante, Hardaker, Huirne et Anderson affirment que l'effet global du risque de production, du risque de marché, du risque institutionnel et du risque personnel correspond à ce que l'on appelle « risque d'exploitation ». Ils distinguent ensuite le risque financier, qui est lié aux sources et aux modes de financement de l'exploitation agricole.

Harwood *et al.* (1999) décrivent le risque agricole de la manière suivante : « Le risque est une incertitude à laquelle on attache de l'importance, et il peut impliquer la probabilité de perdre de l'argent, une possible atteinte à la santé humaine, des répercussions sur les ressources (irrigation, crédit), ainsi que d'autres types d'événements ayant une incidence sur le bien-être individuel. L'incertitude (situation dans laquelle un individu ne sait pas avec certitude ce qui se produira) est indispensable à l'existence du risque, mais elle n'aboutit pas nécessairement à une situation de risque.

Chavas (2004) définit le risque comme le résultat de toute situation où certains événements ne sont pas connus avec certitude. Il examine ensuite la distinction entre risque et incertitude et déclare qu'aucun consensus indiscutable ne se dégage sur ce point. Chavas donne plutôt à entendre qu'il existe deux écoles de pensée, dont l'une soutient que le risque et l'incertitude ne sont pas équivalents et que la distinction entre les deux tient à la capacité ou non d'évaluer les probabilités. Chavas affirme ensuite que le débat sur la distinction entre le risque et l'incertitude se résume en fin de compte à une controverse sur l'existence et l'interprétation des probabilités. Il en conclut que malgré sa subtilité ce débat n'a pas suscité beaucoup d'analyses empiriques, aussi n'établit-il pas de distinction rigoureuse entre risque et incertitude et utilise-t-il indifféremment ces deux termes.

Quantification des risques

La définition probabiliste du risque étant généralement admise, différentes mesures ont été utilisées pour décrire le risque agricole. Dans le scénario de risque le plus simple où seules deux issues sont possibles, la situation peut souvent être représentée sous forme graphique par un arbre de décision faisant apparaître les probabilités que l'on observe l'un des résultats plutôt que l'autre. Lorsque les risques sont plus complexes mais demeurent néanmoins discrets, les différents choix peuvent également être schématisés par un arbre de décision identifiant chacun des résultats discrets possibles. Une telle représentation graphique est en outre souvent utilisée lorsqu'elle permet une évaluation approchée d'un ensemble de résultats caractérisés par une plus grande continuité.

En agriculture, pour bon nombre de risques, l'éventail des résultats possibles est continu plutôt que discret. Les prix ou les rendements peuvent par exemple être considérés comme continus sur un large intervalle de valeurs, la meilleure description graphique de la distribution des probabilités étant procurée par une fonction de densité de probabilité (FDP) ou une fonction de distribution cumulée (FDC). Une FDP ou une FDC offrent certes une représentation mathématique du risque sous une forme graphique, mais elles n'en fournissent pas pour autant une mesure simple permettant de le quantifier. Dans le cadre de l'analyse appliquée des risques, diverses mesures numériques ont été proposées et utilisées au fil du temps. Ces mesures sont généralement compatibles avec la définition de Rothschild et Stiglitz (1970), qui définissent le risque par un accroissement de la dispersion à moyenne constante, la probabilité s'éloignant du centre d'une FDP pour se rapprocher de ses extrémités sans que la moyenne s'en trouve toutefois modifiée. Actuellement, dans l'analyse appliquée des risques, la variance ou l'écart-type sont souvent utilisés pour mesurer les risques. Bien entendu, dans le cas d'une distribution normale des probabilités, la moyenne et la variance permettent de décrire de manière exhaustive la FDP. Si par contre les risques ne présentent pas une distribution normale, la variance ne rend pas pleinement compte de la dispersion de la distribution des probabilités.

Bien souvent, l'analyse des risques se focalise sur les résultats défavorables ou néfastes. Aussi est-il souvent fait appel à diverses mesures pour déterminer de quelque façon les probabilités que surviennent des événements néfastes. Certaines études telles que celle de Lien et Hardaker (2001) ont ainsi utilisé la probabilité de faillite en guise de mesure quantifiable unique des événements néfastes. De même, un nombre croissant d'études s'appuient sur la valeur de la perte maximale potentielle pour déterminer quelque niveau de risque susceptible de servir de critère et exprimé sous forme de percentiles de la FDC, par exemple du 5^{ème} au 10^{ème} percentiles (Vedenov et Barnett, 2004 ; Giot, 2003 ; Manfredi et Leuthold, 1999, 2001). C'est là encore un moyen de disposer d'une mesure numérique simple pour évaluer la probabilité que surviennent des résultats néfastes.

La description des probabilités de survenance des risques agricoles soulève un certain nombre de problèmes plus complexes. Le plus évident d'entre eux tient à la corrélation potentielle des variables aléatoires qui déterminent la distribution des revenus de l'exploitation. Prenons un exemple simple dans lequel le prix et le rendement sont supposés être des variables aléatoires non indépendantes l'une de l'autre. Dans cette hypothèse, pour rendre pleinement compte du risque de revenu auquel s'expose l'exploitation, il faut prendre en considération la corrélation entre ces deux variables aléatoires. La corrélation entre les variables aléatoires au sein d'une exploitation constitue en définitive une question empirique, mais elle complique sensiblement l'évaluation des

risques encourus par l'exploitation. Il est par exemple très vraisemblable que le revenu d'une exploitation dépende d'un certain nombre de produits de base dont les prix comme les rendements sont aléatoires. Les données empiriques portent à croire que les rendements des différentes cultures d'une exploitation présenteront sans doute une forte corrélation positive. Dans certains cas le rendement et le prix d'un produit de base seront corrélés négativement l'un à l'autre. Et il est en outre très probable que les prix des différentes productions agricoles soient positivement corrélés les uns aux autres du fait des chocs communs auxquels ils sont soumis. Dans le cas d'une distribution normale, les corrélations multivariées sont assez simples à modéliser. Cependant, dès que l'on tente d'aller au-delà de la distribution normale multivariée, la modélisation s'avère bien plus complexe comme en attestent Anderson, Coble et Harri (2008).

Ce que n'est pas le risque

Que la valeur moyenne ou espérance mathématique d'une variable économique fasse apparaître une certaine tendance ou un comportement cyclique (c'est-à-dire non stationnaire) n'implique pas nécessairement un risque. Une variable économique peut en effet suivre une courbe d'évolution linéaire ou cyclique bien précise. Les prix peuvent ainsi connaître des évolutions tendanciennes, tout comme les rendements des cultures, pour lesquels il s'agit même là d'un phénomène très largement répandu (Just et Weninger, 1999 ; Ramirez, Misra et Field, 2003 ; Sherrick *et al.*, 2004). Des cycles prévisibles sont en outre fréquemment observés dans le cas des prix des produits de l'élevage en raison du caractère saisonnier de la production (Crespi, Xia et Jones, 2008 ; Rosen, Murphy et Scheinkman, 1994). La variabilité des prix et les variations saisonnières de leur niveau moyen ont de même été maintes fois constatées dans le secteur des productions végétales (Anderson et Danthine, 1983 ; Anderson, 1995 ; Streeter et Tomek, 1992). La présente étude porte à croire que les prix des biens caractérisés par une production saisonnière vont croissant après la récolte afin de couvrir les coûts de stockage et qu'ils sont généralement plus volatiles durant la période de végétation. Mais si la variable se conforme en tous points à son profil d'évolution il ne s'ensuit aucun risque – bien que la valeur réalisée puisse varier dans le temps. Le risque suppose en effet une part d'aléatoire, c'est-à-dire que toute réalisation particulière de la variable puisse s'écarter de son espérance mathématique. Celle-ci peut être stationnaire ou non stationnaire. Quel que soit le cas, toute variable impliquant un risque se caractérise par définition par la possibilité que ses réalisations s'écartent de son espérance mathématique. Aussi les travaux passés en revue identifient-ils les tendances et les cycles d'ensemble estimés avant de faire abstraction de leurs effets pour calculer le degré de variabilité.

Cadre conceptuel de la présente étude

Les entreprises gèrent des portefeuilles d'activités dont elles cherchent à tirer un rendement net. Considérons un exploitant qui gère un portefeuille constitué de n activités de production végétale et/ou animale. Chaque activité A_i ($i = 1, 2, \dots, n$) génère un rendement net périodique égal à $r_i = \text{Re } v_i - C_i$ où $\text{Re } v_i$ représente le rendement brut et C_i le coût de production. $\text{Re } v_i = \pi_i P_i$, où π_i correspond au volume de production et P_i au prix de vente des produits, d'où il résulte que $r_i = \pi_i P_i - C_i$. Pour les productions végétales, $\pi_i = A_i Y_i$, où A_i désigne la superficie en hectares utilisée pour produire la

culture i et Y_i le rendement par hectare. Pour les activités culturelles comme pour celles d'élevage, le rendement net périodique r_i est stochastique du fait que toutes les variables de la partie droite de l'équation (volume de production, prix et coût) sont elles-mêmes stochastiques. Dans le cas des cultures, le volume de production π_i est stochastique parce que le rendement Y_i est lui aussi stochastique. Dans celui de l'élevage, π_i est stochastique du fait des pertes imputables à la mortalité ou de la variabilité des taux de rentabilité générée par des facteurs incertains tels que la maladie ou les événements météorologiques extrêmes.

Considérons une activité unique i pour laquelle il existe k niveaux discrets de rendement net possibles. La variance des rendements nets pour l'activité i est calculée au moyen de l'équation suivante : $\sigma_i^2 = \sum_{j=1}^k \alpha_{ij} [r_{ij} - E(r_i)]^2$, où α_{ij} est la probabilité

d'obtenir un niveau de rendement net j pour l'activité i et $E(\bullet)$ est l'opérateur des espérances mathématiques. Compte tenu que $r_{ij} = \pi_{ij} P_{ij} - C_{ij}$, la variance des rendements nets peut être réécrite sous la forme $\sigma_i^2 = \sum_{j=1}^k \alpha_{ij} [(\pi_{ij} P_{ij} - C_{ij}) - E(\pi_i P_i - C_i)]^2$. Sans

développer plus avant les aspects mathématiques, notons que la variance des rendements nets pour l'activité i est fonction de la variance des volumes de production, des prix et des coûts de production, ainsi que des covariances deux-à-deux des volumes de production, des prix et des coûts de production. Si la covariance entre les volumes de production et les prix est égale à zéro, nous disons que ces deux variables ne sont pas liées l'une à l'autre ou qu'elles sont en d'autres termes indépendantes l'une de l'autre. Si la covariance entre les volumes de production et les prix est négative (ou au contraire positive), il s'ensuit que la variance des rendements bruts est plus faible (ou au contraire plus élevée) que si ces deux variables étaient indépendantes.

Le rendement net de l'ensemble du portefeuille d'activités culturelles et/ou d'élevage de l'exploitation est égal à $R = \sum_{i=1}^n w_i r_i$, où w_i correspond à la part de la valeur totale

du portefeuille investie dans l'activité i et où $\sum_{i=1}^n w_i = 1$. La variance des rendements nets

du portefeuille est calculé grâce à l'équation suivante : $\sigma_R^2 = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n w_j w_k \sigma_{jk}$, où σ_{jk} est égal à la variance des rendements nets de l'activité de production unique lorsque $j = k$ et à la covariance des rendements pris deux à deux lorsque $j \neq k$, avec $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ et

$\sum_{k=1}^n w_k = 1$. Aussi la variabilité globale des rendements nets d'un portefeuille d'activités

de production agricoles est-elle fonction de la variance des rendements nets de chacune de ces activités de production, de la part du portefeuille global investie dans chaque activité, ainsi que des covariances des rendements bruts des différentes activités. Rappelons que la variance des rendements nets de chaque activité est elle-même fonction de la variance des volumes de production, des prix et des coûts de production, ainsi que

des covariances deux-à-deux des volumes de production, des prix et des coûts de production.

Notons qu'il suffit d'inclure les sources de revenus non agricoles parmi les n activités pour pouvoir calculer la variabilité des revenus nets de l'ensemble du portefeuille de sources de revenus agricoles et non agricoles d'un ménage d'agriculteurs. L'impact des revenus non agricoles sur la variabilité globale des revenus nets du ménage sera fonction de la variabilité des revenus non agricoles par rapport aux revenus agricoles nets ainsi que de la covariance des sources de revenus agricoles et non agricoles.

Les économistes supposent généralement que les décideurs individuels maximisent une fonction d'utilité escomptée généralisée définie sur la distribution de R et assortie de contraintes pertinentes, avec $\frac{\partial E(U)}{\partial E(R)} > 0$ et $\frac{\partial E(U)}{\partial \sigma_R^2} < 0$. En d'autres termes, l'utilité escomptée est fonction croissante des rendements espérés et fonction décroissante de la variabilité des rendements. Cette dernière caractéristique implique que les décideurs montrent de l'aversion pour le risque.

La prochaine section de cette étude présente les résultats de travaux empiriques ayant estimé l'influence de divers facteurs sur la variabilité des revenus nets des ménages agricoles. Au nombre de ces facteurs figurent notamment la variabilité des prix des produits, des coûts des intrants, des volumes de production et des revenus non agricoles, ainsi que les covariances deux-à-deux des prix des différents produits de base, de leurs volumes de production, ainsi que du prix et du volume de chacun de ces produits. La section 3 examine les causes de variabilité des prix des produits, des coûts des intrants et des volumes de production. La section 4 porte sur les perceptions du risque par les décideurs et sur leurs préférences en matière de risque. La dernière section présente pour finir un certain nombre de remarques en guise de conclusion.

Estimation de la variabilité des prix, des rendements, ainsi que des revenus non agricoles

Déterminants de la variabilité des revenus agricoles

Comme nous le mettrons en évidence dans le tour d'horizon présenté ci-dessous, les études existantes sur la variabilité des revenus agricoles se sont principalement intéressées au risque de prix des produits et au risque de production ou de rendement. L'un et l'autre sont en effet réputés avoir une profonde incidence sur le bien-être financier des ménages agricoles. D'autres, tels que le risque de prix des intrants, ont suscité bien moins d'intérêt. Cela est probablement dû au fait que ces autres risques tendent à présenter une moindre variabilité dans le temps – bien que des chocs périodiques suscitent de brèves périodes d'intenses efforts de recherche.

Sources de données et effets de l'agrégation sur les mesures du risque

La plupart des analyses appliquées des risques agricoles reposent sur des séries de données rétrospectives relatives aux rendements ou aux prix. Ces données rétrospectives doivent généralement être analysées au moyen de techniques très pointues afin de pouvoir tenir compte des évolutions prévisibles, qu'elles soient tendanciennes (telles que les variations dans le temps des rendements escomptés induites par le progrès technologique) ou cycliques (telles que les fluctuations saisonnières des prix des productions végétales imputables aux coûts de stockage). Comme le montrent Harri *et al.* (2008), les analystes

ont ainsi extrait une tendance temporelle des séries de données rétrospectives relatives aux rendements, de sorte qu'il soit possible d'évaluer la variabilité des rendements. La tendance temporelle constitue une variable de substitution d'un certain nombre de facteurs qui influent sur les rendements des cultures de plein champ, mais il est généralement admis qu'elle rend principalement compte des évolutions dans le temps du rendement biologique potentiel. Le risque de prix est de même souvent mesuré à l'aide de séries de données rétrospectives sur les prix. L'ajustement le plus fréquemment apporté aux données relatives aux prix vise à tenir compte de la forte probabilité d'autocorrélation.

Les informations sur les probabilités subjectives directement recueillies auprès des décideurs offrent une autre source de données envisageable. Cette approche, qui repose sur les méthodes permettant d'obtenir des décideurs des indications sur les probabilités qui sont d'après eux attachées aux divers résultats potentiels, a été adoptée par un bien moins grand nombre d'études (Fackler, 1991 ; Anderson, Dillon et Hardaker, 1977). Plusieurs techniques ont été utilisées pour encoder l'évaluation probabiliste d'une décision source de risques.

Quelle que soit l'origine des données, il importe de tenir compte des effets du biais d'agrégation spatiale sur les mesures du risque. Dans les contextes agricoles, cet impératif est particulièrement important pour ce qui est des mesures du risque de rendement.¹ Aux niveaux d'agrégation plus élevés, de médiocres rendements dans certaines zones sont compensés par de bons rendements dans d'autres, réduisant par là-même le degré global de variabilité. Diverses études ont mis en évidence un biais d'agrégation dans la variabilité des rendements (Carter et Dean, 1960 ; Eisgruber et Schuhman, 1963 ; Debrah et Hall, 1989 ; Marra et Schurle, 1994 ; Rudstrom *et al.*, 2002 ; Popp, Rudstrom et Manning, 2005 ; Knight *et al.* 2008). Coble, Dismukes et Thomas (2007) ont estimé les coefficients de variation (CV) des rendements à l'hectare du maïs, du soja et du coton à différents niveaux d'agrégation aux États-Unis. Les résultats auxquels ils parviennent, qui sont présentés au tableau 4.1, montrent clairement quels sont les effets du biais d'agrégation sur les CV. Les CV des rendements moyens mesurés au niveau des exploitations sont plus de deux fois plus élevés qu'à celui des États et plus de trois fois plus élevés qu'à l'échelle nationale.

Tableau 4.1. Effets de l'agrégation sur le risque de rendement

Niveau d'agrégation	Coefficients de variation des rendements		
	Maïs	Soja	Coton
Exploitation	0.25	0.25	0.39
Comté	0.15	0.13	0.26
État	0.12	0.11	0.16
Ensemble du pays	0.08	0.07	0.11

Source : Coble, Dismukes et Thomas (2007), sur la base des données pour 1975-2004.

Le biais d'agrégation fait qu'il est extrêmement difficile de procéder valablement à des comparaisons spatiales des ordres de grandeur des risques de rendement. À l'évidence, toute comparaison spatiale des risques de rendement doit prendre en considération le niveau d'agrégation (à l'échelle de l'exploitation, de la province ou du pays dans son ensemble, par exemple) auquel le rendement est mesuré. Mais ce n'est souvent pas pour autant suffisant. La taille des nations, des provinces et des exploitations

est en effet extrêmement variable. Dans bien des pays à faible revenu, la taille des exploitations peut ne pas dépasser 1 à 2 hectares, alors que dans certains pays de l'OCDE il n'est pas rare qu'elle atteigne de 500 à 1 000 hectares. Cependant, même dans les pays de l'OCDE, la taille des exploitations est extrêmement variable. Tout cela impose la plus grande prudence lors des tentatives pour effectuer des comparaisons spatiales entre les ordres de grandeur des risques de rendement. Il ressort clairement de ces études que lorsqu'il s'agit d'évaluer les risques de rendement auxquels sont confrontés les producteurs, les données à l'échelle de l'exploitation sont celles qu'il convient d'utiliser car elles présentent le niveau d'agrégation approprié. Les données agrégées sont certes bien plus aisément disponibles, mais elles sous-estimeront gravement les risques auxquels doivent faire face les producteurs.

Prix des produits

Le risque de prix des produits peut dans une large mesure être conceptualisé comme une conséquence des délais biologiques inhérents à la plupart des productions agricoles ainsi que du comportement des prix. Plusieurs mois peuvent s'écouler entre la mise en œuvre des intrants par l'agriculteur et le moment où il pourra disposer d'un produit à vendre. Entre-temps, les prix des produits peuvent connaître de considérables variations. Cet effet est exacerbé dans le cas des productions arboricoles ou dans celui des autres produits nécessitant des délais de plusieurs années entre le moment de l'investissement et celui du début de la production. Les prix peuvent réagir à des chocs du côté de l'offre ou de la demande et le risque qui leur est associé peut différer sous plusieurs aspects fondamentaux de celui lié aux rendements.

Tout d'abord, pour la plupart des grands produits agricoles de base, les échanges commerciaux ont entraîné l'apparition de marchés mondiaux intégrés fonctionnant de manière efficiente. C'est pourquoi, bien qu'ils soient répartis sur l'ensemble de la planète, les producteurs d'une culture telle que le blé subiront des chocs sur les prix caractérisés par une corrélation positive. Il en est tout autrement en ce qui concerne les risques de rendement, qui tendent à être bien plus circonscrits. Cette affirmation est toutefois moins vraie dans le cas des économies isolées ou des produits agricoles autres que ceux de base qui ne sont destinés qu'à un seul et unique marché de niche.

En second lieu, le risque de prix présente une caractéristique connexe : son ordre de grandeur pour un produit de base tendra à être similaire pour tous les producteurs où qu'ils se trouvent sur la planète. Autrement dit, sur un marché des produits de base intégré à l'échelle mondiale l'ordre de grandeur du risque de prix sera probablement plus homogène que celui du risque de rendement, lequel tend à varier du fait de facteurs locaux tels que la météorologie, la nature des sols ou les modes de production. En situation d'information parfaite, les différences de prix des produits de base seraient simplement fonction des coûts de transport. Dans la pratique, de nombreux facteurs entraînent des écarts par rapport à un tel scénario d'information parfaite – tels que les différences de qualité, le degré d'intégration verticale, ou encore dans certains cas le pouvoir de marché des acheteurs. Les données empiriques tendent néanmoins à montrer que bon nombre de fluctuations des prix des produits de base présentent une forte corrélation spatiale. Cette corrélation positive a un important corollaire, à savoir que les données agrégées sur les prix apportent bien plus d'informations sur les risques de prix encourus par les producteurs que les données agrégées sur les rendements n'en fournissent sur les risques de rendement auxquels ils font face.

Une troisième différence tient au fait que les distributions des probabilités tendent à être bien plus homogènes dans le cas des prix agricoles que dans celui des rendements des cultures (voir Goodwin, Roberts et Coble, 2000, qu'il convient de comparer à Harri *et al.*, 2008). Autrement dit, dès que l'on passe d'une culture ou d'une région à une autre, on ne peut plus guère tirer de conclusions *a priori* quant à la forme des distributions des rendements. Les prix des produits de base tendent par contre à s'étaler vers la droite, à tel point que le recours à la distribution log-normale asymétrique vers la droite pour modéliser les distributions de prix est considérée par la plupart comme une bonne option.

Niveaux auxquels sont effectuées les mesures

Diverses études se sont attachées à mesurer le risque de prix des produits, mais il est toutefois difficile de comparer valablement leurs résultats du fait des différences dans les politiques d'intervention sur les marchés mises en œuvre par les pouvoirs publics selon les pays et les époques. Beaucoup de pays de l'OCDE ont sensiblement réduit leurs interventions sur les marchés des produits agricoles au cours des 10 ou 20 dernières années. Aussi est-il essentiel, lors de la comparaison des études des risques de fluctuation des prix du marché, de préciser de quel prix il s'agit (c'est-à-dire du cours mondial ou du prix intérieur) et de signaler les éventuelles interventions sur le marché qui pourraient avoir été mises en œuvre au cours de la période sur laquelle la variabilité des prix est mesurée.

L'instauration par certains pays de mesures à l'origine de distorsions des échanges ayant pour effet d'abriter les prix intérieurs des chocs qui s'exercent du côté de l'offre ou de la demande sur les marchés mondiaux aurait, a-t-on longtemps fait valoir, tendance à accroître la variabilité des prix pour le reste du monde (voir par exemple OCDE, 2004, ou encore Bale et Lutz, 1979). L'impact exercé sur la variabilité des cours mondiaux par les interventions qui visent à stabiliser les prix intérieurs dépendra toutefois de la nature de ces interventions. Les mesures de protection aux frontières auront presque à coup sûr pour effet d'externaliser la variabilité des prix vers les marchés mondiaux alors que le recours au stockage ou au déstockage pourrait contribuer à réduire la variabilité des cours mondiaux (Johnson, 1975).²

Ces dernières années, plusieurs études se sont attachées à mesurer l'impact exercé par la libéralisation des marchés et des échanges sur les prix des produits agricoles de base (par exemple, Beghin et Aksoy, 2003 ; Blake, McKay et Morrissey, 2002 ; Hertel *et al.*, 2000). Cependant, elles se sont pour la plupart essentiellement intéressées à la manière dont la libéralisation influe sur le niveau des prix des produits de base plutôt qu'à ses effets sur leur variabilité.

L'OCDE (2004) a étudié l'impact qu'exercerait sur la variabilité des cours mondiaux l'abolition des interventions sur le marché intérieur et des mesures de protection aux frontières en Suisse, au Japon, au Canada, au Mexique, aux États-Unis et dans les pays de l'Union européenne. Une telle évolution permettrait une transmission totale des chocs du côté de l'offre ou de la demande aux marchés intérieurs de ces pays. Cette étude a constaté qu'une telle transmission totale des prix réduirait respectivement de 45%, 32%, 23% et 21% la variabilité des cours mondiaux du blé, des céréales secondaires, des oléagineux et du riz. Sarris (2000b) note que les échanges mondiaux de céréales ont connu une plus grande libéralisation au cours des années 90 et que dans de nombreux pays les pouvoirs publics ont également réduit leurs interventions sur les marchés intérieurs des céréales. L'analyse empirique de Sarris donne à penser que ces évolutions n'ont pas eu d'effet sur la variabilité des cours mondiaux des céréales.

Barrett (1997) fait remarquer que, dans un pays donné, la libéralisation englobe en règle générale de multiples réformes différentes, d'où l'ambiguïté de l'impact prévu sur les niveaux comme sur la variabilité des prix intérieurs des produits de base. À partir de données issues de Madagascar, Barrett constate qu'à long terme la libéralisation a eu pour effet d'accroître la moyenne aussi bien que la variance des prix alimentaires, les pouvoirs publics ayant mis en œuvre des mesures destinées à maintenir à des niveaux artificiellement bas et stables les prix de détail et les prix agricoles. Ray *et al.* (1998) puis Yang, Haigh et Leatham (2001) après eux ont pareillement observé que la réduction des interventions sur les marchés prévue dans la loi agricole adoptée en 1996 aux États-Unis a accru la variabilité des prix intérieurs dans le cas du maïs, du soja et du blé mais qu'il n'en est pas allé de même dans celui du coton.

Vrolijk et Poppe (2008) s'appuient sur les données du Réseau d'information comptable agricole (RICA) pour la période 1996-2004 en vue d'analyser la variabilité des revenus agricoles nets en Europe. La période couverte est certes relativement courte mais les exploitations participent au panel du RICA pendant plusieurs années, ce qui permet l'analyse de séries de données chronologiques sur les exploitations considérées individuellement. Ils constatent que les exploitations horticoles et celles d'élevage intensif sont celles qui présentent la plus forte variabilité des revenus agricoles nets. Compte tenu que ces secteurs ne sont pas couverts par la PAC, la variabilité des revenus nets y est principalement déterminée par la variabilité des prix. Chose intéressante, ils constatent de même que malgré une plus grande variabilité des volumes de production en Europe méridionale et dans certains pays nordiques, la plus forte variabilité des revenus agricoles nets était observée dans le nord-ouest de l'Europe. Cela est dû au fait que les exploitations de cette dernière région tendent à être plus endettées et que leurs marges sont plus faibles. Aussi sont-elles plus vulnérables aux chocs sur les prix et les rendements.

Différences selon les produits de base

Le tableau 4.2 présente une vue d'ensemble des résultats auxquels parviennent les études qui font apparaître les coefficients de variation des prix de diverses cultures. Deaton et Laroque (1992) indiquent les CV des prix au cours de la période 1900-1987. Les CV des prix du coton, du maïs, du riz et du blé étaient tous similaires. Celui des prix du sucre était par contre bien plus élevé. Hazell, Shields et Shields (2005) constatent une tendance à la baisse du prix réel du blé, du maïs et du riz au cours de la période 1971-2003. Ils observent également une diminution de la variance des prix, bien qu'elle demeure assez élevée. Ils estiment de manière empirique à 29 %, 23 % et 33 % respectivement les CV des prix du blé, du maïs et du riz au cours de la période 1971-2003. Ray *et al.* (1998) présentent les CV des prix moyens aux États-Unis pendant la campagne de commercialisation de différents produits de base au cours de la période 1986-1996. Ces observations sont dans l'ensemble conformes à celles de Deaton et Laroque, les CV des prix du maïs et du blé étant similaires alors que celui des prix du coton est plus faible. Hubbard, Lingard et Webster (2000) rapportent les CV des prix mensuels observés en Roumanie au cours de la période 1991-1995. Les résultats obtenus pour le maïs et le blé sont similaires à ceux des autres études. Le CV des prix dont il est fait état pour les pommes de terre est très élevé par rapport à ceux des autres produits de base.

Tableau 4.2. Vue d'ensemble des études comparant les risques de prix de différents produits végétaux de base

Auteur(s)	Produit de base	Localisation	Années	Mesure des prix	Traitement des données	CV
Deaton et Laroque (1992)	Coton	Monde	1900-1987	Moyenne annuelle sur l'année civile	Expression en prix constants	0.35
Deaton et Laroque (1992)	Maïs	Monde	1900-1987	Moyenne annuelle sur l'année civile	Expression en prix constants	0.38
Deaton et Laroque (1992)	Riz	Monde	1900-1987	Moyenne annuelle sur l'année civile	Expression en prix constants	0.36
Deaton et Laroque (1992)	Sucre	Monde	1900-1987	Moyenne annuelle sur l'année civile	Expression en prix constants	0.60
Deaton et Laroque (1992)	Blé	Monde	1900-1987	Moyenne annuelle sur l'année civile	Expression en prix constants	0.38
Hazell, Shields et Shields (2005)	Maïs	Ports des États-Unis sur le Golfe du Mexique	1971-2003	Moyenne annuelle d'août à septembre	Expression en prix constants et élimination de la tendance linéaire	0.23
Hazell, Shields et Shields (2005)	Riz	Bangkok	1971-2003	Moyenne annuelle de juillet à août	Expression en prix constants et élimination de la tendance linéaire	0.33
Hazell, Shields et Shields (2005)	Blé	Ports des États-Unis sur le Golfe du Mexique	1971-2003	Moyenne annuelle de juin à mai	Expression en prix constants et élimination de la tendance linéaire	0.29
Ray <i>et al.</i> (1998)	Coton	États-Unis	1986-1996	Moyenne annuelle sur la campagne de commercialisation	Élimination de la tendance	0.101
Ray <i>et al.</i> (1998)	Maïs	États-Unis	1986-1996	Moyenne annuelle sur la campagne de commercialisation	Élimination de la tendance	0.133
Ray <i>et al.</i> (1998)	Soja	États-Unis	1986-1996	Moyenne annuelle sur la campagne de commercialisation	Élimination de la tendance	0.124
Ray <i>et al.</i> (1998)	Blé	États-Unis	1986-1996	Moyenne annuelle sur la campagne de commercialisation	Élimination de la tendance	0.146
Hubbard, Lingard et Webster (2000)	Maïs	Roumanie	1991-1995	Moyenne mensuelle	Expression en prix constants	0.31
Hubbard, Lingard et Webster (2000)	Pommes de terre	Roumanie	1991-1995	Moyenne mensuelle	Expression en prix constants	0.53
Hubbard, Lingard et Webster (2000)	Blé	Roumanie	1991-1995	Moyenne mensuelle	Expression en prix constants	0.26

Nous n'avons pas trouvé de publications comparant la variabilité des prix à long terme de différents produits animaux de base. Il y a probablement plusieurs raisons à cela. Premièrement, dans de nombreux pays les pouvoirs publics établissent des prix de soutien pour les produits animaux hautement périssables tels que le lait. Ces mesures de soutien faussent les estimations de la variabilité des prix. Deuxièmement, dans la plupart des pays de l'OCDE, les volailles et les porcs sont produits et vendus sur des marchés verticalement coordonnés dont le contrôle est assuré au travers de contrats de production et de commercialisation. Il demeure il est vrai toujours possible de trouver des données issues des marchés au comptant pour ces produits de base, mais les économistes doutent de plus en plus que ces données soient représentatives des marchés plus vastes verticalement coordonnés. Cela vaut tout particulièrement pour la variabilité des prix. C'est pourquoi la plupart des études portant sur ces derniers marchés ne se sont plus tant intéressées ces dernières années à l'analyse des prix au comptant qu'à celle des rapports mandant-mandataire que recouvrent les relations contractuelles. Malgré une coordination verticale croissante, le secteur bovin se caractérise actuellement par un plus grand nombre de transactions au comptant que ceux du porc ou de la volaille. Cependant, même pour ce qui est des marchés bovins, les études récentes se sont principalement efforcées d'identifier les cycles des prix ou de déterminer la variabilité de la base (c'est-à-dire de l'écart entre les prix au comptant locaux et les prix à terme) plutôt que celle des prix proprement dits. Enfin, contrairement à celle des produits végétaux de base, la variabilité des prix des produits animaux de base tend à se caractériser par des chocs à court terme sur les prix suscités par des craintes en matière de sécurité alimentaire ou par des restrictions temporaires des échanges. Comme nous le verrons ultérieurement, certaines études se sont penchées sur l'impact de ces chocs sur les secteurs de l'élevage, mais du fait même de la nature à court terme de ces chocs elles ne présentent guère d'estimations de la variabilité des prix à long terme.

Le tableau 4.3 présente les CV des prix de certains produits de base dans différents pays, tels qu'ils ont été calculés par les auteurs à partir des données non épurées de la tendance de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) relatives aux prix annuels moyens pour la période 1991-2005. La comparaison des CV des prix des divers produits de base se trouve compliquée par les différences qui apparaissent selon les pays. À titre d'exemple, les secteurs de l'élevage et de la viande présentent généralement dans les pays européens mentionnés au tableau 4.3 de plus faibles coefficients de variations des prix que celui des productions végétales – mais il n'en va pas nécessairement de même dans les autres régions du monde. Les CV des prix des pommes tendent ainsi à être plus élevés que ceux des cultures de plein champ en Europe et au Japon mais la situation est tout autre en Australie, au Canada, aux États-Unis ou encore au Mexique. Les CV des prix du maïs sont par ailleurs généralement plus élevés que ceux des prix du blé et de l'avoine – bien que tel ne soit pas le cas aux États-Unis.

Tableau 4.3. Coefficient de variation des prix annuels moyens 1991-2005

	Pommes	Viande bovine	Maïs	Avoine	Porcs	Pommes de terre	Riz	Viande ovine	Viande de dinde	Blé
Australie	0.18	0.23	0.20	0.25	0.11	0.13	0.25	0.24	0.20	0.19
Canada	0.08	0.09	0.31	0.09	0.16	0.06		0.14	0.09	0.21
Danemark	0.23	0.22		0.26	0.19	0.28		0.25	0.15	0.24
France	0.30	0.14	0.25	0.24	0.21	0.38	0.20	0.14	0.15	0.26
Allemagne	0.32	0.21		0.26	0.21			0.12	0.12	0.23
Italie	0.29	0.13	0.37	0.20	0.20	0.20	0.21	0.10	0.16	0.25
Japon	0.17	0.09	0.10	0.11	0.09		0.24	0.09	0.23	0.13
Mexique	0.16	0.14	0.36	0.12	0.13	0.18		0.13	0.21	0.19
Espagne	0.29	0.30	0.26	0.23	0.14	0.26	0.25	0.36	0.17	0.25
Suède	0.32	0.32		0.27	0.37	0.27		0.20	0.28	0.24
États-Unis	0.17	0.13	0.14	0.18	0.17	0.12	0.25	0.23	0.13	0.19

Source : Calculs des auteurs à partir des données de la FAO non épurées de la tendance.

Différences dans le temps

Hubbard, Lingard et Webster (2000) soulignent que le coefficient de variation des cours mondiaux du blé a évolué dans le temps. De 1960 à 1971, il n'a été que de 0.17. De 1972 à 1975, il s'est élevé à 0.25, avant d'atteindre 0.32 de 1976 à 1996.

Par contre, lors de l'examen des données relatives aux évolutions des cours mondiaux durant la période 1971-2003, Hazell, Shields et Shields (2005) n'ont pu trouver aucun élément tendant à montrer que la variabilité des prix du blé, du maïs et du riz se soit accrue ces dernières années.

Schnepf (1999) s'est appuyé sur les données relatives aux prix mensuels moyens observés aux États-Unis pour mesurer les CV des prix réels du blé tendre et du blé dur rouge d'hiver, du maïs et du soja. Les résultats étaient présentés décennie par décennie depuis 1913 jusqu'à 1997. Chose remarquable, les CV des prix tendaient à évoluer conjointement. Les périodes auxquelles le risque était le moins élevé ont été celles des années 50 et 60, durant lesquelles on a constaté que ces quatre productions végétales présentaient toutes un CV égal ou inférieur à 5%. Les périodes caractérisées par les plus hauts niveaux de risque ont été celles des années 30 et des années 70, au cours desquelles le CV a atteint environ 15% – chiffre trois fois plus élevé que dans les périodes où le risque était le plus faible.

Sarris (2000a, 2000b) parvient également à la conclusion que certains facteurs paraissent tendre à accroître l'instabilité mondiale des marchés des céréales tandis que d'autres semblent avoir un effet contraire et pourraient contribuer à l'atténuer. Qui plus

est, les données empiriques semblent infirmer l'hypothèse d'une propension générale à l'augmentation de l'instabilité des marchés mondiaux des céréales.

Jordaan *et al.* (2007) ont examiné les données sur les prix à terme du maïs jaune, du maïs blanc, du blé, des graines de tournesol et du soja sur le marché à terme sud-africain. S'appuyant sur des modèles GARCH, ils ont constaté que la volatilité des prix du maïs blanc, du maïs jaune et des graines de tournesol a varié dans le temps. La volatilité des prix du blé et du soja est par contre demeurée constante au fil du temps. Les prix du maïs blanc se sont avérés être les plus volatiles, suivis par ceux du maïs jaune, des graines de tournesol, du soja et du blé, respectivement.

Subervie (2007) fait état des pourcentages de variation des prix du cacao, du café, du riz, du coton, du thé et des arachides au cours de la période 1961-2002. En particulier, ces six productions végétales ont toutes présenté leur plus haut degré de variabilité durant la sous-période 1975-81. Le café était celle qui montrait la plus forte volatilité, et le riz la plus faible.

Différences selon les localisations

Le tableau 4.3 permet de comparer les CV des prix dans divers pays. Dans l'ensemble, le Japon semble présenter les plus faibles CV des prix, ceux des pays d'Amérique du Nord étant eux-mêmes en règle générale moins élevés que ceux des pays européens.³ Si l'on se penche sur les divers produits de base considérés individuellement, les CV des prix des pommes et du blé sont dans l'ensemble plus faibles au Japon, en Australie et dans les pays d'Amérique du Nord que dans les pays européens. Le CV des prix de l'avoine est par contre plus élevé en Australie, où il est similaire à ceux de bon nombre de pays européens. Le Japon, les États-Unis et l'Australie affichent des CV des prix du maïs inférieurs à ceux du Canada, du Mexique et des pays européens. L'Australie et les pays d'Amérique du Nord se caractérisent par de plus faibles CV des prix que les pays européens pour ce qui est des pommes de terre. Les CV des prix du riz sont similaires pour tous les pays ayant communiqué des données sur le riz. S'agissant des produits de l'élevage, les CV des prix du porc sont plus faibles en Australie, au Japon et dans les pays d'Amérique du Nord que dans les pays européens. Il en est de même pour la viande bovine, à ceci près que le CV des prix de l'Australie est dans ce cas plus proche de ceux des pays européens. Pour la viande ovine et la viande de dinde, les résultats sont plus nuancés, les CV des prix de certains pays européens figurant parmi les plus faibles alors que ceux de certains autres comptent parmi les plus élevés.

Récapitulatif du risque de prix des produits

Le risque de prix des produits présente des caractéristiques uniques par rapport au risque de rendement. À moins que les pays n'imposent de stricts contrôles aux frontières, la variabilité des prix tendra à être positivement corrélée entre les différents pays pour ce qui est de la plupart des grands produits agricoles de base. Le cas du riz au Japon et celui des prix au sein de l'UE dans les années 80 en sont notamment des exemples. Le risque de rendement tend par contre à montrer une moindre corrélation spatiale. L'ordre de grandeur du risque de prix est de même généralement similaire dans les différents pays pour ce qui est des grands produits agricoles de base alors que l'ordre de grandeur du risque de rendement peut être très variable d'un pays à l'autre comme au sein de chacun d'eux. Aussi les données agrégées sur les prix apportent-elles bien plus d'informations sur les risques de prix encourus par les producteurs que les données agrégées sur les

rendements n'en fournissent sur les risques de rendement auxquels ils sont confrontés. Pour finir, les économistes tendent à s'accorder sur le fait que les distributions des prix des produits de base sont asymétriques vers la droite (distribution log-normale par exemple). Leur forme ne varie généralement pas selon les localisations. Celle des distributions des rendements peut par contre varier grandement d'un endroit à un autre (Goodwin, Roberts et Coble, 2000).

Les données disponibles suggèrent que les produits de l'élevage et ceux à base de viande se caractérisent en règle générale par un moindre risque de prix que les productions végétales. Les fruits frais, les légumes et autres cultures spéciales tendent à présenter un risque de prix plus élevé que les productions végétales de base telles que le coton, le maïs, le blé et le soja. Un important déterminant du risque de prix des produits tient à la plus ou moins grande aptitude de ceux-ci à être stockés sur une longue durée sans perte notable de qualité. Les fruits et légumes frais comportent un risque de prix élevé car ils ne peuvent être stockés durant de longues périodes. Dans le cas des produits de base qui peuvent être stockés, les négociants peuvent arbitrer les écarts de prix aux différentes périodes. Ce n'est guère possible pour les produits frais.

Les données de la FAO portent à croire que les pays européens ont généralement connu une plus forte variabilité des prix que le Japon et les pays d'Amérique du Nord au cours de la période 1991-2005. Ces comparaisons transversales sont cependant toujours problématiques du fait des différences observées d'un pays à l'autre du point de vue des interventions sur les marchés.

Pour tenter de déterminer quelle est la mesure pertinente du risque de prix auquel sont confrontés les producteurs agricoles, nous avons de nouveau recours au cadre conceptuel décrit à la section 1. La variabilité des prix est souvent établie sur une base quotidienne, mensuelle ou annuelle. Nous serions d'avis que la mesure appropriée de la variabilité des prix est celle qui correspond à l'horizon temporel des prises de décision. En agriculture, celui-ci peut être variable. Cependant, dans de nombreux contextes agricoles, l'horizon de planification est d'environ un an. Par exemple, dans le cas des productions végétales le délai qui s'écoule entre la décision d'allouer des terres aux différentes cultures et le moment de la récolte et de la commercialisation effectives est souvent d'à peu près un an. Dans le secteur de l'élevage, la durée des cycles de production varie de moins d'un an pour les volailles et les porcs à plus d'un an pour la viande bovine et le lait. Nous en concluons donc qu'il est généralement préférable d'estimer la variabilité des prix sur la base de données annualisées plutôt que sur de plus courtes périodes.

Une question connexe consiste à savoir quelles sont les données sur les prix susceptibles d'influer sur les prises de décision des producteurs. Les données relatives aux cours internationaux, aux prix nationaux, aux prix aux frontières ou aux prix à terme sont en règle générale aisément accessibles. En théorie, il vaudrait mieux s'appuyer sur les prix au comptant locaux pour mesurer le degré d'exposition au risque des producteurs. Cependant, le problème le plus général est celui que pose le risque de base – c'est-à-dire la variabilité de l'écart entre le prix au comptant local et les séries de prix plus agrégées. Il convient de noter que la base est souvent déterminée par des facteurs tels que les coûts de transport et la capacité d'arbitrer entre les différents marchés géographiques. Si le niveau de la base est constant, les producteurs n'encourent aucun risque, si ce n'est ceux liés aux fluctuations de divers facteurs tels que les coûts de transport, les capacités de stockage disponibles ou l'interruption des services de transport tels que le trafic ferroviaire ou fluvial.

Prix des intrants

Notre passage en revue des études existantes révèle qu'une bien moindre attention a été accordée au risque de prix des intrants qu'au risque de prix des produits ou au risque de rendement. Cette constatation est confirmée par l'étude menée par Coble *et al.* (1999), qui ont demandé aux producteurs de classer les risques en fonction de leurs effets potentiels sur les revenus agricoles. Ils ont en effet observé que les producteurs classent le risque de prix des intrants en troisième position derrière le risque de prix des produits et le risque de rendement.

Pour ce qui est de l'ordre de grandeur du risque, Dhuyvetter, Albright et Parcell (2003) ont estimé des modèles destinés à prévoir l'évolution des prix du diesel, du gaz naturel et de l'ammoniac anhydre. Les statistiques sommaires tirées de leurs données font apparaître un CV de 0.187 pour le diesel provenant du Kansas, de 0.489 pour le gaz naturel, et de 0.270 pour l'ammoniac anhydre. Oehmke, Sparling et Martin (2008) ont récemment étudié le risque de prix des engrais au Canada et ont observé des chocs sur les prix supérieurs à 70% entre les campagnes agricoles 2007 et 2008. Ils ont également constaté que le CV mensuel des prix du gaz naturel au cours de la période 1994-2006 varie entre 30 et 99%, la plus forte volatilité étant enregistrée en février.

Les données du ministère de l'Agriculture des États-Unis permettent de procéder au tableau 4.4 à une analyse des prix de certains engrais de 1960 à 2007. Pour évaluer les variations dans le temps du risque de prix des engrais, la moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation ont été calculés pour la période 1960-1996 puis pour 1997-2007. Plusieurs enseignements peuvent être tirés de cette comparaison. Premièrement, les coefficients de variation des prix sont généralement aussi élevés, voire plus, dans le cas des engrais que dans celui de bien des produits de base. La seconde conclusion qui ressort de ce tableau est que les coefficients de variation n'ont pas sensiblement augmenté au cours de la dernière décennie (ils ont même diminué dans certains cas). Les prix moyens de tous les engrais examinés ici ont toutefois enregistré une hausse.

Tableau 4.4. Prix de certains engrais 1960-2007

Période	Statistique	Ammoniac anhydre	Nitrate d'ammonium	Superphosphate (44-46%)	Phosphate de diammonium (18-46-0)
60-96	Moyenne	228.91	178.32	207.14	238.23
60-96	Écart-type	68.21	55.04	66.58	66.19
60-96	C.V.	0.30	0.31	0.32	0.28
97-07	Moyenne	350.45	254.18	273.18	283.55
97-07	Écart-type	111.07	68.90	56.48	60.89
97-07	C.V.	0.32	0.27	0.21	0.21

Source : Service d'études économiques du ministère de l'Agriculture des États-Unis.

Des statistiques sommaires du même type sont par ailleurs présentées au tableau 4.5 pour ce qui est des prix du diesel. Le diesel étant l'un des principaux carburants utilisés pour alimenter les machines agricoles telles que les tracteurs, ces prix se répercutent sur les coûts de labour et sur ceux de diverses activités agricoles. Les données présentées ici permettent de procéder à des comparaisons internationales, mais sur une plus courte période que pour le tableau précédent. Il apparaît tout d'abord que les prix du diesel sont similaires en Europe et aux États-Unis tant pour ce qui est de leur moyenne qu'en ce qui concerne leur coefficient de variation. Cependant, il convient également de remarquer que

le C.V. mesuré pour le diesel compte parmi les plus élevés dont il soit fait état dans le présent rapport.

Tableau 4.5. Prix du diesel dans divers pays 1996-2008

Statistiques	Belgique	France	Allemagne	Italie	Pays-Bas	Royaume-Uni	États-Unis
Moyenne	1.62	1.46	1.53	1.69	1.68	1.50	1.35
Écart-type	0.86	0.85	0.84	0.92	0.89	0.82	0.81
C.V.	0.53	0.59	0.55	0.55	0.53	0.55	0.60

Source : Administration de l'énergie, Gouvernement des États-Unis.
<http://www.eia.doe.gov/emeu/international/oilprice.html>.

Il faut également souligner que l'on peut fréquemment considérer que la variabilité des prix des productions végétales représente un risque de prix des intrants pour le secteur de l'élevage. Les céréales fourragères et le soja constituent souvent la principale source d'énergie et de protéines dans les industries de la volaille, du lait, du porc et des bovins finis aux céréales. Le coût des produits d'alimentation animale est en règle générale la principale composante du coût des intrants variables dans le secteur de l'élevage. Par conséquent, l'analyse du risque de prix des productions végétales menée dans la section précédente s'applique directement au risque de prix des intrants pour l'industrie de l'élevage.

Risque de production

Cultures végétales

Forme de la distribution

La modélisation des rendements des cultures soulève un important problème qui tient à la forme supposée de leur distribution. Les distributions normales facilitent le travail car il suffit de deux paramètres (la moyenne et la variance) pour en donner une description exhaustive. En outre, si l'on se trouve face à des variables aléatoires multiples normalement distribuées, les covariances deux-à-deux peuvent être aisément calculées.

Cependant, bon nombre d'études ont soutenu que les rendements des cultures ne sont pas normalement distribués. Un argument fréquemment avancé dans ce sens tient au fait que les distributions des rendements tendent à être asymétriques vers la gauche puisque les rendements peuvent être nuls alors qu'un plafond biologique limite nécessairement les rendements qui peuvent être atteints. Cet argument donne en outre à penser que le degré d'asymétrie dépend probablement du niveau d'agrégation auquel sont mesurés les rendements. On peut aisément concevoir que les rendements puissent être proches de zéro pour une parcelle donnée, mais il semble assez improbable qu'il puisse en être ainsi s'ils sont mesurés au niveau de la province ou du pays dans son ensemble. Aussi, bien que les rendements agrégés puissent demeurer asymétriques, peut-on généralement s'attendre à ce que les distributions des rendements soient d'autant plus symétriques que leur niveau d'agrégation est élevé.

Lors de l'examen de données provenant de parcelles expérimentales, Day (1965) a relevé des indices d'asymétrie vers la droite des rendements du coton au Mississippi. Il est néanmoins bien plus fréquent d'observer une asymétrie des rendements vers la gauche. Gallagher (1987) a ainsi montré que les rendements du soja à l'échelle nationale

aux États-Unis sont asymétriques vers la gauche. Nelson et Preckel (1989) puis Nelson (1990) ont de même constaté des indices d'asymétrie négative dans les rendements du maïs au niveau des exploitations dans cinq comtés de l'Iowa. Taylor (1990) a noté que les rendements du maïs et du soja présentaient une asymétrie négative dans le comté de Macoupin, dans l'Illinois, mais que ceux du blé montraient une asymétrie positive dans ce même comté. Moss et Shonkwiler (1993) ont trouvé des indices d'asymétrie négative dans les rendements du maïs à l'échelle nationale aux États-Unis. Ramirez (1997) a décelé des indices d'asymétrie vers la gauche des rendements du maïs et du soja dans le Middle West. Les rendements du blé étaient néanmoins symétriques. Wang *et al.* (1998) ont mis en évidence des signes d'asymétrie négative des rendements du maïs dans le comté d'Adair, dans l'Iowa. Goodwin et Ker (1998) ont utilisé des méthodes non paramétriques pour estimer les distributions des rendements de plusieurs produits de base au niveau des États et des comtés. Une asymétrie négative a fréquemment été constatée, bien qu'une légère asymétrie positive ait parfois pu être observée (notamment en cas d'agrégation des données au niveau de l'État).

Just et Weninger (1999) ont affirmé que toutes les études antérieures relatives aux distributions des rendements soulevaient des problèmes méthodologiques. Ils soutenaient que, s'il est dûment tenu compte de ces problèmes méthodologiques, les données disponibles ne permettent pas de démontrer que les rendements des cultures ne suivent pas une distribution normale. Plusieurs études ultérieures ont tenté de répondre aux objections méthodologiques formulées par Just et Weninger (1999). Ramirez, Misra et Field (2003) ont de nouveau confirmé la constatation antérieure de Ramirez (1997) que les rendements du maïs et du soja dans le Middle West présentent une asymétrie négative. Ramirez, Misra et Field (2003) ont également constaté que les rendements du coton pluvial dans les plaines du Texas sont asymétriques vers la droite – ce qu'ils imputent à l'asymétrie positive des distributions des précipitations dans cette région. Examinant des données sur les rendements au niveau des exploitations relatives au Kansas, Atwood, Shaik et Watts (2003) ont observé des signes d'asymétrie vers la gauche des rendements du maïs irrigué, du sorgho irrigué, du sorgho pluvial, du blé irrigué et du blé pluvial. Sur la base de données au niveau des exploitations provenant de l'Illinois, Sherrick *et al.* (2004) ont quant à eux trouvé des indices d'asymétrie vers la gauche des rendements du maïs et du soja. Plus récemment, Harri *et al.* (à paraître) ont étudié les rendements du maïs, du soja, du coton et du blé et ont obtenu des résultats très contrastés puisque les cultures à faible risque sont généralement asymétriques vers la gauche alors que celles à haut risque sont asymétriques vers la droite.

Ordre de grandeur du risque de rendement des cultures selon les produits et les localisations

Comme indiqué ci-dessus, la plupart des études ont observé que les rendements ne sont pas normalement distribués. Cette constatation soulève un certain nombre de questions sur la manière de comparer valablement les ordres de grandeur du risque de rendement. Si les rendements ne sont pas normalement distribués, la variance, l'écart-type ou le CV pourraient ne pas constituer des indicateurs suffisants du risque. Les moments les plus élevés de la distribution ont également une incidence sur l'exposition au risque. La plupart des études n'en estiment pas moins le risque de rendement sur la base du CV car il n'est guère aisé de comparer les moments les plus élevés de plusieurs distributions différentes.

L'ordre de grandeur du risque de rendement dépend d'un certain nombre de facteurs agronomiques, climatiques et afférents à la gestion. Le recours à l'irrigation, le choix du bon moment pour les semailles et la qualité de l'inspection des cultures au cours de la campagne agricole sont ainsi autant de facteurs susceptibles d'influer sur le risque. Comme précédemment mentionné, le niveau d'agrégation auquel est mesuré le rendement a en outre une incidence fondamentale. Ce dernier point donne à penser qu'il convient de faire preuve de prudence lorsqu'il s'agit de tirer des conclusions sur la base de comparaisons transversales du risque de rendement des cultures. Il met également en évidence à quel point la taille de l'exploitation et la dispersion spatiale des parcelles qui la composent sont des facteurs qui influent sur le risque encouru par l'exploitant.

Allen et Lueck (2002) font état des CV des rendements au niveau de l'État (ou de la province) pour diverses cultures produites en Louisiane, au Nebraska, au Dakota du Sud et en Colombie britannique. Une vue d'ensemble en est présentée au tableau 4.6.

Parmi les autres études ayant estimé les CV des rendements, il convient de citer celle de Nelson et Preckel (1989), qui ajustent à une distribution bêta les données relatives aux rendements du maïs au niveau des exploitations dans cinq comtés de l'Iowa. Les CV obtenus allaient de 0.11 à 0.27. S'appuyant sur des données relatives aux rendements au niveau des exploitations dans l'Illinois, Sherrick *et al.* (2004) ont estimé des CV dont la valeur moyenne s'élevait à 0.17 pour le maïs et à 0.14 pour le soja. Hart, Hayes et Babcock (2006) ont modélisé les distributions des rendements pour une exploitation représentative du comté de Webster, dans l'Iowa. Ils ont supposé que les rendements étaient distribués selon une fonction bêta, puis ils ont déterminé les paramètres de la distribution qui généreraient les taux effectifs des primes d'assurance-récolte au niveau fédéral pour une couverture à 65%. Le CV estimé des rendements du maïs s'élevait à 0.27 et celui des rendements du soja à 0.25.

Comme précédemment indiqué, les mesures du risque de rendement souffrent d'un biais d'agrégation, de sorte qu'il convient de faire preuve de prudence lors des comparaisons spatiales. Cependant, cet échantillon d'études portant sur l'Amérique du Nord illustre certains points importants. Premièrement, certaines cultures présentent un plus grand risque de rendement que d'autres. En Amérique du Nord, le riz, le coton et le blé sont généralement considérés comme des cultures plus risquées que le sorgho ou le soja. Deuxièmement, certaines pratiques culturales ont pour effet de réduire le risque de rendement. Le tableau 4.6 montre que pour une culture donnée la production irriguée entraîne en règle générale un moindre risque de rendement que la production pluviale. Troisièmement, certaines régions se caractérisent par un plus grand risque de rendement que d'autres. Le tableau 4.6 montre ainsi que la production de blé présente moins de risques au Nebraska qu'en Colombie britannique, en Louisiane ou au Dakota du Sud.

Tableau 4.6. Comparaison des risques de rendement selon les régions

Auteur(s)	Produit	Localisation	Années	Niveau d'agrégation	Traitement des données	CV
Allen et Lueck (2002)	Sorgho (tous types)	Louisiane	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.06
Allen et Lueck (2002)	Canne à sucre	Louisiane	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.10
Allen et Lueck (2002)	Soja (tous types)	Louisiane	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.12
Allen et Lueck (2002)	Foin	Louisiane	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.12
Allen et Lueck (2002)	Coton	Louisiane	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.20
Allen et Lueck (2002)	Blé	Louisiane	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.21
Allen et Lueck (2002)	Riz	Louisiane	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.28
Allen et Lueck (2002)	Maïs (tous types)	Louisiane	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.29
Allen et Lueck (2002)	Sorgho (irrigué)	Nebraska	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.08
Allen et Lueck (2002)	Sorgho (pluvial)	Nebraska	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.15
Allen et Lueck (2002)	Soja (irrigué)	Nebraska	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.09
Allen et Lueck (2002)	Soja (pluvial)	Nebraska	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.17
Allen et Lueck (2002)	Blé	Nebraska	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.11
Allen et Lueck (2002)	Maïs (irrigué)	Nebraska	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.11
Allen et Lueck (2002)	Maïs (pluvial)	Nebraska	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.24
Allen et Lueck (2002)	Avoine	Nebraska	1975-1991	État	Aucun n'est signalé.	0.16
Allen et Lueck (2002)	Sorgho (tous types)	Dakota du Sud	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.20
Allen et Lueck (2002)	Soja (tous types)	Dakota du Sud	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.14
Allen et Lueck (2002)	Blé	Dakota du Sud	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.25
Allen et Lueck (2002)	Maïs (irrigué)	Dakota du Sud	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.02

Tableau 4.6. Comparaison des risques de rendement selon les régions (*suite*)

Auteur(s)	Produit	Localisation	Années	Niveau d'agrégation	Traitement des données	CV
Allen et Lueck (2002)	Maïs (pluvial)	Dakota du Sud	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.14
Allen et Lueck (2002)	Avoine	Dakota du Sud	1975-1991	État	Aucun n'est signalé	0.19
Allen et Lueck (2002)	Foin	Colombie britannique	1980-1991	Province	Aucun n'est signalé	0.15
Allen et Lueck (2002)	Orge	Colombie britannique	1980-1991	Province	Aucun n'est signalé	0.22
Allen et Lueck (2002)	Blé	Colombie britannique	1980-1991	Province	Aucun n'est signalé	0.18
Allen et Lueck (2002)	Maïs (tous types)	Colombie britannique	1980-1991	Province	Aucun n'est signalé	0.27
Allen et Lueck (2002)	Avoine	Colombie britannique	1980-1991	Province	Aucun n'est signalé	0.21
Allen et Lueck (2002)	Pommes	Colombie britannique	1980-1991	Province	Aucun n'est signalé	0.18
Allen et Lueck (2002)	Colza canola	Colombie britannique	1980-1991	Province	Aucun n'est signalé	0.25
Nelson et Preckel (1989)	Maïs	Iowa	1961-1970	Exploitation	Calcul du CV sur la base de données rétrospectives ajustées à une distribution bêta	0.11-0.27
Sherrick <i>et al.</i> (2004)	Maïs	Illinois	1972-1999	Exploitation	Élimination de la tendance, le CV dont il est fait état est une moyenne des CV au niveau des exploitations	0.17
Sherrick <i>et al.</i> (2004)	Soja	Illinois	1972-1999	Exploitation	Élimination de la tendance, le CV dont il est fait état est une moyenne des CV au niveau des exploitations	0.14
Hart, Hayes et Babcock (2006)	Maïs	Iowa	NA	Exploitation	Calcul du CV sur la base d'une distribution bêta et avec les paramètres qui généreraient le taux de prime d'assurance-récolte applicable aux États-Unis à l'exploitation	0.27
Hart, Hayes et Babcock (2006)	Soja	Iowa	NA	Exploitation	Calcul du CV sur la base d'une distribution bêta et avec les paramètres qui généreraient le taux de prime d'assurance-récolte applicable aux États-Unis à l'exploitation	0.25

Vue d'ensemble du risque de production dans le secteur des cultures

Du fait de l'hétérogénéité des espèces et des localisations, il s'avère extrêmement difficile de tirer des conclusions générales au sujet des risques de rendement des cultures. Un nombre croissant d'éléments tendent à montrer que les distributions des rendements des cultures sont généralement asymétriques vers la gauche bien que l'on puisse être quasiment sûr que certaines espèces et certaines localisations feront exception (Harri *et al.*, à paraître). Pour être valables, les comparaisons des ordres de grandeur du risque de rendement doivent tenir compte du biais d'agrégation. Cependant, s'il est possible de neutraliser les effets du biais d'agrégation, il n'est en revanche guère aisé de tirer des conclusions générales quant aux cultures et aux localisations qui présentent le plus ou le moins de risques. Une culture peut être plus risquée qu'une autre en un lieu donné alors que ce peut être l'inverse en un autre lieu. Une localisation peut être plus risquée qu'une autre pour une culture donnée, mais le contraire peut être vrai pour une autre culture. Parmi les causes fréquentes de risque de rendement figurent la sécheresse, l'excès d'eau dans le sol, les maladies, les ravageurs, la grêle, le gel et les inondations (Agence de gestion des risques du ministère de l'Agriculture des États-Unis). Les intrants de production (irrigation, pesticides, semences améliorées, etc.) et les stratégies de gestion qui leur sont associées peuvent réduire l'ordre de grandeur du risque de rendement causé par certains facteurs (mais pas tous).

Risque de production dans le secteur de l'élevage

Sur la majeure partie de la planète, les pertes de production sont bien moins fréquentes dans le secteur de l'élevage que dans celui des cultures végétales. Dans beaucoup de pays de l'OCDE, les porcs, les poulets de chair et les poules pondeuses, les dindons, ou encore les vaches laitières sont totalement ou partiellement élevés en espace clos. Cela réduit grandement leur exposition aux risques météorologiques, aux prédateurs et aux maladies, ou du moins à certaines d'entre elles. Les bovins de boucherie sont encore pour une large part élevés dans des enclos où ils paissent sur des pâturages améliorés, voire totalement en liberté (dans l'Ouest des États-Unis). Aussi les bovins de boucherie sont-ils plus exposés à une mortalité imputable à des événements météorologiques extrêmes. Leur gain de poids risque par ailleurs d'être moindre en raison des effets des événements météorologiques extrêmes sur la quantité et sur la qualité de la production d'herbages et de fourrages. Pour ce qui est de l'élevage, le risque de maladie fait souvent peser la menace de pertes peu fréquentes mais de grande ampleur (Gramig *et al.*, 2006 ; Shaik *et al.*, 2006). Qui plus est, les agriculteurs sont souvent tenus de détruire les animaux aussi bien sains que malades en vue d'éviter la propagation des maladies infectieuses. Une compensation leur est généralement versée par les pouvoirs publics, mais pour diverses raisons cette indemnisation demeure souvent imparfaite (Ott, 2006). L'élevage en espace clos a de fait des effets ambivalents sur l'exposition aux risques. Les animaux sont très proches les uns des autres, ce qui risque de favoriser la propagation des maladies. L'élevage en espace clos peut cependant assurer par ailleurs une plus grande biosécurité, d'où une moindre propagation d'une exploitation à l'autre. L'élevage en espace clos est également associé à des pratiques d'exploitation plus intensives, favorisant probablement une meilleure gestion des maladies. En dernière analyse, l'impact relatif de l'élevage en espace clos sur le risque encouru dépend dans une certaine mesure des modes de propagation de la maladie. Certaines maladies peuvent ainsi être propagées par un matériel insalubre. D'autres exigent un contact avec les animaux. Leur transmission peut être intraspécifique ou interspécifique.

Revenus et investissements non agricoles

Il est assez fréquent que les ménages agricoles des pays de l'OCDE tirent des revenus d'activités non agricoles et procèdent à des investissements (épargne ou emprunt) dans d'autres secteurs que l'agriculture. Cette situation contraste avec celle observée dans bien des pays en développement qui ne possèdent pas de marchés financiers liquides. Il convient cependant de noter que bon nombre des études disponibles sur la question des activités non agricoles et de leur corrélation avec les recettes des exploitations portent essentiellement sur l'agriculture de subsistance pratiquée dans d'autres pays que ceux de l'OCDE. En théorie, un ménage agricole neutre à l'égard du risque pourrait détenir des investissements non agricoles ou exercer une activité non agricole selon le principe d'allocation des ressources aux emplois offrant le taux de rentabilité le plus élevé. Certains membres du ménage pourraient par exemple tirer des revenus plus élevés d'activités non agricoles que de leur travail au sein de l'exploitation. Le recours à l'épargne et à l'emprunt peut de même être motivé par un besoin de liquidités tout comme par des raisons de commodité, mais il a à l'évidence également pour effet de lisser la consommation dans le temps, aidant ainsi les ménages agricoles à gérer leur exposition au risque. Bien que le présent rapport vise principalement à quantifier l'environnement de risque auquel sont confrontées les entreprises agricoles, nous ferons remarquer que cette possibilité de lissage intertemporel de la consommation implique que les études exclusivement axées sur les mesures statiques du risque auront tendance à surestimer les risques aussi bien que les avantages des stratégies de gestion des risques.

Activités non agricoles

Les ménages agricoles sont diversement incités à s'engager dans une activité non agricole et n'ont de même pas tous les mêmes possibilités d'agir de la sorte. Plusieurs auteurs ont examiné l'effet d'atténuation des risques qu'exercent les revenus et les investissements non agricoles. Fondamentalement, l'activité non agricole permet une diversification du portefeuille financier grâce à un flux de revenus caractérisé par une faible variabilité et une faible corrélation avec les revenus agricoles. Le travail consacré aux activités non agricoles aurait en théorie pu être affecté à celles de production agricole.

Dans une étude des exploitations néerlandaises, Woldehanna, Lansink et Peerlings (2000) ont constaté que les bénéficiaires agricoles escomptés à court terme et le travail agricole fourni par un chef de ménage ont une forte incidence négative sur la décision du ménage d'exercer une activité non agricole. En revanche, les revenus autres que ceux du travail, la participation des autres membres du ménage aux travaux agricoles et le fait d'avoir reçu une formation agricole ne paraissent avoir aucune incidence significative sur la décision d'exercer une activité non agricole. Cependant, la taille du ménage et le fait d'avoir suivi un enseignement général ont un effet positif sur le désir des ménages de s'engager dans des activités non agricoles. L'étude en question en conclut que les subventions publiques visant à accroître les revenus du ménage par le biais des politiques de prix pourraient avoir un effet négatif sur l'emploi non agricole des ménages agricoles. À l'inverse, le soutien direct des revenus tout comme les réformes de la PAC prévues dans l'Agenda 2000 devraient très probablement accroître l'emploi non agricole des ménages agricoles aux Pays-Bas. Mishra et Goodwin (1997) ont étudié les agriculteurs du Kansas et sont parvenus à une conclusion similaire, à savoir que si les exploitants ont une aversion pour le risque leur propension à s'engager dans des activités non agricoles sera probablement d'autant plus forte que la variabilité des revenus agricoles sera élevée.

Sur la base de données de panel provenant d'Israël, Ahituv (2006) a pu examiner l'évolution dans le temps des exploitations. Cette analyse suggère que certaines exploitations familiales sont vouées à se développer au fil du temps et à se spécialiser dans l'agriculture, alors que d'autres ménages agricoles réduisent leur activité agricole et accroissent leur engagement sur le marché du travail non agricole. Aussi la distribution de la taille des exploitations tendait-elle à présenter une forme bimodale.

El-Osta, Mishra et Morehart (2008) ont analysé les données issues de l'enquête sur la gestion des ressources agricoles aux États-Unis en 2004. Ils ont constaté que les paiements publics escomptés ont diminué la probabilité que le seul mari ou le mari et sa femme décident d'exercer une activité non agricole au lieu que le mari ou sa femme renoncent à travailler.

Key, Roberts et O'Donahue (2006) se sont appuyés sur des données issues de l'expérience grandeur nature que constitue la forte augmentation des subventions fédérales en faveur de l'assurance-récolte enregistrée aux États-Unis en vue de déterminer l'importance des effets du risque sur l'offre de travail des exploitants agricoles. L'augmentation du montant des subventions a induit une couverture accrue de l'assurance-récolte, ce qui a à son tour réduit les risques financiers encourus par les exploitants. Il a été constaté qu'une augmentation de la couverture de l'assurance avait pour effet de réduire l'offre de travail non agricole des exploitants dont la valeur de la production était égale ou supérieure à 100 000 USD mais d'accroître au contraire celle des petits exploitants dont la production était inférieure à 25 000 USD.

Lien *et al.* (2006) ont par ailleurs souligné dans une étude sur les agriculteurs norvégiens qu'il convient de faire une distinction entre les exploitants à plein temps et ceux à temps partiel. Ils parviennent à la conclusion que « les objectifs, les perceptions des risques et les stratégies de gestion des risques des exploitants à plein temps et à temps partiel diffèrent sensiblement. Qui plus est, les exploitants à temps partiel prévoient plus fréquemment que ceux à plein temps de réduire l'ampleur de leurs activités agricoles, ce qui peut s'avérer indispensable pour pouvoir occuper plusieurs emplois. »

Serra, Goodwin et Featherstone (2005) ont étudié les registres des exploitations du Kansas et ils ont clairement mis en évidence que plus un ménage est prospère moins il est probable qu'il cherche un emploi à l'extérieur de l'exploitation. Ils suggèrent que les exploitants les plus prospères ont une moindre aversion pour le risque que les plus pauvres d'entre eux, ce qui peut réduire leur incitation à rechercher une source de revenus plus stable que l'activité agricole. Par ailleurs, le fait de posséder des richesses qui peuvent leur procurer des revenus autres que ceux du travail, réduit la motivation de ces ménages à exercer une activité en dehors de l'exploitation. Ces auteurs ont ensuite examiné l'effet net du FAIR Act de 1996 sur l'emploi non agricole et parviennent à la conclusion qu'il a été minime.

Mishra et Godwin (1997) s'appuient sur des données au niveau des exploitations provenant du Kansas, aux États-Unis, pour évaluer à quel point les ménages agricoles sont prêts à exercer une activité non agricole. L'une de leurs principales conclusions est qu'il existe une relation positive entre l'offre de travail dans d'autres secteurs que l'agriculture et la variabilité des revenus agricoles. Cela porte à croire que, toutes choses égales par ailleurs, les exploitants dont l'activité présente le plus de risques ont une plus grande propension à prendre des emplois non agricoles. Les résultats donnent par ailleurs à penser que les agriculteurs qui présentent le ratio d'endettement le plus élevé sont également ceux qui consacrent le plus de temps aux activités non agricoles.

Mishra et Sandretto (2002) ont évalué l'évolution des revenus agricoles et non agricoles aux États-Unis à l'échelle nationale et sur une longue période (1933-1999). Ils mettent en évidence plusieurs périodes de fortes variations d'une année sur l'autre suivies par des périodes de plus grande stabilité. Leur analyse de la relation entre les revenus agricoles et non agricoles suggère que les revenus non agricoles en sont venus à représenter une plus grande proportion des revenus des ménages au fil du temps. Une ventilation par type d'exploitations met en évidence que les éleveurs laitiers, les aviculteurs et les maraîchers tendent à avoir moins recours aux sources de revenus non agricoles que les producteurs de cultures en ligne. En s'appuyant une fois encore sur des données agrégées, on calcule la covariance entre les revenus agricoles et non agricoles et l'on constate qu'elle présente un signe négatif si elle est estimée sur la période 1960-1999 ou sur des périodes plus récentes. C'est révélateur de l'effet de réduction des risques exercé par les revenus non agricoles.

Dans une étude sur les exploitations néerlandaises, Woldehanna, Lansink et Peerlings (2000) ont constaté que les bénéfices agricoles escomptés à court terme et le travail agricole fourni par un chef de ménage ont une forte incidence négative sur la décision du ménage d'exercer une activité non agricole.

Investissement non agricole

Barry et Baker (1984) ont clairement décrit comment une exploitation peut utiliser l'emprunt et l'épargne aux fins de gestion des risques. Les exploitations qui ont recours au crédit et autres emprunts obligataires à taux fixe peuvent consacrer l'essentiel des fonds propres de l'entreprise aux actifs de production agricole, d'où une exposition accrue au risque agricole. Varangis, Larson et Anderson (2002) notent que l'augmentation de l'effet de levier financier exacerbe l'impact que la variabilité des revenus de l'entreprise exerce sur le propriétaire de celle-ci. Il s'ensuit que si la rentabilité de l'ensemble des actifs est supérieure au taux d'intérêt des emprunts, il en tirera une plus grande prospérité. Si par contre leur taux de rentabilité est inférieur au taux d'intérêt des emprunts, il risque de se trouver au final acculé à la faillite.

L'épargne d'une entreprise agricole est fréquemment définie comme l'ensemble des actifs financiers qu'elle détient sous la forme d'investissements financiers offrant un certain taux de rendement et présentant en règle générale un assez haut degré de liquidité. Elle peut de ce fait réduire les risques auxquelles elle s'expose du fait de la diversification du portefeuille de l'entreprise grâce à l'acquisition d'actifs dans d'autres secteurs que l'agriculture. En outre, bon nombre d'investissements financiers tels que les bons d'épargne, les bons du trésor, etc. se caractérisent par une faible variabilité de la rentabilité, d'où un effet accru de réduction des risques.

Nartea et Webster (2008) notent que l'investissement dans d'autres secteurs d'activité est également possible et peut de même avoir un effet de réduction des risques pour le ménage agricole. Ils observent de faibles corrélations entre les taux de rentabilité des actifs agricoles et ceux des actifs financiers disponibles en Nouvelle-Zélande, ce qui donne à penser que leur inclusion dans les portefeuilles des exploitants pourrait permettre de réduire sensiblement la variabilité de leurs revenus. Ils en concluent que les agriculteurs ayant une forte aversion pour le risque tireraient des gains d'utilité de l'intégration d'actifs financiers dans leurs portefeuilles. Ils étudient en particulier les investissements financiers dans des instruments tels que les actions ordinaires émises par des sociétés industrielles, les emprunts d'État et les acceptations bancaires. Ils constatent une faible corrélation entre les taux de rentabilité des actifs agricoles et ceux de ces actifs

financiers. Cela donne à penser que leur intégration dans les portefeuilles des agriculteurs pourrait permettre de réduire sensiblement la variabilité des revenus. Ce sont les obligations et non les actions ordinaires qui composent la majeure partie des portefeuilles susceptibles de permettre aux individus réputés avoir une « certaine » aversion pour le risque de maximiser leur utilité.

Painter (2000) est parvenu à la conclusion que les investissements dans les terres agricoles sont négativement corrélés à la rentabilité qu'offrent les marchés d'actions. Aussi leur association à un portefeuille d'actions a-t-elle pour effet de réduire le risque tout en maintenant le même taux de rentabilité des investissements. Cependant, Painter note par ailleurs que l'investissement dans les terres agricoles soulève un certain nombre de problèmes potentiels, dont l'illiquidité, la faible négociabilité, ainsi que l'indivisibilité de l'actif.

Langemeier et Patrick (1990) se sont appuyés sur des données de panel relatives aux exploitations céréalières de l'Illinois pour étudier leur propension marginale à consommer, de manière à mesurer le lissage intertemporel de leur consommation. Les résultats auxquels ils parviennent indiquent que la consommation des ménages agricoles réagissait peu aux variations de leurs revenus. Dans une étude connexe, Carriker *et al.* (1993) analysent des données portant sur le Kansas pour estimer la propension marginale à consommer selon les différentes sources de revenus et ils ont constaté que la propension à consommer était sensiblement plus élevée dans le cas des revenus non agricoles et des paiements publics que dans celui des revenus agricoles.

Dans une étude plus récente, Sand (2002) a étudié la faible propension marginale à consommer (PMC) traditionnellement observée dans les exploitations. Examinant un panel de ménages agricoles norvégiens, Sand a tiré un constat similaire à celui de Carriker *et al.* (1993) – à savoir que la propension marginale à consommer est moins élevée dans le cas des revenus agricoles que dans celui des revenus non agricoles et que la PMC moyenne des ménages en question est certes faible mais a tendance à s'accroître au fil du temps.

Récapitulatif du travail et de l'investissement non agricoles

Un examen des études existantes sur le travail et l'investissement non agricoles des producteurs agricoles donne à penser qu'ils peuvent offrir l'un et l'autre un bon moyen d'atténuation des risques. Les incitations à exercer une activité non agricole paraissent liées au coût d'opportunité du temps de l'individu et à l'existence de débouchés extérieurs à l'exploitation. Chose intéressante, les études sur la question portent à croire que l'exercice d'une activité non agricole et le soutien public aux producteurs tendent à constituer des instruments d'atténuation des risques. Ces études ne révèlent pas de différences notables dans les comportements ou dans les effets du risque selon les régions ou selon les époques. Parmi les facteurs qui influent sur la corrélation entre les revenus agricoles et non agricoles figure notamment le point de savoir si la source de revenus non agricoles est ou non elle-même liée à la production agricole. Travailler au silo à grain local risque ainsi de ne pas permettre une aussi grande diversification des revenus et de la consommation du ménage qu'un emploi de maître d'école du fait que les gains tirés du silo à grains présentent une plus forte corrélation positive avec les revenus agricoles. Les études existantes ne comportent généralement pas d'estimations du degré de corrélation entre les revenus agricoles et non agricoles. Cela est probablement dû au nombre des sources potentielles de revenus non agricoles ainsi qu'aux longues séries chronologiques dont il faudrait disposer pour effectuer des estimations valables. Freshwater et Jetté-

Nantel (2008) ont tenté de remédier à cette faiblesse fondamentale dont pâtissent les études en question. Leur analyse paraît toutefois également souffrir du manque d'une série suffisamment longue de données chronologiques au niveau des exploitations sur lesquelles s'appuyer pour estimer ces corrélations.

L'investissement non agricole dans des actifs financiers constitue également une bonne stratégie de diversification pour les ménages agricoles et joue ainsi un rôle très semblable à celui de l'exercice d'une activité non agricole. Toutefois, la possibilité d'investir dans des actifs financiers est souvent aisément envisageable, même lorsque celles de travailler à l'extérieur de l'exploitation s'avèrent quant à elles limitées. Comme dans le cas des revenus non agricoles, un important aspect des investissements non agricoles tient au degré de corrélation entre les investissements agricoles et non agricoles. Ainsi, l'investissement dans une entreprise agro-alimentaire locale transformant les produits issus de l'exploitation permettra sans doute une bien moindre diversification des revenus du ménage qu'un investissement dans des actifs sans lien avec l'activité agricole. On souffre là encore d'une pénurie de données appropriées.

Corrélation des variables incertaines

Comme cela a été mentionné à la section 1, les covariations des variables aléatoires peuvent avoir une profonde incidence sur la variabilité du résultat global d'une somme ou d'un produit de variables aléatoires. Au niveau des exploitations, une telle situation peut être observée dès lors que les prix et les rendements d'une culture sont corrélés entre eux et que les recettes sont égales au produit des prix par les rendements. De même, lors de l'addition des recettes tirées de plusieurs productions, la corrélation entre ces flux de recettes a un impact sur les recettes totales de l'exploitation. Par exemple, une exploitation mixte associant les cultures végétales à l'élevage pourrait en tirer un avantage non négligeable en termes de réduction des risques si les recettes nettes respectivement tirées des productions végétales et animales sont indépendantes les unes des autres, voire même négativement corrélées.

Corrélations entre les prix

Cultures végétales

La corrélation entre les prix des cultures végétales est théoriquement déterminée par les mécanismes du marché et par le type d'utilisation finale des produits en question. Par exemple, les prix des céréales étroitement substituables entre elles tendent à enregistrer des variations conjointes, alors que ceux d'une plante textile telle que le coton ne sont en règle générale que faiblement corrélés avec ceux des cultures vivrières et fourragères. Les échanges ont par ailleurs une profonde incidence sur les covariations des prix des produits de base. Un marché très circonscrit se caractérisera toutes choses égales par ailleurs par une moindre corrélation entre ses prix et ceux observés dans d'autres zones géographiques. Il peut s'agir là d'une conséquence naturelle de facteurs tels que le caractère périssable du produit de base considéré ou comme les coûts de transport. Cela peut être également le résultat de la mise en œuvre d'une politique publique protectionniste isolant les producteurs des signaux transmis par les prix en vigueur sur les marchés mondiaux. Le tableau 4.7 présente certains résultats relatifs aux coefficients de corrélation des prix aux États-Unis obtenus à l'aide du modèle décrit par Coble et Dismukes (2008). Compte tenu des chocs sur les prix et les rendements enregistrés depuis 1975 jusqu'en 2005, les prix simulés sur un vaste échantillon présentent tous une corrélation positive. Cependant, la corrélation entre les prix du coton et ceux des autres

cultures est généralement bien moindre. À l'inverse, les prix du maïs présentent une forte corrélation avec ceux du soja et du blé.

Tableau 4.7. Coefficients de corrélation des prix aux États-Unis

Maïs Soja	Maïs Blé	Maïs Coton	Coton Soja	Soja Blé	Blé Coton
0.719	0.701	0.232	0.514	0.581	0.048

Source : Calculs des auteurs à partir du modèle de Coble-Dismukes (2008).

Élevage

La relation entre les prix des diverses productions animales peut être pour une large part conceptualisée au travers des liens qui existent entre les demandes de biens substituables entre eux. Aussi les covariations des prix du bœuf, du porc et de la volaille sont-elles déterminées par cette relation. Les prix de produits substituables entre eux tendent au final à enregistrer des variations conjointes, les prix d'un type de viande exerçant un effet d'entraînement sur ceux des autres. L'élevage tend pareillement à dépendre des mêmes produits d'alimentation animale – céréales et sources de protéines végétales telles que le soja. Les coûts de production de ces produits de base sont donc également corrélés étant donné que les prix des produits d'alimentation animale ne varient pas notablement selon les espèces. Comme dans le cas des cultures, la relation entre les prix des productions animales peut également dépendre de la politique mise en œuvre en matière d'échanges internationaux.

Corrélations entre les rendements

Cultures végétales

Les corrélations entre les rendements des cultures au niveau des exploitations tendent à être fonction de leur exposition à des risques communs du fait de similarités quant à la période des semailles ou à leur degré de résistance à la sécheresse. Le tableau 4.8 illustre ce point en faisant la moyenne des corrélations au niveau des exploitations obtenues pour certains États des États-Unis au moyen du modèle de Coble-Dismukes (2008). Ce modèle s'appuie sur les corrélations empiriques observées entre les prix et les rendements au niveau des comtés, qui sont ensuite ajustées au niveau des exploitations suivant la procédure proposée par Miranda (1991). Les résultats montrent que, dans beaucoup de ces États, les rendements du maïs et du soja montrent une forte corrélation positive. Ces cultures sont souvent produites au sein de la même exploitation et se trouvent exposées aux mêmes risques de production. Par contre, le blé ne présente jamais une corrélation supérieure à 0.351 avec une autre culture. Cela est probablement dû au fait que la production des États-Unis se compose pour l'essentiel de blé d'hiver, d'où des différences dans les périodes de végétation comme en ce qui concerne les causes des pertes de rendement.

**Tableau 4.8. Corrélation moyenne des rendements
au niveau des exploitations dans certains États des États-Unis**

État	Maïs Soja	Maïs Blé	Maïs Coton	Coton Soja	Soja Blé	Blé Coton
Géorgie	0.711	N.D.	0.374	N.D.	N.D.	0.245
Illinois	0.684	0.142	N.D.	N.D.	0.003	N.D.
Iowa	0.642	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Kansas	0.581	0.044	N.D.	N.D.	-0.102	N.D.
Mississippi	0.507	N.D.	-0.050	0.511	N.D.	N.D.
Caroline du Nord	0.475	-0.082	0.445	0.613	0.236	0.180
Dakota du Nord	0.857	0.351	N.D.	N.D.	0.279	N.D.
Ohio	0.758	0.328	N.D.	N.D.	0.279	N.D.
Texas	0.559	0.043	0.353	0.727	N.D.	0.244

Source : Calculs des auteurs à partir du modèle de Coble-Dismukes (2008).

Élevage

Notre examen des études existantes ne nous a pas permis d'en trouver qui fassent état des corrélations des rendements entre les productions animales. Cette question n'a à l'évidence pas suscité suffisamment d'intérêt de la part des scientifiques. Nous supposons qu'il en est ainsi pour plusieurs raisons. Premièrement, les productions animales sont de plus en plus menées à bien dans des exploitations d'élevage en espace clos, lesquelles ne mêlent que rarement les espèces. Deuxièmement, les productions animales sont souvent complémentaire des productions végétales et elles sont fréquemment associées à des cultures plutôt qu'à d'autres activités d'élevage dans la plupart des exploitations de rapport. Enfin, la variabilité des rendements est bien plus probable dans le cas des cultures végétales que dans celui de l'élevage. Le risque de maladies des animaux d'élevage constitue probablement une source de pertes graves mais peu fréquentes qu'un écart-type pourrait ne pas décrire de manière satisfaisante, sans compter qu'il est peu probable qu'un coefficient de corrélation permette de tirer quelque enseignement que ce soit si des pertes ne sont que rarement enregistrées, à moins de disposer d'une série chronologique plus longue que celles habituellement observées.

Corrélations entre les prix et les rendements

Cultures végétales

Il s'avère que les corrélations entre les prix et les rendements au niveau des exploitations sont mieux conceptualisées sous la forme d'une relation indirecte plutôt que d'une relation causale. La théorie suggère clairement une corrélation négative entre l'offre globale et le prix global. Cependant, l'agriculture se caractérise généralement par un grand nombre de petits producteurs dont les décisions de production n'auront aucun effet sur le prix global. Cela semble indiquer que les rendements des producteurs et les prix reçus par eux sont statistiquement indépendants. Cette hypothèse est toutefois infirmée par des données empiriques mettant en évidence une corrélation négative (Coble, Heifner et Zuniga, 2000). Cette contradiction peut être surmontée si l'on tient compte de la corrélation entre le rendement des exploitations considérées

individuellement et le rendement global. Les marchés géographiquement ou politiquement isolés devraient probablement présenter de plus fortes corrélations entre les rendements des exploitations considérées individuellement et l'offre globale. Cependant, même à supposer que les marchés soient ouverts à la concurrence, certaines régions productrices de cultures végétales tendent à avoir une position dominante. Compte tenu que certains événements météorologiques tels que la sécheresse ou l'excès d'eau dans le sol sont spatialement corrélés, les producteurs extérieurs aux principales régions de production ont une moindre probabilité d'observer une corrélation négative entre leurs prix et leurs rendements. À l'inverse, les producteurs situés au cœur d'une grande région de production ont une plus grande probabilité de subir des chocs météorologiques ou d'autres chocs sur la production présentant une corrélation spatiale pour un nombre important de producteurs et entraînant dans l'ensemble un ajustement des prix. Une étude de Blank, Carter et MacDonald évalue ainsi plusieurs cultures spéciales produites en Californie. La plupart des cultures étudiées se caractérisent il est vrai par des covariances négatives, mais les amandes et les oranges sont néanmoins celles pour lesquelles cette covariance négative entre les prix et les rendements est la plus forte.

Hazell (p.100) a résumé de la manière suivante ce qu'implique pour les producteurs agricoles une telle corrélation entre les prix et les rendements :

Si les prix et les rendements sont négativement corrélés, les recettes unitaires attendues seront inférieures au prix moyen. Dans ce cas, les exploitants rationnels produiront une moindre quantité du produit que ne le suggéreraient les calculs fondés sur les prix moyens, point souvent négligé par bon nombre d'économistes et de responsables de l'élaboration des politiques. L'inverse sera vrai en cas de corrélation positive. Les exploitants devraient alors produire de plus grandes quantités du produit considéré que ne le suggéreraient les calculs fondés sur les prix moyens. Il convient de noter que ces effets sur l'offre se feront sentir même si les exploitants sont neutres à l'égard du risque. L'effet de corrélation sera amplifié s'ils font preuve d'aversion à l'égard du risque. Sur la base de données issues de séries chronologiques portant sur un large éventail de pays, Scandizzo, Hazell et Anderson (1984) font état d'un certain nombre d'indices qui tendent à montrer que les agriculteurs des économies occidentales industrialisées tiennent effectivement compte des corrélations entre les prix et les rendements mais que tel n'est par contre pas le cas de ceux des pays en développement et des économies centralement planifiées.

Xing et Pietola (2005) ont étudié les stratégies optimales de couverture à terme adoptées par les producteurs finlandais de blé de printemps et ils ont observé une corrélation de -0.36 entre les prix et les rendements. Bielza et Sumpsi (2007) indiquent que les corrélations entre les prix et les rendements se situaient dans une fourchette allant de -0.023 à -0.548 pour ce qui est de la production d'huile d'olive en Espagne. Fleege, Richards, Manfredo et Sanders (2004) se sont intéressés à l'utilisation des dérivés météorologiques dans le cas des cultures spéciales de l'Ouest des États-Unis. Ils font état d'estimations des coefficients de corrélation de Pearson entre les prix et les rendements de -0.70 pour les nectarines, -0.032 pour les raisins destinés à la production de raisins secs, et -0.39 pour les amandes. Weisensel et Schoney (1989) n'ont constaté aucune corrélation entre les rendements et les prix du blé dans la province du Saskatchewan au Canada, mais les rendements et les prix des lentilles sont inversement corrélés et présentent un coefficient de corrélation égal à -0.30. Hart, Hayes et Babcock (2006) indiquent que les coefficients de corrélation entre les prix et les rendements s'élèvent à -0.51 pour le maïs et -0.12 pour le soja dans le cas d'une exploitation de l'Iowa.

Le tableau 4.9 offre une vue d'ensemble des coefficients de corrélation entre les prix et les rendements tels qu'en font état diverses études. Les plus fortes corrélations négatives tendent à caractériser les principales régions de production, telles que le centre des États-Unis, ainsi que des marchés plus circonscrits, comme tel est par exemple le cas pour certaines cultures spéciales. Beaucoup de grands produits de base dont la production est très dispersée tendent à présenter des corrélations proches de zéro.

Tableau 4.9. Vue d'ensemble des estimations des coefficients de corrélation entre les prix et les rendements d'après diverses études

Étude	Niveau	Années	Localisation	Maïs	Soja	Coton	Blé	Autre
Bielza et Sumpsi (2007)	Exploitation	1991-1998	Huile d'olive en Espagne					-0.023 à -0.548
Coble et Dismukes (2008)	Exploitation simulée	1975-2004	États-Unis					
			Géorgie	-0.018	0.111	0.013	0.067	
			Illinois	-0.500	-0.461	.	-0.043	
			Iowa	-0.407	-0.394	.	.	
			Kansas	-0.280	-0.358	.	-0.279	
			Minnesota	-0.296	-0.271	.	-0.367	
			Mississippi	-0.036	-0.110	-0.155	.	
			Caroline du Nord	-0.091	-0.338	-0.302	0.207	
			Dakota du Nord	-0.223	-0.337	.	-0.428	
			Ohio	-0.400	-0.397	.	-0.147	
Pennsylvanie	-0.435	.	.	0.314				
Texas	0.048	0.161	-0.096	-0.336				
Hart, Hayes et Babcock (2006)	Exploitation simulée	1980-2001	États-Unis, Iowa	-0.51	-0.12			
Fleege, Richards, Manfredo et Sanders (2004)	Exploitation	1980-2001	Cultures spéciales aux États-Unis					-0.70
			Nectarines					-0.032
			Raisins pour la production de raisins secs					-0.39
Weisensel et Schoney (1989)	Exploitation	1970-1980	Canada					
			Blé				0.0	
			Lentilles					-0.30
Xing et Pietola (2005)	Exploitation	1995-2001	Finlande					
			Blé de printemps					-0.36

Élevage

Comme nous l'avons précédemment suggéré, les systèmes modernes d'élevage de volailles, de porcs et de bovins laitiers en espace clos présentent un risque de production considérablement réduit. Les systèmes d'élevage fondés sur une alimentation fourragère demeurent plus exposés à l'incertitude météorologique. Les prix sont alors moins sujets à des variations résultant de chocs sur la production mais demeurent exposés aux risques de déplacement de la demande globale du fait par exemple des craintes en matière de sécurité alimentaire nourries par les consommateurs ou encore de chocs commerciaux. Les études existantes n'ont donc pas accordé grande attention aux corrélations entre les prix et les rendements dans un tel environnement.

Revenus agricoles et non agricoles

Nous avons trouvé plusieurs études portant sur les incitations des ménages agricoles à exercer une activité non agricole. Ces études ne font toutefois généralement pas état d'une corrélation avec les sources de revenus agricoles. Intuitivement, les revenus non agricoles sont supposés relativement stables et pour une large part indépendants des revenus agricoles.

Capacité de l'exploitation à s'ajuster au risque

Le fait que les exploitants n'ajustent pas leurs intrants quasi-fixes à mesure que les conditions de marché évoluent est un problème sur lequel se sont penchées de longue date les études relatives à l'économie agricole. La conceptualisation de ce problème est souvent portée au crédit de Johnson (1956). Le problème n'en subsiste pas moins puisque l'agriculture tend de plus en plus à exiger d'importantes dépenses d'investissement (en terres et en matériel). Beaucoup d'études (Vasavada et Chambers, 1986 ; Howard et Shumway, 1988 ; Nelson, Braden et Roh, 1989) ont certes recueilli des éléments mettant en évidence la fixité des actifs, mais leur rapport avec la gestion des risques paraît un peu plus ténu. Boetel, Hoffmann et Liu (2007) ont ainsi trouvé des données dans ce sens dans l'industrie du porc aux États-Unis. Foster et Rausser (1991) soulignent le lien entre la faillite de l'exploitation et le problème de la fixité des actifs et Robison et Brake (1979) examinent ce problème dans le cadre de la théorie du portefeuille. Chavas (1994) rapproche ces études de celles relatives à l'évaluation des options réelles. Enfin, les travaux les plus récents menés dans ce domaine par Musshoff et Hirschauer (2008) parviennent à la conclusion que la fixité des actifs a été un frein au développement de l'agriculture biologique en Allemagne et en Autriche.

Comparaison du risque en agriculture et dans les autres secteurs d'activité

Notre enquête n'a permis de trouver que peu d'études sur les risques encourus par les exploitations agricoles par rapport à ceux supportés par les entreprises non agricoles. Goodwin a examiné les taux de faillite et a constaté que les exploitations agricoles ont une moindre probabilité de faillite que les entreprises opérant dans d'autres secteurs. Les subventions publiques en sont sans doute l'une des raisons. Une précédente étude réalisée par Shepherd et Collins (1982) suggérait une certaine corrélation entre les faillites d'exploitations agricoles et d'entreprises non agricoles. Ils estimaient qu'une augmentation de 1% du taux de faillite dans les autres secteurs d'activité s'accompagnait d'une augmentation de 0.44% du taux de faillite dans l'agriculture au cours de la période 1946-78. Stam et Dixon (2004) étayaient cette affirmation en montrant que les faillites

agricoles se sont souvent produites durant des périodes où un ralentissement général de l'activité économique a touché de nombreux secteurs de l'économie.

Évaluation globale des principaux facteurs influant sur le risque de revenu des exploitations

Importance du risque de quantité et du risque de prix en agriculture

Notre évaluation des études existantes nous amène à conclure que, pour ce qui est des cultures végétales, le risque de prix des produits et le risque de rendement sont les principaux facteurs qui déterminent l'exposition au risque de l'exploitation agricole. C'est ce que semblent indiquer l'intérêt accordé par ces études aux risques de prix et de rendement mais aussi les résultats des enquêtes invitant les producteurs à évaluer ou classer les risques auxquels ils sont confrontés. Nous considérons également que les efforts pour développer l'assurance-récolte et les marchés à terme tendent à montrer que les risques de prix et de rendement constituent des sujets de préoccupation majeurs pour les producteurs de cultures végétales (bien qu'il faille admettre que l'assurance-récolte a été fortement subventionnée et que les taux de souscription demeurent peu élevés dans bon nombre de pays). Le risque de prix des intrants a suscité beaucoup moins d'intérêt. Notre évaluation des prix des engrais et des carburants donne à penser que l'ordre de grandeur du risque de prix des engrais est similaire au coefficient de variation de la plupart des prix et des rendements. Les CV des prix des carburants s'avèrent toutefois relativement élevés. Chose intéressante, cette constatation semble contredire les perceptions des producteurs tout comme l'intérêt porté par les chercheurs aux prix des intrants. Nous avons dans l'idée que ce pourrait être là le résultat de deux facteurs. Premièrement, les carburants et les engrais sont des intrants parmi bien d'autres et la volatilité des coûts de production est modérée par rapport au risque de production et au risque de prix des produits supporté par les producteurs de cultures végétales. Il est souvent possible que les prix des carburants ou des engrais ne se répercutent que partiellement sur la variabilité des résultats nets selon la part des coûts que représentent ces intrants. Deuxièmement, dans bien des cas le risque de prix des intrants ne se fait sentir que durant un temps relativement limité par rapport aux risques de prix et de rendement. Il est fréquent que la plupart des coûts des engrais et des carburants ne soient supportés que pendant quelques mois après le début de la production. À l'inverse, les risques de prix et de rendement ne se dissipent souvent qu'au terme de 6 ou 7 mois dans le cas des cultures végétales et parfois davantage dans celui de l'élevage. Aussi les prix ont-ils alors plus de temps pour s'écarter des prévisions.

Implications des corrélations

Les études récentes ont accordé une attention croissante à la corrélation entre les prix et les rendements et beaucoup d'entre elles ont constaté une corrélation négative entre ces deux variables dans les grandes régions de production ou sur les marchés plus circonscrits. Cela tend à atténuer le risque de chiffre d'affaires mais a également pour effet de compliquer la gestion des risques puisque les risques de prix et de rendement répondent généralement mieux à des outils de gestion des risques différents pour chacun d'eux. Cependant, pour bon nombre de localisations et de produits agricoles de base, les données rétrospectives mettent en évidence que les prix et les rendements sont indépendants.

Les risques de prix et de rendement ont dans une large mesure été atténués en ayant recours à des outils de gestion des risques différents pour chacun d'eux (Coble, Heifner et Zuniga, 2000). Les programmes publics ont ainsi généralement mis en place une assurance multirisque des rendements et les sociétés privées proposent une protection des rendements contre certains risques spécifiques (tels que la grêle ou les gelées). Pour ce qui est des rendements, les pertes sont, du moins jusqu'à un certain point, indépendantes les unes des autres, ce qui constitue une condition indispensable au bon fonctionnement des marchés d'assurance. Un grand nombre de programmes publics différents ont directement ou indirectement assuré un soutien des prix des produits. De plus, les marchés à terme constituent un bon moyen de protection contre le risque de prix en raison du haut degré de corrélation spatiale. Pour les producteurs qui doivent faire face à une corrélation des prix et des rendements, la protection de leur chiffre d'affaires paraît souvent une bonne solution, compte tenu des cas où la protection séparée des prix et des rendements ne permet pas de se prémunir contre certains scénarios générant de faibles volumes de recettes. Nous n'avons toutefois connaissance d'aucun effort significatif du secteur privé pour fournir des outils de gestion du risque de chiffre d'affaires.

Les corrélations positives entre les prix des productions végétales similaires entre elles de même qu'entre les rendements au sein d'une même exploitation tendent à avoir de profonds effets sur la variabilité des recettes d'une exploitation. L'association de productions dont les prix et ou les rendements présentent une moindre corrélation positive permettra une plus grande réduction des risques grâce à leur diversification. Par exemple, l'association de cultures végétales et d'activités d'élevage constitue de longue date une stratégie d'atténuation des risques (Hart, Hayes et Babcock, 2006). Toutefois, l'émergence, par souci de rentabilité, de systèmes de production animale plus vastes et verticalement intégrés s'est traduite pour un grand nombre d'exploitations par une diminution des possibilités de se diversifier de la sorte. Les producteurs agricoles conservent néanmoins la possibilité de se diversifier grâce aux investissements non agricoles et aux marchés de l'emploi dans d'autres secteurs que l'agriculture. Ces stratégies demeurent valables et restent largement utilisées.

Récentes évolutions du risque agricole

Les problèmes qui se profilent à l'horizon et qui paraissent pouvoir modifier le contexte de risque auquel sont confrontés les exploitants sont d'une grande variété. Toutefois, les craintes actuelles au sujet du changement climatique ont déjà suscité un nombre surprenant d'études qui ne tirent cependant guère de conclusions définitives quant à son impact sur le risque de production. Il apparaît que les biotechnologies accroissent les rendements moyens et plusieurs études portent à croire qu'elles ont un effet de réduction des risques. Il est toutefois difficile d'en juger car leur rythme d'adoption et celui des progrès technologiques sont si rapides que nous ne disposons pas de séries chronologiques suffisamment longues pour juger de la situation en des lieux tels que les États-Unis, où le recours aux biotechnologies s'est vite répandu au cours de la dernière décennie. La rapide mise au point de cultures biotechnologiques de seconde et troisième générations constitue en effet un obstacle. La plupart des essais de rendement publics ne couvrent qu'un petit nombre d'années et ne fournissent pas de séries de données sur les rendements suffisamment longues pour permettre des comparaisons des risques de rendement ou un examen du degré de vulnérabilité ou de résistance aux maladies. Beaucoup d'études ont été récemment consacrées à l'acceptation de ces cultures par les consommateurs et elles portent à croire que dans bien des pays ceux-ci ne voient pas les cultures améliorées issues des biotechnologies d'un aussi bon œil qu'aux

États-Unis (Lusk *et al.*, 2004), mais elles ne fournissent semble-t-il que peu d'informations sur les risques environnementaux.

Le secteur de l'élevage n'est pas exposé au même risque de production que celui des cultures végétales. Un recours accru aux systèmes de production animale en espace clos paraît en effet avoir spectaculairement réduit l'ampleur de ce risque dans le secteur de l'élevage. Il convient de noter que de nombreux producteurs continuent à mettre en œuvre des modes de production moins intensifs tels que la production de bovins de boucherie à l'herbe, qui demeure exposée à des risques météorologiques non négligeables. Il apparaît que le risque de prix des produits demeure le principal sujet de préoccupation pour les éleveurs. D'une faible probabilité mais aux conséquences catastrophiques, les épizooties constituent également un facteur de risque majeur. De plus en plus, ces événements peuvent non seulement affecter la production mais aussi provoquer des déplacements catastrophiques de la demande. Pour finir, dans de nombreux systèmes de production animale, le risque de prix encouru par le secteur des cultures végétales se traduit par un risque de prix des intrants pour le secteur de l'élevage.

Causes de variabilité en agriculture

Principales causes sous-jacentes du risque

Cultures végétales

Le risque de rendement des cultures est causé par de nombreux facteurs naturels. Bien que les principales causes de perte de rendement soient variables selon les espèces végétales, certaines sont communes à beaucoup d'entre elles. Au nombre figurent notamment la sécheresse, l'excès d'eau dans le sol, les maladies, les ravageurs, la grêle, le gel et les inondations. En règle générale, les risques météorologiques sont également variables selon les régions géographiques du fait de leurs différences de profil climatique. Pour bon nombre de cultures, certaines zones productrices offrent des conditions météorologiques presque idéales alors que dans d'autres les incitations économiques (dont celles fournies par les programmes publics) encouragent une production à la marge extensive pour la culture considérée.

Météorologie

La météorologie est généralement considérée comme étant à l'origine d'une grande partie du risque de rendement des cultures dans le secteur des productions végétales. Le nombre d'études portant sur les principales sources de risque météorologique a connu ces dernières années une spectaculaire augmentation, beaucoup d'entre elles ayant été consacrées aux différents types de dérivés météorologiques. Étant donné qu'un dérivé météorologique doit être fortement corrélé à la perte de rendement pour constituer un bon outil de gestion des risques, ces études ont généralement passé en revue les divers risques météorologiques de manière à identifier les plus importants. Salk *et al.* (2007) indiquent ainsi que de 20 à 30% du PIB du territoire français sont affectés par les risques météorologiques. Ils signalent par ailleurs que les gelées et la grêle constituent d'après les viticulteurs français les menaces météorologiques les plus sérieuses.

Cafiero *et al.* (2007a) constatent que les températures (minimale, moyenne et maximale), le degré d'humidité et les précipitations expliquent plus de 86% des variations du rendement des vignes et du blé dans la région de Toscane en Italie. Richards, Manfredo et Sanders (2004), Turvey (2001), ainsi que van Asseldonk et Oude Lansink

(2003) se sont tous principalement intéressés aux risques liés aux températures. D'autres, tels que Martin, Barnett et Coble (2001), ont essentiellement étudié le rôle des précipitations en tant que source de risque météorologique pour la culture du coton aux États-Unis. D'autres encore ont centré leur attention sur le risque de précipitations, à l'instar de Musshoff, Odening et Xu (2006) pour ce qui est de l'agriculture allemande, ou avant eux Stoppa et Hess (2003) dans le cadre de leur étude des dérivés météorologiques pour le Maroc, ou encore comme Breustedt, Bokusheva et Heidelbach (2007) au Kazakhstan.

D'autres modèles tels que celui de Vedenov et Barnett (2004) pour les régions du sud et du centre des États-Unis, celui de Xu, Odening et Musshoff (2006) pour l'Allemagne, ou encore celui de Tannura *et al.* (2008) pour l'Illinois créent des indices prenant tout à la fois en compte les températures et les précipitations du fait que les tests de signification statistique montrent que ces facteurs déterminent le risque de rendement.

Le programme fédéral d'assurance-récolte mis en œuvre aux États-Unis indique quelle a été la cause des pertes pour chacune des polices d'assurance ayant donné lieu à une indemnisation. L'analyse de ces données sur une longue période (1980-2001) révèle les principales causes de risque de rendement pour les grandes cultures aux États-Unis. La sécheresse, l'excès d'eau dans le sol et la grêle sont ainsi les principales causes de risque de rendement pour les grandes cultures de plein champ – maïs, coton, soja et blé. L'excès d'eau dans le sol et le gel sont les principales sources de risque de rendement pour les betteraves sucrières. L'excès d'eau dans le sol, une chaleur excessive, la sécheresse et le gel sont les principales sources de risque de rendement pour les pommes de terre. La sécheresse, l'excès d'eau dans le sol, le gel, les ouragans et une chaleur excessive sont des causes importantes de risque de rendement pour les tomates et les autres légumes. Le gel est la principale source de risque de rendement pour les agrumes. Pour les autres fruits d'arbres et de plantes sarmenteuses, tels que les pommes, les raisins, les poires, les pêches, les nectarines et les cerises, les principales sources de risque de rendement sont les gelées, le gel, la grêle et l'excès d'eau dans le sol.

Les intrants de production et les stratégies de gestion qui leur sont associées peuvent être utilisés pour atténuer bon nombre de ces sources de risque de rendement. L'irrigation peut réduire les effets de la sécheresse. Pour certaines cultures, le labourage des champs peut réduire l'impact de l'excès d'eau dans le sol. L'application de fongicides et de pesticides peut souvent permettre dans une certaine mesure de lutter contre les maladies et les ravageurs. Les cultures génétiquement modifiées réduisent le risque de rendement associé à certains insectes ravageurs. Certaines cultures génétiquement modifiées ciblent les ravageurs qui se nourrissent des racines de la plante. Il en résulte un système racinaire plus fort et plus développé qui rend la plante plus résistante à la sécheresse. Les stratégies d'atténuation efficaces sont plus rares dans le cas des autres risques (tels que la grêle).

Autres catastrophes et maladies

Oerke et Dehne (2004) présentent des estimations des pertes de récoltes pour le blé, le riz, le maïs, l'orge, les pommes de terre, le soja, la betterave sucrière et le coton au cours de la période 1996–1998 à une échelle régionale pour 17 régions. Les pertes effectives de récoltes étaient estimées à 26–30% pour la betterave sucrière, l'orge, le soja, le blé et le coton, et à 35%, 39% et 40% pour le maïs, les pommes de terre et le riz, respectivement. Ces auteurs indiquent par ailleurs que les plantes adventices constituaient la principale source de pertes (32%) mais qu'elles permettent également de les atténuer avec une assez grande efficacité. Les parasites et agents pathogènes des animaux ont des effets moins

importants (18% et 15% de pertes, respectivement). Ces auteurs signalent pour finir que, bien que les virus causent dans certaines zones de graves problèmes affectant les pommes de terre et les betteraves sucrières, les pertes mondiales qui leur sont imputables ne représentaient en moyenne que de 6 à 7% de la production pour ces cultures et moins de 1 à 3% pour les autres.

Prix des productions végétales

Chocs du côté de l'offre sur les marchés d'intrants

Les études en nombre relativement restreint qui se sont intéressées aux chocs sur les prix sur les marchés d'intrants sont presque exclusivement axées sur les prix des carburants et des engrais. Nous avons donné ci-haut des indications sur l'ampleur de la variabilité des prix de ces intrants. Si ces deux intrants sont considérés comme des sources de risque non négligeables, cela tient en partie au fait que l'un comme l'autre tendent à constituer des éléments relativement importants du coût des intrants et que les carburants ainsi que bon nombre des principaux composants des engrais sont eux-mêmes des produits de base et sont soumis à des forces de marché similaires à celles qui agissent sur les prix des productions végétales. Qui plus est, les prix des engrais azotés et ceux des carburants sont étroitement liés, ce qui est indirectement dû au fait que l'azote ammoniacal est souvent produit à partir de gaz naturel dont les prix enregistrent également des évolutions parallèles à celles des cours du pétrole brut. Groover (2005) fait état d'un coefficient de corrélation de 0.79 entre les prix du gaz naturel et ceux des engrais azotés.

Les coûts des carburants ont bénéficié d'une grande attention ces derniers temps du fait des hausses des prix du gaz et du diesel. Intuitivement, il apparaît que les prix de ces intrants ne varient pas en fonction des cultures produites et ils peuvent aisément avoir un impact sur toutes les productions de l'exploitation simultanément. Qui plus est, les pays de l'OCDE ont souvent recours aux importations pour satisfaire une part importante de leurs besoins en carburant, aussi les chocs sur les taux de change et l'envolée de la demande mondiale de carburant émanant de l'agriculture et plus important encore d'autres secteurs d'activité peuvent-ils provoquer des fluctuations des coûts des carburants agricoles.

Chocs du côté de la demande sur les marchés des productions végétales

Le risque de prix pour un produit de base et une région spécifiques est déterminé par divers facteurs. Deaton et Laroque (1992) ont publié une étude novatrice sur le fonctionnement des marchés de produits de base stockables dans l'hypothèse d'anticipations rationnelles. Auparavant, les modèles supposaient généralement une forme rétrospective en toile d'araignée ou à retards échelonnés. Sur les marchés de ce type, la décision d'avoir recours au stockage est de nature endogène et a une incidence fondamentale sur la variabilité des prix de bon nombre de produits agricoles de base.

Goodwin et Sheffrin (1982) ont été les premiers à tester l'hypothèse des anticipations rationnelles sur un marché agricole, et ils sont parvenus à la conclusion que les modèles du comportement des producteurs qui s'appuient sur les anticipations rationnelles donnent de meilleurs résultats que ceux fondés sur les anticipations adaptatives. Shonkwiler et Maddala (1985) ont élaboré quant à eux un modèle détaillé en vue de tenir compte des anticipations rationnelles dans l'estimation des systèmes d'offre et de

demande eu égard aux mesures spécifiques de soutien des prix du maïs mises en œuvre aux États-Unis. Holt et Johnson (1989) se prononcent également en faveur des modèles d'anticipations rationnelles. Ces évolutions ne sont pas sans conséquences sur l'analyse des risques puisqu'elles impliquent que les distributions des probabilités subjectives en matière de prix et de rendements déterminent les points d'équilibre des marchés.

Dans ces modèles, l'offre est généralement formée des stocks connus et de la production prévue alors que la demande est souvent décomposée en différentes catégories en fonction des diverses sources dont elle émane. La demande exprimée sur les marchés des céréales peut ainsi être décomposée en divers éléments, selon qu'elle est destinée à un usage fourrager, vivrier, ou encore à la production d'éthanol ou à l'exportation. Chacune de ces composantes du marché peut avoir une élasticité différente et exercer des chocs distincts sur les prix du marché. Pour de nombreux marchés de productions végétales, les modèles ont identifié les grandes composantes de la demande indiquées ci-dessous :

- La demande à l'exportation, qui peut être affectée par des baisses de rendements dans d'autres pays producteurs ou par des déplacements de la demande imputables aux chocs qui s'exercent sur les marchés extérieurs du fait des évolutions des préférences des consommateurs ou des politiques mises en œuvre par les pouvoirs publics.
- La demande fourragère, qui dépend du marché des produits de l'élevage, et la demande vivrière, qui peut quant à elle subir le contrecoup d'évolutions soudaines des préférences des consommateurs. Les craintes en matière de sécurité alimentaire exercent ainsi bien souvent des chocs négatifs du côté de la demande sur ces marchés.
- Sur certains marchés tels que ceux du maïs, la production de biocarburants est à l'origine d'une nouvelle composante tout à fait remarquable de la demande.

Les cultures moins aptes au stockage, telles que les fruits et légumes, tendent à se caractériser par un mode de fonctionnement des marchés légèrement différent par rapport aux grands produits de base stockables. Elles ont en effet en tout premier lieu une moindre probabilité de pouvoir être stockées, si ce n'est sous une forme transformée. Le risque de prix ne peut que s'en trouver accru puisqu'un arbitrage temporel ne peut être envisagé (Henneberry *et al.*, 1999 ; You, Epperson et Huang, 1996). Les cultures destinées au marché du frais tendent par ailleurs à avoir une plus grande valeur que celles utilisées pour la transformation, mais l'offre et la demande peuvent souvent être d'une nature extrêmement saisonnière. Le marché des fruits et légumes tend en outre à être segmenté en fonction des différences de qualité. Ces produits se distinguent en outre de ceux de base par le fait que leurs marchés sont souvent géographiquement compartimentés, d'où de moindres possibilités de procéder à un arbitrage spatial qui aurait également permis de réduire la variabilité des prix.

Élevage

Hall *et al.* (2003) ont mené une enquête auprès des producteurs de bovins de boucherie au Texas et au Nebraska au sujet de leurs perceptions concernant les sources de risque. Les personnes interrogées étaient invitées à évaluer ces sources de risque en leur attribuant une note de un à cinq (cinq correspondant au risque maximal) « en fonction de la probabilité qu'elles aient une incidence négative sur les revenus de [leur] élevage ou de [leur] exploitation ». Une grave sécheresse (note moyenne de 4.4) et la variabilité du prix des bêtes (note moyenne de 4.3) constituaient à leurs dires les plus importantes sources de

risque. Venait ensuite un second groupe de risques dont les notes étaient proches les unes des autres (et se situaient entre 3.0 et 2.5) et qui se composent selon un ordre d'importance décroissante les éléments suivants : une variation des prix des intrants autres que les produits d'alimentation animale ; les évolutions des programmes environnementaux publics ; un froid extrême ; les évolutions des programmes agricoles publics ; la variabilité des prix du foin ; et enfin les maladies.

Patrick *et al.* (2007) ont posé la question des sources de risque aux producteurs de porcs de l'Indiana et du Nebraska. Dans cette étude, les producteurs attribuaient au risque de prix la note maximale sur une échelle de un à cinq. Derrière le risque de prix venaient ensuite le risque environnemental et le risque de maladie. Les producteurs indépendants (c'est-à-dire ceux dont la production n'était pas vouée à être livrée à un intégrateur en vertu d'un contrat à terme) avaient toutefois une bien plus grande probabilité d'attribuer une note plus élevée au risque de maladie qu'au risque environnemental. Cette étude met également en évidence que les producteurs sous contrat et les producteurs indépendants ne sont pas confrontés au même environnement de risque. Les producteurs indépendants étaient en effet nettement plus préoccupés par les coûts des intrants et par l'accès aux marchés que ne l'étaient les producteurs sous contrat.

Maladies

Il n'est pas inintéressant de noter que les personnes ayant répondu à l'enquête n'ont pas cité les maladies parmi les plus importantes sources de risque. La prudence est toutefois de mise lors de l'interprétation de cette constatation. Les épizooties ne causent généralement pas de pertes de production de grande ampleur dans les pays de l'OCDE – bien que les pouvoirs publics imposent parfois des mesures de dépopulation pour lutter contre des maladies hautement contagieuses des animaux d'élevage. Les maladies des animaux d'élevage entraînent par contre le plus souvent une baisse des prix du marché (Shaik *et al.*, 2006). Après une flambée d'une maladie hautement contagieuse des animaux d'élevage, la demande à l'exportation s'effondre bien souvent du fait que les partenaires commerciaux prennent des mesures de restriction des importations afin de protéger leur cheptel national. Selon que la maladie est ou non transmissible à l'homme, la consommation intérieure peut également connaître une baisse sensible. Tous les producteurs nationaux sont par conséquent touchés par les flambées de maladie contagieuse – et non uniquement ceux dont les animaux sont infectés. À titre d'exemple, prenons le cas de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) détectée en décembre 2003 aux États-Unis. La maladie n'avait été constatée que dans un seul troupeau de bovins, de sorte que les pertes de production imputables à la dépopulation ont été minimales. Cependant, la chute des prix des bovins qui s'en est suivie a coûté aux producteurs de bovins des États-Unis un montant estimé à un demi-milliard de dollars sous la forme d'une baisse des prix du marché, et ce rien que pour le premier trimestre de 2004 (Gramig *et al.*, 2006). Lorsqu'un événement de ce type se produit, les baisses de prix du marché se poursuivent jusqu'à ce que les producteurs soient capables de rétablir la confiance des partenaires commerciaux et des consommateurs nationaux.

Contrairement à ce qui se produit pour ce qui est des grands risques auxquels sont confrontées les cultures végétales, tels que la sécheresse, l'excès d'eau dans le sol, ou encore la grêle, un bon mode de gestion peut avoir des effets considérables sur le risque de maladie des animaux d'élevage. Plus particulièrement, dans le cas des systèmes d'élevage en espace clos l'application des meilleures pratiques de gestion sanitaire peut réduire la fréquence et la gravité de nombreuses maladies contagieuses des animaux.

Aussi Gramig *et al.* (2006) considèrent-ils le statut indemne de maladie d'un pays comme une ressource collective non exclusive. Tous les producteurs tirent en effet parti du statut indemne de maladie mais la sauvegarde de cette ressource collective dépend de manière cruciale des pratiques sanitaires mises en œuvre par chacun des éleveurs.

Risques météorologiques

L'élevage en espace clos se caractérise par une exposition aux risques météorologiques très différente de celle qu'impliquent les modes de production agricole fondés sur le pâturage. Les exploitations d'élevage de vaches laitières, de porcs et de volailles en espace clos ne sont généralement pas exposées à bon nombre de risques tels que la sécheresse de la même manière que celles pratiquant le pâturage. Les températures et les précipitations extrêmes peuvent néanmoins constituer des sources de risque pour ces exploitations. Deng *et al.* (2007) ont ainsi examiné les effets du recours aux produits dérivés pour atténuer le risque d'une baisse de la production de lait du fait de fortes températures. Pour les animaux de boucherie, les taux de croissance diminuent en cas de froid ou de chaleur extrêmes. Les exploitations d'élevage en espace clos réduisent en règle générale le niveau de ces températures extrêmes, mais doivent parfois supporter pour ce faire un coût non négligeable comme tel est par exemple le cas lorsqu'il s'agit de réfrigérer les installations d'élevage de volailles.

Dans le cadre d'une agriculture moins intensive reposant sur le pâturage, les risques météorologiques peuvent se traduire par d'importantes diminutions des quantités de fourrage disponibles. La sécheresse peut notamment être la cause de taux de gain réduits, voire même exiger dans les cas extrêmes l'abattage des troupeaux (Stockton et Wilson, 2007). Une analyse des valeurs de l'indice de gravité de la sécheresse de Palmer depuis 1895 jusqu'à 1995 montre que la majeure partie de l'Ouest des États-Unis a été touchée par une sécheresse d'une intensité allant de grave à extrême durant plus de 10% de cette période, voire même plus de 15% pour une bonne partie de la région en question (Wilhite, 1997).

Prix des produits de l'élevage

Chocs du côté de l'offre sur les marchés d'intrants

Dans le secteur de l'élevage, et plus particulièrement dans les exploitations pratiquant l'engraissement en parc, les produits d'alimentation animale représentent une part importante du coût des intrants. Aussi le risque de prix des produits observé dans les cultures céréalières constitue-t-il pour les éleveurs le principal risque lié aux intrants. Comme nous l'avons vu précédemment, un certain nombre de facteurs peuvent influencer sur le prix des céréales fourragères. Il s'agit notamment des fluctuations de la demande à l'exportation, de la baisse des rendements, ainsi que des variations des superficies cultivées. Par ailleurs, la décision de produire des biocarburants récemment prise par les autorités de plusieurs comtés n'a fait qu'accroître la demande de cultures céréalières et a donc entraîné une hausse des prix des fourrages nécessaires au secteur de l'élevage. Les chocs sur les prix des carburants et des engrais influent de même sur la rentabilité des modes d'élevage fondés sur le pâturage, tout comme c'était déjà le cas pour les cultures végétales.

Chocs du côté de la demande sur les marchés de produits

Le risque de prix des produits de l'élevage présente plusieurs caractéristiques similaires à celles du risque de prix des productions végétales. Il s'agit en premier lieu d'une absence générale de différenciation des produits qui amène les produits à base de viande bovine, porcine, ovine ou de volailles à se comporter comme des produits de base. Cependant, une caractéristique saillante de bon nombre de processus de production animale tient à l'existence de considérables délais biologiques (Rucker *et al.*, 1984). Aradhyula et Holt (1990) tout comme Chavas, Kliebenstein et Crenshaw (1985) se sont intéressés au système moderne d'élevage en espace clos qui n'a certes pas éliminé les délais biologiques mais a néanmoins créé un flux de production dynamique. Comme dans le cas des cultures végétales, des chocs commerciaux peuvent se produire du fait des évolutions des marchés d'exportation et des mesures d'encadrement des échanges.

Certains des chocs du côté de la demande qui ont été les plus étudiés sont liés aux craintes sanitaires. Nous examinons les résultats de différents événements survenus dans divers pays. Lloyd *et al.* (2001) ont constaté que la consommation de bœuf a temporairement diminué de 40% au Royaume-Uni et dans certains autres pays européens. Cependant, les prix du bœuf au niveau du détaillant, du grossiste et du producteur ont respectivement enregistré au Royaume-Uni une diminution à long terme de 1.7, 2.25 et 3.0 pence par kilo après que le gouvernement britannique a annoncé en 1996 qu'il pourrait exister un lien entre l'ESB et la maladie de Creutzfeldt–Jacob. Sur la base d'un système de demande dynamique presque idéale, Burton et Young (1996) ont observé que l'ESB a eu d'importants effets négatifs sur la demande intérieure de bœuf britannique. Leeming et Turner (2004) ont constaté que la crise de l'ESB a eu une incidence négative sur le prix du bœuf mais positive sur celui de l'agneau au Royaume-Uni.

Comme cela a été précédemment mentionné, Gramig *et al.* (2006) ont constaté que la découverte de l'ESB aux États-Unis en 2003 a coûté aux producteurs de bovins de ce pays près de un-demi milliard de dollars sous la forme d'une baisse des prix du marché au cours du premier trimestre 2004. Pritchett, Thilmany et Johnson (2005) font valoir que la découverte de l'ESB aux États-Unis en 2003 a entraîné un recul de 14% du prix de la viande de bœuf de choix en caissettes et de 20% de celui des bovins finis entre le 22 décembre 2003 et le 8 janvier 2004. Saghalian (2007) a observé que le même événement avait causé une baisse de 6% des prix de détail, une diminution de 16% des prix de gros et une chute de 21% des prix au parc d'engraissement. Schlenker et Villas-Boas (2006) ont relevé que les prix à terme des bovins et ceux de la viande de bœuf à l'épicerie ont subi des baisses de prix comparables à la suite du cas d'ESB découvert aux États-Unis en 2003. À l'inverse, Piggot et Marsh (2004) ont remarqué que les informations sur la sécurité alimentaire n'exercent qu'un impact minime sur la demande de viande aux États-Unis, vu à quelle vitesse les effets s'en dissipent. Dans une autre étude portant sur les prix à terme des porcs et des bovins sur pied, Lusk et Schroeder (2002) constatent que les rappels de viande de bœuf et de porc tendent à se raréfier rapidement avant de totalement disparaître.

Peterson et Chen (2005) constatent que la découverte de l'ESB au Japon en septembre 2001 a entraîné une mutation structurelle du marché japonais de la viande dès le mois de septembre, puis une période de transition de deux mois. McCluskey *et al.* (2005) ont relevé que la consommation de bœuf produit dans le pays ou importé a enregistré au Japon une chute spectaculaire de 70% en novembre 2001, deux mois après la découverte de l'ESB au Japon.

Dans une analyse récente des données relatives à la Corée, Park, Jin et Bessler (2008) sont parvenus à la conclusion que l'épidémie de fièvre aphteuse enregistrée en 2000 dans le pays a induit une mutation structurelle du système de prix des viandes en Corée à l'échelle nationale. Ils ont par contre constaté que la découverte de la grippe aviaire au sein du pays et celle de l'ESB aux États-Unis en 2003 n'a eu aucun effet structurel important sur le marché de la viande. Ils en arrivent par la suite à conclure que les épizooties ont exercé des chocs temporaires sur les prix mais que les effets négatifs de l'épidémie de fièvre aphteuse de 2000 se sont dissipés et ont été partiellement redressés en un délai de six mois, et il en a été de même dans un délai de 13 mois après les cas de grippe aviaire et d'ESB. Des effets plus durables ont toutefois été observés sur les prix de la viande de porc fermier à la suite de l'épidémie de fièvre aphteuse de 2000.

L'étude de Niemie et Lehtonen (2008) est l'une des plus récentes à avoir examiné le risque de prix associé à une flambée épidémique. Cette étude examinait le cas des producteurs de porcs finlandais. Les résultats auxquels elle parvient portent à croire que les pertes supportées par les producteurs de porc peuvent considérablement s'accroître dès lors que le risque d'une interdiction prolongée des exportations augmente. Les consommateurs pourraient tirer certains avantages d'une telle interdiction, puisque les possibilités d'ajustement de l'offre sont à court terme limitées.

Nouveaux sujets de préoccupation

Biotechnologies

Les rendements de bon nombre de cultures de plein champ ont rapidement augmenté. Cependant, les facteurs à l'origine de cette évolution ont été variables. Au nombre des facteurs causaux figurent la mise au point de semences hybrides pour des cultures telles que le maïs, mais aussi de meilleurs équipements et de nouveaux herbicides chimiques, pour n'en citer que quelques-uns. L'incidence des progrès biotechnologiques sur la distribution des rendements des cultures a suscité un important intérêt ces dernières années. Bien qu'une grande partie de ces études aient essentiellement porté sur les rendements moyens, certaines d'entre elles ont également examiné quelles en sont les conséquences sur la variabilité des rendements.

Kim et Chavas (2003) ont étudié les liens entre progrès technologique et risque de production à partir des données relatives aux parcelles d'une station de culture expérimentale du maïs au Wisconsin. Les résultats empiriques indiquent que le progrès technologique contribue à réduire le risque en aval dans la production de maïs, bien que cet effet soit variable selon les endroits.

Carew et Smith (2006) ont analysé les rendements du colza canola au Canada en s'appuyant sur une fonction de production de Just-Pope. Ils ont observé une hétéroscédasticité (c'est-à-dire une variabilité croissante au fil du temps) des données relatives aux rendements. Ils ont également constaté que les variétés hybrides et celles résistantes aux herbicides ont enregistré une augmentation dans le temps des rendements moyens mais ne se caractérisent pas par une plus grande variabilité des rendements. Dans une étude similaire, Hurley, Mitchell et Rice (2004) ont examiné le maïs Bt aux États-Unis et sont parvenus à la conclusion qu'il peut avoir un léger effet d'augmentation ou de diminution du risque et qu'il peut tout aussi bien entraîner une extension qu'une contraction des superficies consacrées à la culture du maïs. Par ailleurs, en fonction des prix, le maïs Bt pourrait offrir aux exploitants un certain avantage en termes de risques, même lorsque le maïs Bt a pour effet d'accroître le risque.

Crost et Shankar (2008) ont étudié l'adoption du coton Bt en Inde et en Afrique du Sud. Chose intéressante, ils notent que les données mettent en évidence un biais d'adoption puisqu'elles suggèrent que les agriculteurs les plus performants ont adopté très tôt cette technologie. Après avoir tenu compte de cet effet, ils constatent que la technologie Bt réduit les risques en Inde mais pas en Afrique du Sud.

Snow *et al.* relèvent les effets positifs potentiels des OGM sur la production dans les pays développés et ceux en développement. Ils identifient toutefois cinq grands risques environnementaux : (1) la création de ravageurs et de pathogènes nouveaux ou plus vigoureux ; (2) l'exacerbation des effets des ravageurs déjà existants du fait de leur hybridation avec des organismes transgéniques similaires ; (3) la possibilité d'infliger des dommages à d'autres espèces que celles visées, tels les organismes terricoles ainsi que les insectes, oiseaux et autres animaux ne constituant pas des ennemis des cultures ; (4) la perturbation des communautés biotiques, y compris les agroécosystèmes ; et (5) une perte ou des évolutions irréparables dans la diversité des espèces ou dans la diversité génétique au sein même des espèces.

Aslaksen, Natvig et Nordal (2006) font valoir que les OGM exigent de nouvelles approches d'évaluation du risque, de gestion du risque et de communication en matière de risque. Ils préconisent en particulier l'application du principe de précaution aux risques liés aux OGM. Ils envisagent en outre un recours à l'analyse bayésienne dans le contexte d'une amélioration de la base informationnelle pour la prise de décisions en situation d'incertitude. Ils font valoir qu'une analyse du risque à plus courte vue pourrait induire gravement en erreur concernant les conséquences économiques des incertitudes environnementales.

Clapp (2008) étudie la responsabilité juridique directe des producteurs à la suite d'un certain nombre de cas de dissémination « accidentelle » ou « involontaire » d'organismes génétiquement modifiés (OGM) non approuvés pour la consommation humaine, ni pour la plantation à des fins commerciales. Clapp a noté que l'industrie des intrants agricoles a mis en place un système d'élaboration de rapports sur la responsabilité sociale des entreprises et que certains de ses membres ont adhéré au Pacte mondial des Nations Unies. Elle précise toutefois par la suite que ces mesures n'ont eu qu'une faible efficacité et qu'une réglementation externe imposée par les pouvoirs publics et définissant les responsabilités des entreprises aurait une plus grande probabilité d'éviter les disséminations illicites.

Changement climatique

La question du changement climatique a suscité un intérêt considérable en des délais relativement brefs. Nous avons trouvé plusieurs études qui se sont penchées sur le changement climatique mais le manque de données rétrospectives aussi bien qu'expérimentales les a amenées à privilégier le recours aux techniques de simulation et autres méthodes de modélisation.

Van Asseledonk et Langeveld (2007) ont examiné l'impact potentiel du changement climatique sur la production de cultures végétales aux Pays-Bas en appliquant une approche fondée sur l'analyse de l'ensemble du portefeuille d'activités de l'exploitation. Ils ont procédé à des projections des distributions des rendements des cultures conjointes à l'aide de modèles de croissance des végétaux, de telle sorte que les effets des conditions météorologiques résultant des projections puissent être comparés aux données rétrospectives. Les résultats obtenus pour une exploitation représentative des Pays-Bas produisant des pommes de terre, des betteraves sucrières et du blé d'hiver mettent en

évidence que du fait de conditions climatiques plus favorables, les rendements des cultures et en dernière analyse les revenus de l'exploitation devraient enregistrer une augmentation d'après les projections, même à supposer que le risque de mauvaises performances d'une culture particulière s'accroisse du fait de conditions météorologiques extrêmes. Le risque accru de mauvaises récoltes et de pertes de revenus du fait du changement climatique n'a pas été confirmé. Les auteurs suggèrent que c'est en partie dû au fait que de faibles rendements ont souvent des effets positifs sur les revenus agricoles en raison de la hausse des prix des cultures dans les situations de pénurie relative des produits de base.

Quiggin et Horowitz (2003) avancent que les coûts du changement climatique prennent principalement la forme de coûts d'ajustement. Ils parviennent à la conclusion que le changement climatique réduira le bien-être s'il se produit à un rythme plus rapide que celui qui permettrait un ajustement naturel des stocks de capital (définis au sens large de manière à inclure les stocks de ressources naturelles) au travers des mécanismes du marché. Ils notent que les coûts du changement climatique pourraient être importants, même si les terres sont proches de leur optimum climatique ou qu'elles sont également distribuées au-dessus et en-dessous de cet optimum.

Fuhrer *et al.* (2006) font état d'une étude sur les impacts des risques climatiques sur l'agriculture et les forêts en Suisse. Leurs modèles prévoient une augmentation de la fréquence des fortes précipitations durant l'hiver, d'où un risque accru d'inondations à grande échelle et de disparition de la couche superficielle des sols sous l'effet de l'érosion. Ils ont par contre constaté que les obstacles à la pratique de l'agriculture liés à la saturation des sols en eau pourraient être moindres sous un climat plus chaud. Fuhrer *et al.* observent également une augmentation de la fréquence des jours humides durant l'été et un raccourcissement des délais entre deux vagues de chaleur ou deux épisodes de sécheresse.

Torriani *et al.* (2007) ont également examiné l'effet du changement climatique sur les cultures en Suisse. Ils parviennent à la conclusion que le changement climatique devrait influencer sur le niveau moyen comme sur la variabilité des rendements des cultures. Les effets du changement climatique sur le rendement moyen du maïs et du colza canola étaient systématiquement négatifs, mais ils ont constaté un impact positif sur le rendement moyen du blé d'hiver pour des concentrations élevées de CO₂. Les CV des rendements ont augmenté pour le maïs et le colza canola, mais ont diminué pour le blé.

Xiong *et al.* (2007) se sont appuyés sur le modèle climatique régional PRECIS pour évaluer la production potentielle de maïs en Chine eu égard à divers scénarios de changement climatique. Sans l'effet de fertilisation par le CO₂, la production chinoise de maïs devrait subir d'après les prévisions un impact négatif dans la plupart des scénarios, les plus grandes baisses de production étant observées dans les zones où se trouvent aujourd'hui situées les plus importantes superficies de maïs. Si l'effet de fertilisation par le CO₂ est pris en compte, la production devait connaître d'après les prévisions une augmentation dans le cas du maïs pluvial mais une diminution dans celui du maïs irrigué.

Howden *et al.* (2007) ont examiné les adaptations de l'agriculture au changement climatique. Ils notent que de nombreuses possibilités d'adaptation pourraient permettre d'apporter de légères modifications aux systèmes agricoles en place et que ce ne sont souvent que des variantes des techniques de gestion des risques déjà existantes. Ils parviennent toutefois par la suite à la conclusion que l'efficacité de ces stratégies s'avèrerait limitée en cas de changements climatiques plus marqués.

John, Pannell et Kingwell (2005) ont étudié les effets potentiels du changement climatique sur la rentabilité et sur les systèmes de gestion agricoles en Australie. Ils ont recours à un modèle de programmation linéaire à l'échelle de l'exploitation dans son ensemble associé à une programmation stochastique discrète pour représenter le risque climatique et ils constatent que l'évolution du climat pourrait réduire de 50% ou plus la rentabilité des exploitations situées dans la région étudiée par rapport aux conditions climatiques observées par le passé. Dans leur modèle, il en résulte une baisse des superficies cultivées du fait d'une plus grande probabilité de mauvaises récoltes et d'une moindre probabilité de très bonnes récoltes.

Chang (2002) a modélisé l'impact potentiel du changement climatique sur le secteur agricole à Taiwan. Des modèles de régression de la réponse des rendements ont été utilisés pour étudier les répercussions du changement climatique sur 60 cultures. Les résultats suggèrent que tant le réchauffement du climat que ses variations ont un impact important mais non monotone sur les rendements des cultures. La société dans son ensemble ne souffrirait pas du réchauffement climatique, mais l'étude tire la conclusion qu'un accroissement des précipitations pourrait avoir des effets dévastateurs pour les agriculteurs.

Le tableau 4.10 offre une vue d'ensemble des études sur le changement climatique qui mesurent clairement quelles en seraient les conséquences en termes de variabilité des rendements des cultures. La plupart de ces études s'appuient sur une forme ou une autre de modèles de simulation de la croissance des végétaux. En règle générale, les périodes examinées s'étendent sur au moins les trente années à venir. Les résultats sont assez variables selon les études. Il apparaît que les rendements moyens augmentent dans un plus grand nombre de cas qu'ils ne diminuent, surtout si l'on tient compte de la fertilisation par le CO₂. L'impact du changement climatique sur le risque de rendement paraît bien moins évident au vu du nombre relativement réduit d'études qui fournissent des résultats chiffrés (beaucoup d'entre elles ne prennent en considération que ses effets sur le moment d'ordre un). Qui plus est, ces études ne s'intéressent que rarement à la vitesse du changement climatique, mais la durée des périodes examinées semble toutefois indiquer qu'elles misent sur une intensification graduelle eu égard aux délais impliqués par la plupart des outils de gestion des risques utilisés.

Tableau 4.10. Comparaison des études sur le changement climatique qui examinent la variabilité des cultures

Auteur et date	Pays et cultures examinés	Méthode d'analyse	Période couverte	Effet moyen	Effet de la variabilité
Chang (2002)	Taiwan, 60 cultures	Régression et programmation mathématique	Non précisée	Principalement positif	Principalement négatif
Fingers et Schmidt	Suisse : Maïs Blé			+ +	- -
Fuhrer <i>et al.</i> (2006)	Suisse : Cultures diverses	Simulation	2058-2108	-	-
Harle <i>et al.</i> (2007)	Australie : Laine	Simulation	2030	-	-

Tableau 4.10. Comparaison des études sur le changement climatique qui examinent la variabilité des cultures (*suite*)

Auteur et date	Pays et cultures examinés	Méthode d'analyse	Période couverte	Effet moyen	Effet de la variabilité
Isik et Devadoss (2006)	États-Unis, Idaho :	Fonction de production de Just-Pope	2025-2034		
	Blé			+	-
	Orge			-	-
	Pommes de terre			+	+
	Betteraves sucrières			-	+
Lobell <i>et al.</i> (2006)	États-Unis, Californie :	Simulation	2050	-	+
	Cultures pérennes				
Richter et Semenov (2005)	Angleterre :	Simulation	2020-2050	+	-
	Blé				
Toriani <i>et al.</i> (2007)	Suisse :	Simulation	2071-2100		
	Maïs			-	+
	Colza canola			-	+
	Blé			+	-
Van Asseldonk <i>et al.</i>	Pays-Bas :	2050			
	Pommes de terre		+	+	
	Betteraves sucrières		+	+	
	Blé d'hiver		+	+	
Xiong <i>et al.</i> (2007)	Chine : Maïs	Simulation de la croissance des végétaux		Contrastés (selon les hypothèses concernant le CO ₂)	Aucun

Réforme des politiques

Respect des règles de l'OMC et gestion du risque

Par le passé, les gouvernements des pays de l'OCDE ont eu recours à quatre grands types de mécanismes qu'ils ont diversement associés en vue de fournir des avantages directs aux producteurs de produits agricoles de base. Le premier de ces mécanismes recouvre les mesures de soutien des prix ou des revenus directement liées à la production et aux prix des produits agricoles.⁴ Ces mesures de soutien permettent aux exploitants de bénéficier pour leurs produits de prix effectifs supérieurs à ceux en vigueur sur les marchés. En contrepartie de ces prix effectifs plus élevés, il peut être demandé aux agriculteurs de « geler » (c'est-à-dire de ne pas cultiver) une partie de leurs terres. Le deuxième grand mécanisme est constitué de divers types de mesures de protection aux frontières telles que les contingents d'importation et les droits de douane. Les mesures de protection aux frontières tendent à maintenir des prix intérieurs plus élevés que les cours des marchés mondiaux. Lorsque des programmes de soutien des prix ou des revenus sont mis en œuvre, des mesures de protection aux frontières sont souvent nécessaires pour soutenir les prix sur le marché intérieur et réduire le coût imposé aux pouvoirs publics par lesdits programmes de soutien des prix ou des revenus. Le troisième grand mécanisme consiste à verser aux agriculteurs des paiements de transfert « découplés », c'est-à-dire

qui ne sont liés ni à la production d'aucun produit particulier ni aux prix du marché. Le quatrième mécanisme englobe divers types de paiements en cas de calamités ou de programmes d'assurances agricoles subventionnées indemnisant les exploitants des pertes de production ou de recettes subies.

Ces dernières années, de nombreux pays de l'OCDE ont réorienté leur soutien à l'agriculture, le soutien des prix ou des revenus cédant la place à des paiements découplés. Une tendance générale à la réduction des mesures de protection aux frontières dont bénéficient les produits agricoles de base a par ailleurs pu être observée sous l'effet de divers accords commerciaux bilatéraux. La réduction multilatérale et généralisée des mesures de protection aux frontières dépendra probablement du bon aboutissement des négociations en cours au sein de l'Organisation mondiale du commerce (OMC). Certains pays de l'OCDE ont largement eu recours aux paiements en cas de calamités et aux programmes d'assurances agricoles subventionnées.

La réorientation des mesures de soutien à l'agriculture mises en œuvre dans l'Union européenne et aux États-Unis, dont une part croissante prend la forme de paiements fixes découplés, soulève la question des conséquences d'une telle évolution sous l'angle du risque. Une simple analyse non dynamique du risque donne à penser que l'abandon d'un programme lié aux prix pour le remplacer par un programme non stochastique aurait pour effet de réduire la protection contre le risque offerte aux producteurs. Cela ne tient toutefois pas compte de la possibilité pour les producteurs d'épargner ou d'emprunter d'une période sur l'autre. Les paiements fixes pourraient en effet être utilisés de manière à lisser les revenus si le producteur choisit d'affecter les fonds à un tel emploi.

Il convient également de noter que de nombreux programmes de gestion des risques mis en œuvre par les pouvoirs publics font double emploi avec les outils de gestion des risques proposés par le secteur privé. Les programmes de soutien des prix tels que les programmes de prêts à la commercialisation ou celui d'assurance-recettes aux États-Unis en sont clairement un exemple puisqu'ils concurrencent fortement les instruments privés de gestion des risques tels que les marchés à terme ou les contrats de gré à gré établissant les prix à terme (Coble, Miller, Zuniga et Heifner, 2004).

Chocs macroéconomiques

Dans les pays de l'OCDE, la variabilité des taux de change affecte principalement les agriculteurs au travers de son impact sur les marchés d'exportation et d'importation et donc sur les prix intérieurs (Cho, Sheldon et McCorrison, 2002 ; Pick et Vollrath, 1994 ; Pick, 1990). Les variations des taux d'intérêt réels (taux d'intérêt nominaux diminués du taux d'inflation) influent aussi bien sur les coûts de production (au travers du coût du crédit) que sur la valeur des actifs. Barnett (2000) décrit comment la crise financière dont a été victime le secteur agricole aux États-Unis au début des années 80 a été causée par les grandes réformes de la politique monétaire mises en œuvre en 1979.

Sawada (2007) offre une vue d'ensemble détaillée des effets que les catastrophes naturelles ou anthropiques exercent sur le bien-être des ménages. Parmi les catastrophes examinées figurent les catastrophes naturelles et les ralentissements de l'activité économique de grande ampleur. Chose importante, Sawada évalue les stratégies de gestion des risques *ex ante* et *ex post*. Il établit également une distinction fondamentale entre le risque diversifiable et le risque non diversifiable. Il montre que les mécanismes d'assurance *ex ante* et ceux reposant sur un principe similaire ne seront probablement guère efficaces dans le cas d'événements rares et imprévus. Il souligne pour finir que

l'accès au crédit constitue probablement une condition essentielle pour pouvoir faire face au risque comme en a tout particulièrement attesté la récente crise du crédit de 2008.

Blancard *et al.* (2006) ont relevé des données empiriques tendant à montrer que les agriculteurs français sont confrontés à des problèmes de crédit et d'investissement. Ils parviennent à la conclusion que les agriculteurs qui ne connaissent aucune difficulté financière possèdent de plus grosses exploitations, ont une gestion financière plus saine et font des choix plus productifs. Bessant (2007) affirme que des termes tels que « crise financière » ou d'autres du même type ne sont généralement pas utilisés à bon escient par les dirigeants politiques. Bessant identifie ensuite quatre grands critères qui doivent être réunis pour pouvoir parler de « crise agricole » : 1) difficultés financières des exploitations (faiblesse ou instabilité des revenus, endettement et dépendance croissante à l'égard de revenus non agricoles), 2) mutations structurelles de l'agriculture (échelle croissante, concentration et intégration du secteur), 3) tendance au déclin des populations, des institutions et des services, et 4) facteurs internationaux tels que les fluctuations du marché, les réglementations commerciales et les différends en matière d'échanges.

Shane et Liefert (2000) soutiennent que les taux de change, les revenus des consommateurs et les taux d'intérêt sont les principales variables macroéconomiques susceptibles d'avoir un impact sur les producteurs agricoles. Tous ces facteurs influent en effet sur les échanges agricoles. Toute diminution des revenus des consommateurs entraîne ainsi une diminution de la demande de biens agricoles et les taux d'intérêt ont une incidence sur le coût du crédit pour les consommateurs comme pour les producteurs.

Breustedt et Glauben (2007) s'appuient sur des données régionales pour 110 régions d'Europe occidentale pour montrer que les caractéristiques de l'exploitation et l'action des pouvoirs publics exercent une forte influence sur la probabilité de sortie du secteur agricole. Ils constatent que « les taux de sortie sont supérieurs dans les régions où les exploitations sont plus petites et sont étroitement liés aux structures de production. Les taux de sortie sont plus faibles dans les régions où la pratique de l'agriculture à temps partiel est plus développée, où les subventions atteignent des montants élevés et où les prix relatifs des productions agricoles enregistrent de fortes augmentations. » Ils parviennent à la conclusion que les revenus non agricoles et les interventions de l'État ont eu pour effet de ralentir la réforme structurelle de l'agriculture européenne.

Subservie (2008) analyse l'effet de l'instabilité des cours mondiaux sur l'offre de produits agricoles par les pays en développement et examine dans quelle mesure il est déterminé par des facteurs macroéconomiques. Elle parvient à la conclusion que les producteurs des pays exportateurs de produits agricoles sont particulièrement vulnérables aux fluctuations des cours mondiaux. Chose importante, elle observe que la capacité à faire face à l'instabilité des prix dépend de facteurs macroéconomiques tels que les infrastructures ou l'inflation. L'examen de données de panel couvrant 25 pays de 1961 à 2002 lui permet de constater que l'instabilité des cours mondiaux exerce bien un effet négatif sur l'offre, conformément aux attentes. De surcroît, une forte inflation, la faiblesse des infrastructures et un système financier peu développé sont autant de facteurs macroéconomiques qui contribuent à exacerber ce problème.

Les études sur les réformes des politiques macroéconomiques mises en œuvre par les pouvoirs publics suggèrent qu'elles peuvent également constituer une source majeure de risque pour les producteurs agricoles. Les politiques macroéconomiques influent sur les taux de change, les taux d'intérêt et les taux d'inflation – qui sont autant d'éléments affectant directement de nombreux producteurs agricoles. Nous avons le sentiment que

les études sur ces questions ont été plutôt sporadiques, en fonction du contexte économique du moment.

Chocs dus à une réorientation des politiques publiques et des échanges commerciaux

Bien que diverses politiques publiques puissent être utilisées pour réduire l'exposition au risque des exploitants, la possibilité d'une réorientation des politiques publiques est elle-même une source majeure de risque. Comme cela a été précédemment indiqué, les programmes publics de soutien à l'agriculture connaissent des évolutions au fil du temps. La PAC de l'Union européenne a ainsi été réformée en 1999 et en 2003. La politique agricole des États-Unis est quant à elle réformée tous les 5 ans environ, donnant lieu à l'adoption d'une nouvelle « loi agricole ». De légères modifications leur sont par ailleurs apportées à intervalles encore plus fréquents pour répondre aux constantes évolutions des conditions du marché, aux contraintes budgétaires publiques, ou encore aux négociations commerciales. Une variabilité accrue du degré de prospérité de l'exploitation constitue probablement le plus important impact des modifications des politiques agricoles publiques. Gardner (2001) offre un examen exhaustif des conséquences en termes de risques de telles réformes des politiques agricoles publiques.

À l'évidence, les réformes des politiques agricoles suscitent une variabilité des recettes de l'exploitation. Toutefois, compte tenu que les recettes de l'exploitation (y compris les avantages dont elle bénéficie au titre des programmes publics) sont capitalisées dans la valeur des terres agricoles et autres actifs agricoles spécialisés, ces réformes sont également une cause de variabilité de la valeur des actifs de l'exploitation et donc de son degré de prospérité (Duffy *et al.*, 1994 ; Barnard *et al.*, 1997 ; Beach, Boyd et Uri, 1997, Weersink *et al.*, 1999 ; Oltmer et Florax, 2001 ; Roberts, Kirwan et Hopkins, 2003 ; Shaik, Helmers et Atwood, 2005 ; Lagerkvist, 2005 ; OCDE, 2008).

À l'heure où nous rédigeons ces lignes l'Organisation mondiale du commerce (OMC) est engagée dans un cycle de négociations commerciales sur la réduction des risques agricoles. À supposer qu'il aboutisse à un accord réduisant sensiblement les subventions agricoles, ce cycle de négociations aura assurément un impact sur les producteurs de coton, de sucre, de céréales et d'oléagineux (produits qui bénéficient de la plus grande part de subventions agricoles). Une réduction des subventions n'aurait pas uniquement une incidence sur les recettes agricoles mais aussi sur la valeur des actifs agricoles acquis dans l'attente d'un maintien du soutien public. Cependant, si un accord à l'OMC réduit également les mesures de protection aux frontières mises en œuvre à l'échelle mondiale en faveur des produits agricoles de base, les agriculteurs de bon nombre de pays de l'OCDE bénéficieront d'une augmentation de leurs débouchés à l'exportation. Quoi qu'il en soit, l'incertitude associée aux accords commerciaux représente une autre source importante de risque pour les producteurs agricoles.

Les récents efforts pour substituer les carburants non renouvelables par des carburants renouvelables ont suscité une demande nouvelle et d'ampleur considérable pour le maïs aux États-Unis, la canne à sucre au Brésil et le soja en Europe. Les subventions publiques en faveur de la production de biocarburants ont contribué à une sensible augmentation des prix de certains produits agricoles de base. Les agriculteurs sont actuellement confrontés à une énorme incertitude quant à la probabilité que les prix de ces produits demeurent durablement aussi élevés, compte tenu que les responsables de l'élaboration des politiques tendent aux États-Unis comme en Europe à remettre en cause les subventions publiques en faveur des biocarburants.

Maladies des animaux

Malgré les difficultés d'analyse, il semble que les éleveurs se soucient du risque d'apparition de maladies nouvelles et inconnues jamais signalées auparavant, du moins dans leur région. Le récent émoi suscité par le risque d'une épidémie de grippe aviaire hautement pathogène en est une illustration. L'ordre de grandeur du risque perçu et ses conséquences économiques potentielles sont assez difficiles à évaluer, même pour les professionnels. Beaucoup d'études en la matière tendent à supposer une flambée épidémique. Ekboir (1999) a ainsi estimé que les pertes potentielles entraînées par une hypothétique épidémie de fièvre aphteuse en Californie s'élèveraient à 13.5 milliard de dollars. De même, Schoenbaum et Disney (2003) ont estimé que les variations nettes de la rente du consommateur et du producteur imputables à une hypothétique épidémie de fièvre aphteuse aux États-Unis s'élèveraient à 789.9 millions de dollars par an.

Bon nombre d'études sur le sujet ont essentiellement porté sur le comportement infra-optimal des producteurs compte tenu que bien des maladies se propagent de troupeau à troupeau et que la biosécurité et les efforts de lutte contre la maladie constituent pour les exploitations adjacentes une externalité positive dont la valeur n'est pas estimée. Gramig, Horan et Wolf (2005) examinent les problèmes d'aléa moral que pourraient susciter les éventuelles mesures d'incitation destinées à encourager l'atténuation des risques. Bicknell, Wilen et Howitt (1999), Ott (2006), Shaik *et al.* (2006), mais aussi Hennessy, Roosen et Jensen (2005) se sont tous intéressés aux mesures d'incitation mises en œuvre par les pouvoirs publics pour induire une plus grande atténuation des risques liés à ces événements caractérisés par une faible probabilité de survenance. Dans une étude connexe, van Asseldonk *et al.* (2005) ont examiné les possibilités de partenariats public/privé pour se protéger contre les maladies des animaux d'élevage.

Huirne *et al.* (2005) offrent une vue d'ensemble de divers problèmes de lutte contre les maladies des animaux au sein de l'Union européenne et soulignent que les conséquences économiques d'un certain nombre de maladies sont souvent extrêmement variables d'une exploitation à l'autre. Nielen *et al.* (1999) ont procédé à une analyse financière des cas de fièvre porcine classique observés aux Pays-Bas. Ils ont notamment évalué quelles en étaient les conséquences financières pour les pouvoirs publics, pour les exploitations et pour les industries connexes. Ils sont parvenus à la conclusion que les coûts de l'épidémie de 1997/1998 se sont élevés à 2.3 milliards USD. Les pertes pour les exploitants et les industries connexes atteignaient respectivement 423 et 596 millions USD. Dans une étude connexe, Meuwissen *et al.* (1999) ont examiné l'importante augmentation des coûts qu'a dû supporter le secteur de l'aviculture des Pays-Bas pour faire face au risque financier lié aux épidémies touchant les volailles. Les risques d'épidémie de grippe aviaire hautement pathogène (GAHP) ont contribué à alourdir les coûts d'assurance supportés par ce secteur d'activité (Meuwissen *et al.*, 2006).

Évaluation des principaux facteurs de risque et de leurs variations dans le temps

La synthèse des études consacrées aux risques liés aux productions végétales fait clairement apparaître que les principaux risques auxquels sont confrontés les producteurs de cultures végétales sont ceux liés aux rendements des cultures, aux prix des produits et dans une moindre mesure aux prix des intrants. Les conditions météorologiques occupent à l'évidence une place prépondérante dans les études sur les causes du risque de rendement des cultures (Deng, Barnett et Vedenov, 2007). L'irrigation et autres pratiques culturales modernes peuvent certes atténuer dans une certaine mesure les risques

météorologiques, mais leur mise en œuvre n'est toutefois guère rentable dans nombre de systèmes de production. En outre, compte tenu que la concurrence pour les ressources en eau s'intensifie en bien des endroits, un accroissement généralisé du recours à l'irrigation paraît improbable.

Il convient d'identifier quels sont les aspects spécifiques des conditions météorologiques qui sont à l'origine des pertes. À un tel niveau de détail, les précipitations et les températures tendent à jouer un rôle prépondérant au vu des résultats des recherches. Dans le cas des précipitations comme dans celui des températures, les valeurs extrêmes, qu'elles soient élevées ou basses, sont généralement dommageables pour le développement des cultures. La récente multiplication des études sur les dérivés météorologiques a permis d'acquérir des connaissances bien plus larges quant aux relations spécifiques entre les facteurs météorologiques et les rendements. Il apparaît que les formes fonctionnelles et les paramétrisations des relations entre les rendements et les conditions météorologiques ne sont guère robustes puisque les modèles effectifs doivent être réestimés dès lors qu'ils sont transposés d'une culture ou d'une région à une autre.

Les risques de prix affectent les producteurs de cultures végétales sur les marchés d'intrants comme sur ceux de produits. Les études sur le risque de prix des produits sont à l'évidence incomparablement plus nombreuses que celles sur le risque de prix des intrants. Qui plus est, les enquêtes menées auprès des producteurs en les invitant à classer les risques selon leur importance portent à croire que les prix des produits constituent généralement pour eux une plus grande source de préoccupation (Coble *et al.* 1999). Deux des risques d'intrants qui ont été examinés ont suscité un intérêt tout particulier – à savoir ceux respectivement liés aux prix des carburants et à ceux des engrais. Les données dont nous disposons paraissent indiquer que les engrais et les carburants tendent à se comporter comme des produits de base et qu'ils sont donc exposés à des fluctuations de prix comme tous les autres produits de base. Il n'est pas inintéressant de noter accessoirement qu'il existe des marchés à terme pour les engrais et les carburants mais que les producteurs n'y ont que rarement recours, du fait que les volumes sur lesquels portent les contrats y sont généralement trop importants pour intéresser les exploitations, si ce n'est les plus grandes d'entre-elles. Il apparaît en outre que le risque de prix des engrais et des carburants est égal ou supérieur au risque de prix des produits observé pour la plupart des grands produits de base. Les causes des risques de prix des engrais et des carburants paraissent être jusqu'à un certain point interdépendantes puisque les engrais azotés sont souvent produits à partir de sources d'énergie et que les coûts de transport des engrais sont dans certains cas non négligeables (Dhuyvetter, Dean et Parcell, 2003). Les fluctuations des prix des carburants sont toutefois clairement déterminées par des facteurs liés à l'offre ainsi qu'à la demande émanant d'autres secteurs que l'agriculture. Peut-être les récents chocs sur les prix observés sur les marchés des engrais comme sur ceux des carburants encourageront-ils les chercheurs à accroître leurs efforts de recherche sur le risque de prix des intrants, puisqu'ils restent pour l'heure extrêmement limités.

Le risque de prix des produits lié aux productions végétales de base a été largement étudié pour différentes cultures et de nombreuses localisations (Shonkwiler et Maddala, 1985). Les études qui se sont attachées à décrire les causes du risque de prix ont clairement établi que les chocs sur la production des grandes régions productrices constituent une source de variabilité. Aussi les événements météorologiques extrêmes tels que les sécheresses et les inondations survenant dans les grandes régions de production tendent-ils à avoir une importance considérable. Il est par ailleurs fondamental de distinguer les produits de base stockables de ceux qui ne le sont pas puisque la constitution de stocks peut contribuer à réduire la volatilité intertemporelle des prix.

Divers chocs peuvent également s'exercer du côté de la demande sur le marché. Dans le cas des cultures faisant l'objet d'échanges sur les marchés internationaux, les réformes des politiques mises en œuvre par les pouvoirs publics et les évolutions des taux de change sont deux facteurs susceptibles de provoquer des chocs sur le marché. Un certain nombre de produits végétaux de base peuvent être utilisés à de multiples usages, d'où une demande composite sur laquelle peuvent s'exercer des chocs générés par divers facteurs. Beaucoup de grandes cultures telles que le maïs et le blé sont utilisées à des fins fourragères aussi bien que vivrières, ce qui peut permettre une certaine diversification de la demande. Il nous faut également souligner que les récents efforts de production de biocarburants ont ajouté une nouvelle dimension à certains marchés de produits végétaux. Ils ont en effet pour conséquence de lier la demande d'éthanol à base de maïs et de canne à sucre et celle de biocarburants à base de soja aux cours du pétrole, aux diverses mesures publiques afférentes aux marchés de l'énergie, ainsi qu'aux politiques commerciales ayant une incidence sur ces marchés émergents.

Notre examen des études existantes suggère par ailleurs que le mode de fonctionnement des marchés de produits non stockables tels que certains fruits et légumes n'est pas tout à fait le même que dans le cas des produits de base stockables (Henneberry, Piewthongngam et Qiang, 1999). Ces produits présentent en effet souvent des différences de qualité et de caractéristiques, ce qui ne fait qu'accroître la complexité du marché, d'autant plus qu'en raison de leur périssabilité l'offre et la demande ne peuvent s'exprimer que durant un intervalle de temps limité. Ces marchés sont dans bon nombre de plus restreints d'un point de vue géographique, d'où de moindres possibilités d'arbitrage spatial. Il y a donc tout lieu de croire que le risque de prix y est plus élevé.

La description d'ensemble du risque de production dans le secteur de l'élevage varie du tout au tout selon que des systèmes modernes d'élevage en espace clos sont ou non mis en œuvre (Aradhyula et Holt, 1990). Dans l'affirmative, les risques de production peuvent pour une bonne part être réduits, bien qu'il puisse s'ensuivre une concentration des risques de maladie. Certains modes d'élevage continuent d'avoir largement recours au pâturage, l'éleveur demeurant en ce cas exposé à des risques de températures et de précipitations très similaires à ceux supportés par les producteurs de cultures végétales. Les risques de prix supportés par les éleveurs se font eux aussi sentir sur les marchés d'intrants comme sur ceux de produits. Les produits fourragers à base de céréales représentent un élément essentiel du coût des intrants, aussi le risque de prix des produits pour des cultures telles que le maïs constitue-t-il l'un des principaux risques de prix des intrants pour de nombreuses productions animales. Le risque de prix des engrais et des carburants déjà évoqué ci-dessus peut également valoir pour les exploitations d'élevage ayant recours au pâturage.

Le risque de prix des produits dans le secteur de l'élevage est une conséquence de la stockabilité limitée des animaux prêts à être envoyés à l'abattoir, ainsi qu'à un comportement cyclique du fait de délais biologiques relativement longs. Un autre trait caractéristique de ces industries tient à l'avènement d'une forte intégration verticale dans le secteur de l'élevage. Aux États-Unis, par exemple, de nombreux producteurs de volailles ne sont pas propriétaires des animaux qu'ils élèvent et ne sont donc pas confrontés au risque de prix de la même manière que les autres exploitants. Les récents cas d'épidémies telles que celle d'ESB ont été à l'origine de chocs d'une ampleur considérable sur les marchés des produits animaux dans plusieurs pays. Ces événements ont été largement étudiés. Certaines études donnent à penser que bon nombre de chocs sur les prix liés aux maladies des animaux ont un impact marqué sur les prix, bien qu'il soit de relativement courte durée. D'autres constatent au contraire des effets durables.

Pour finir, nous étudierons certaines des tendances qui se font jour et qui pourraient modifier dans les prochaines années l'environnement de risque dans le secteur agricole. Premièrement, le recours aux biotechnologies semble modifier non seulement les rendements moyens mais aussi la variabilité des rendements. Les récents arguments relatifs à la réduction des risques de rendement que pourraient offrir les cultures biotechnologiques ont été confirmés par certaines études. Mais les améliorations génétiques paraissent avoir lieu à un tel rythme que les recherches sur les risques ne peuvent les valider en s'appuyant sur des séries de données couvrant de longues périodes. Il est intéressant de noter que le programme fédéral d'assurance-récolte mis en œuvre aux États-Unis a récemment approuvé une réduction du montant des primes pour une certaine variété de semences améliorées issues des biotechnologies, compte tenu qu'elle se caractérise par un risque de rendement réduit. Les progrès des biotechnologies pourraient entraîner une rapide évolution du profil de risque du secteur des cultures végétales.

Le récent intérêt suscité par les problèmes de changement climatique a abouti à une rapide augmentation du nombre d'études sur les effets de ce dernier sur l'agriculture de production. Plusieurs problèmes importants en termes de risques agricoles sont manifestes. En premier lieu, la modification des régimes des précipitations et des températures provoqueraient des variations dans les superficies cultivables tout comme dans les risques météorologiques auxquels sont confrontés les producteurs. Ces variations pourraient être à l'origine de modifications de la valeur des actifs agricoles situés en un lieu donné. La rapidité du changement climatique paraît également être une question cruciale. Si le changement climatique a lieu progressivement, les producteurs pourraient avoir suffisamment de temps pour s'adapter aux changements sans subir des pertes considérables. Aussi les implications réelles en termes de risque qui résulteraient d'un changement du climat de la planète sont-elles liées aux modifications des moments d'ordre deux ou supérieur de la distribution des rendements ainsi qu'au degré de précision avec laquelle cette dernière peut être estimée.

Le risque lié aux politiques mises en œuvre par les pouvoirs publics demeure important puisque l'application de mesures dont l'adoption n'était pas prévue risque de modifier les perspectives pour des productions agricoles impliquant l'utilisation d'actifs relativement fixes. Parmi les chocs susceptibles d'affecter l'agriculture figurent les évolutions des politiques de change et des politiques financières. Au nombre des sources d'incertitude qui se profilent à l'horizon, peuvent notamment être citées la politique de production de biocarburants et la constante évolution de la politique commerciale.

Perceptions du risque et préférences en matière de risque exprimées par les producteurs

Perceptions du risque

Dans cette section, nous examinerons les études empiriques des perceptions subjectives du risque par les producteurs. Nous nous pencherons tout d'abord sur les tentatives de classement général des principaux risques agricoles. Nous passerons ensuite en revue les études qui se sont attachées à comparer les probabilités subjectives obtenues au moyen d'enquêtes aux estimations objectives du même risque.

Identification des principaux risques

Coble *et al.* (1999) ont interrogé les producteurs de cultures végétales aux États-Unis au sujet de leurs perceptions du risque. Les réponses indiquaient que le risque de prix et le risque de rendement constituaient les principaux sujets de préoccupation pour les

exploitants. Patrick *et al.* (2007) ont interrogé quant à eux les producteurs de porcs aux États-Unis et leur ont demandé d'évaluer en leur attribuant une note sur une échelle allant de 1 (faible) à 5 (élevé) un certain nombre de sources de risque du point de vue de la probabilité qu'elles aient une incidence négative sur les revenus tirés par l'exploitation de la production de porcs. Avec une note de 4.28, la variabilité des prix du porc apparaissait comme la principale source de variabilité des revenus, suivie par les modifications des réglementations environnementales (3.92) et par les maladies du porc (3.90). De même, Hall *et al.* (2003) ont demandé aux producteurs de bœuf d'évaluer les risques auxquels ils étaient confrontés. La sécheresse et la variabilité des prix arrivaient en tête de classement (4.4) et (4.3). La variation des prix des intrants autres que les produits d'alimentation animale venait en troisième position. Meuwissen *et al.* (2001) ont également identifié les principaux risques observés parmi les éleveurs néerlandais. Le prix des produits obtenait la note la plus élevée, la maladie se classant clairement en seconde place. Flaten *et al.* (2005) ont effectué une étude similaire des perceptions du risque et de la gestion des risques par les éleveurs laitiers biologiques et conventionnels en Norvège. De ces deux groupes, celui formé par les producteurs biologiques semble être celui qui présente la moins grande aversion pour le risque. Les risques institutionnels et ceux de production étaient en outre perçus comme les principales sources de risque, les craintes de réductions des paiements de soutien à l'agriculture arrivant tout en haut de la liste. Par rapport aux producteurs conventionnels, les éleveurs biologiques accordaient un plus grand poids aux facteurs institutionnels liés à leurs systèmes de production. Les exploitants conventionnels se préoccupaient moins des coûts des intrants achetés et de la politique de bien-être des animaux.

Le tableau 4.11 fournit une vue d'ensemble des classements établis dans les diverses études. Pour chacune de ces études sont indiqués les classements des cinq principaux risques en fonction de la moyenne des notes qui leur ont été attribuées sur l'échelle de Likert par les producteurs interrogés. On peut remarquer que le risque de prix est toujours classé soit à la première soit à la seconde place dans l'ensemble des cinq études. Le degré de préoccupation suscité par les autres catégories de risque est moins manifeste. Le risque de production est soit premier soit second dans trois études dont aucune ne porte sur les systèmes d'élevage en espace clos. Le risque de maladie et le risque de prix des intrants sont également classés dans quatre de ces six études. Le risque de maladie figurait en bonne place dans les études portant sur les cultures spéciales et sur les exploitations d'élevage en espace clos. Le risque de prix des intrants n'apparaît dans le classement des principaux risques ni dans le cas des cultures spéciales ni dans celui des exploitations d'élevage néerlandaises.⁵

Tableau 4.11. Comparaison des études faisant apparaître les principales préoccupations des exploitants en matière de risques

Auteurs	Coble <i>et al.</i> (1999)	Blank, Carter, McDonald (1997)	Patrick <i>et al.</i> (2007)	Hall <i>et al.</i> (2003)	Flaten <i>et al.</i> (2005)	Meuwessen <i>et al.</i> (1999)
Types de producteurs	Producteurs de cultures en ligne aux États-Unis	Producteurs de cultures spéciales en Californie	Producteurs indépendants de porcs aux États-Unis	Producteurs de bovins de boucherie aux États-Unis	Éleveurs laitiers en Norvège	Éleveurs néerlandais
<i>Classement des cinq principaux risques perçus</i>						
Risque de production	2	2		1		
Maladie		4	2		5	2
Gel (froid extrême)		3		5		
Prix des intrants	3		5	3	4	
Prix des produits	1	1	1	2	2	1
Ravageurs		5				
Réglementation Environnementale	5		3	4		
Accès aux marchés			4	N.D.		
Incertitude des programmes agricoles	4				1	
Politique de bien-être animal					3	
Maladie ou décès de l'exploitant					5	3

Ordre de grandeur du risque perçu

Eales *et al.* (1990) ont comparé les distributions subjectives des prix exprimées par les producteurs aux anticipations objectives des prix et à leur volatilité telles qu'elles peuvent être observées sur les marchés à terme. Ils constatent en particulier que les anticipations subjectives des prix par les producteurs sont d'une assez grande exactitude. Il apparaît toutefois que les variances de ces anticipations subjectives sont généralement moindres que celles qu'impliquent les marchés d'options.

Pease (1992) a confronté les distributions des probabilités subjectives et rétrospectives (objectives) dans le cas des producteurs de cultures végétales du Kentucky. De larges écarts apparaissent bien souvent entre ces deux estimateurs. Cette affirmation vaut tout autant pour la moyenne estimée des rendements que pour leur variance.

Egelkraut *et al.* (2006) se sont appuyés sur les données issues d'une enquête auprès des producteurs de maïs de l'Illinois pour étudier la relation entre les mesures subjective et objective des rendements. Ils ont constaté que les agriculteurs pensaient que leurs rendements étaient supérieurs à la moyenne et les variances de leurs rendements inférieures à la moyenne. Ils ont également constaté qu'un excès ou un manque de confiance a une incidence sur les décisions des agriculteurs de souscrire ou non une assurance-récolte. Les effets ne sont pas symétriques puisqu'un excès de confiance traduit

essentiellement la conviction de l'agriculteur que ses rendements sont supérieurs à la moyenne alors qu'un manque de confiance laisse principalement transparaître sa conviction que la variabilité de ses rendements est supérieure à la moyenne.

Blank, Carter et MacDonald ont également interrogé en 1992 les producteurs californiens de cultures végétales au sujet de leurs préoccupations en matière de risque. Cette enquête couvrait les producteurs d'un certain nombre de cultures spéciales telles que raisins, laitues ou tomates destinées à la transformation. Leur étude invitait à classer diverses sources de risque en fonction de leur importance. Le risque de prix des produits était le plus souvent classé à la première place et la sécheresse à la seconde. Deux autres risques de production, à savoir le gel et la maladie, arrivaient en troisième et quatrième position parmi les risques les plus souvent mentionnés.

Préférences en matière de risque

Les producteurs ont-ils une aversion pour le risque ?

Les préférences en matière de risque des décideurs sont fondamentales pour comprendre leur comportement face au risque. Il s'ensuit que la compréhension des préférences des exploitations en matière de risque est essentielle pour évaluer les politiques agricoles destinées à aider les producteurs à faire face au risque agricole. Le modèle de loin le plus largement accepté pour comprendre comment s'effectue le choix entre plusieurs options à l'issue incertaine est la théorie de l'utilité escomptée telle qu'elle a été formalisée par John von Neumann et Oskar Morgenstern (1947). Leur représentation axiomatique des préférences en matière de risque permet de prendre en considération les comportements d'aversion pour le risque, de recherche du risque et de neutralité à l'égard du risque. Pratt (1964) s'est appuyé sur leurs travaux pour définir un coefficient d'aversion pour le risque déterminé par la courbure de la fonction d'utilité. Le coefficient d'aversion absolue pour le risque d'Arrow-Pratt (AAR) peut s'écrire de la manière suivante :

$$AAR = -\frac{U''(W)}{U'(W)}$$

où U représente la fonction d'utilité du producteur définie du point de vue de son degré de prospérité finale. Par ailleurs, U' et U'' désignent respectivement les dérivées première et seconde de la fonction d'utilité. Partant de l'hypothèse communément admise que les producteurs préfèrent en tout état de cause une plus grande prospérité à une prospérité moindre, la dérivée première s'avère positive. La dérivée seconde détermine si le producteur se caractérise par une aversion pour le risque, une neutralité à l'égard du risque ou une attirance pour le risque. L'aversion pour le risque implique que $U'' < 0$. Comme indiqué in OCDE (2004), il est fréquent de distinguer diverses sous-catégories d'aversion pour le risque telles qu'une aversion absolue pour le risque constante ou une aversion absolue pour le risque décroissante.

La mesure connexe que constitue l'aversion relative pour le risque (ARR) est définie par le rapport entre l'aversion pour le risque et le degré de prospérité finale, de sorte que

$$ARR = -\frac{U''(W)}{U'(W)}W$$

Là encore, on distingue communément diverses sous-catégories d'aversion relative pour le risque, dont la plus remarquable est l'aversion relative pour le risque constante (ARRC). Une aversion relative pour le risque constante implique que le degré de prospérité finale n'a aucune incidence sur les préférences.

Depuis ces études fondatrices, la théorie de l'utilité escomptée a eu une place prépondérante dans la conceptualisation de la manière dont les décideurs évaluent le risque. Cette affirmation est généralement valable et s'applique également au cas de l'agriculture. Il convient de noter que plusieurs modèles des préférences en matière de risque plus restrictifs ne faisant pas appel à la notion d'utilité escomptée ont été largement utilisés en agriculture. Tel a par exemple été le cas des modèles moyenne-variance (Freund, 1956), mais il nous semble que c'est bien plus en raison de leur commodité que de leur validité conceptuelle. Un autre courant d'études sur le risque agricole – celui axé sur la dominance stochastique – est en théorie fondé sur l'utilité escomptée, mais évite d'avoir à connaître le degré d'aversion pour le risque du décideur. L'inconvénient de ces études tient au fait qu'elles n'apportent guère de lumière sur les préférences des producteurs.

Dans cette section, nous nous intéresserons essentiellement aux études qui se sont spécifiquement attachées à décrire les préférences en matière de risque des producteurs agricoles. La quasi totalité de ces études sont fondées sur le modèle de l'utilité escomptée. Il faut toutefois savoir que beaucoup ont décelé des anomalies comportementales entrant en contradiction avec les hypothèses sur lesquelles repose la théorie de l'utilité escomptée et que d'autres modèles ont été proposés – voir par exemple Starmer (2000) ou encore Fredrick, Loewenstein et O'Donoghue (2002) pour une vue d'ensemble. Nous aurions tendance à penser que ces autres modèles tels que ceux fondés sur la théorie prospective (Kahneman et Tversky, 1979) n'ont pas été largement utilisés pour évaluer le risque encouru par le producteur agricole du fait de leur complexité et d'autres obstacles à son application concrète.

Quantification des préférences en matière de risque

Diverses études ont tenté d'estimer les préférences des producteurs en matière de risque. Compte tenu de l'importance que revêt l'analyse des risques en agriculture, ces études ont de considérables conséquences. Les données empiriques requises sont cependant dans la plupart des cas assez difficiles à obtenir. L'OCDE (2004) a repris le classement en trois catégories des modes d'estimation des préférences en matière de risque initialement proposé par Young (1979). Une première approche repose sur l'obtention directe des fonctions d'utilité, ce qui nécessite d'ordinaire de proposer au producteur une série de choix hypothétiques. La seconde correspond aux méthodes expérimentales. Cette approche s'est assurée au fil des ans une faveur croissante auprès des économistes et elle consiste à placer les agriculteurs dans un environnement contrôlé et à observer leurs choix entre les différentes possibilités de gains monétaires réels. Ces gains sont toutefois en règle générale de faible montant, aussi leur a-t-il souvent été reproché d'être potentiellement affectés d'un effet d'échelle. Enfin, la troisième approche, qui est aussi la plus utilisée dans les études existantes, consiste à observer les comportements économiques. Cette approche s'appuie sur les données relatives aux comportements passés face à une décision en situation réelle, par exemple en matière d'allocation des terres aux différentes cultures, les paramètres relatifs aux préférences en matière de risque étant ensuite estimés à partir de ces choix. Il est en règle général fait appel aux techniques économétriques, mais certaines études telles que celle de Brinks et McCarl (1978) ont préféré calibrer un modèle de programmation. Comme il en est fait

état dans OCDE (2004), la comparaison des estimations de l'aversion absolue pour le risque est malaisée puisque l'estimation de l'aversion pour le risque dépend des prix, des quantités ou encore des revenus. Les mesures de l'aversion relative pour le risque peuvent par contre être comparées car elles sont indépendantes du degré de prospérité finale. Les comparaisons internationales demeurent toutefois fragiles en raison des différences de cadre institutionnel.

Nous commencerons par une brève vue d'ensemble des estimations de l'aversion pour le risque obtenues d'une manière telle que toute comparaison est exclue. Elles sont pour la plupart issues d'études postulant une aversion absolue pour le risque constante. Dans une étude connexe, Bard et Barry (2001) se sont appuyés sur des données relatives aux producteurs de cultures végétales de l'Illinois pour examiner les attitudes à l'égard du risque à l'aide d'une méthode non paramétrique procédant par approximations successives et ils ont en outre élaboré une échelle multi-attributs. Chose intéressante, Bard et Barry parviennent à la conclusion que « Les agriculteurs interrogés jugeaient en moyenne que leur attitude à l'égard du risque se caractérisait par une légère attirance pour le risque. Leurs réponses à l'utilisation d'outils de gestion des risques et la méthode des approximations successives indiquent des degrés modérés d'aversion pour le risque. » Plus récemment, Gardebreek (2006) a estimé l'aversion pour le risque des producteurs néerlandais selon qu'ils pratiquent une agriculture biologique ou conventionnelle. S'appuyant sur une version bayésienne de l'approche adoptée par Antle (1987), Gardebreek a constaté que les agriculteurs biologiques avaient en moyenne une aversion pour le risque sensiblement moindre que les producteurs conventionnels. Cette étude confirmait par ailleurs ce qu'avaient déjà signalé plusieurs autres auparavant – à savoir qu'une nette hétérogénéité des préférences selon les individus peut être observée d'un individu à l'autre dès lors que la procédure utilisée permet d'en faire apparaître la diversité.

Plusieurs autres études se sont attachées à identifier les préférences en matière de risque des producteurs agricoles. En vue de donner une vue d'ensemble de leurs conclusions, le tableau 12 classe ces études en deux catégories selon les résultats auxquelles elles parviennent. Celles de la première catégorie ont observé un comportement faisant apparaître une certaine attirance pour le risque. Celles de la seconde catégorie mettent quant à elles en évidence une prépondérance des préférences caractérisées par une aversion pour le risque. Dans leur étude des producteurs de porc aux Pays-Bas, Pennings et Garcia (2001) ont trouvé des indices d'un comportement d'attirance pour le risque chez ces exploitants. Ils n'en tirent pas moins la conclusion plus générale que les préférences en matière de risque sont plus complexes que ne peut en rendre compte une seule dimension. Ce résultat paraît toutefois constituer un cas à part puisque les études constatent généralement que l'aversion pour le risque est bien attestée chez au moins un bon pourcentage de producteurs.

Notre objet dans cette étude étant de comparer l'aversion pour le risque selon les exploitations et selon les régions, les études sur l'aversion relative pour le risque constante (ARRC) s'avèrent d'un plus grand intérêt. Nous nous concentrerons donc sur un examen des études faisant état d'estimations des coefficients d'ARRC. Ces estimations sont présentées au tableau 4.13. Ce tableau s'inspire de ceux figurant dans l'étude de l'OCDE (2004) et dans celle de Gardebreek (2006).

Tableau 4.12. Vue d'ensemble des études sur les préférences en matière de risque en agriculture

Certaines préférences attestant d'une neutralité à l'égard du risque ou d'une attirance pour le risque	Aversion pour le risque dans la plupart ou la totalité des cas
Collins, A., W.N. Musser et R. Mason (1991) – de 30 à 32% risquophiles	Brink, L. et B. McCarl (1978)
King, R.P. et G.E. Oamek (1983) – 70% ambivalents	Chavas, J.-P. et and M.T. Holt (1990)
Lin, W., G. Dean et C. Moore (1974) – 17% ambivalents	Chavas, J.-P. et M.T. Holt (1996)
Tauer, L.W. (1986) 26% risquophiles	Gardebroek (2006)
Thomas, A.C. (1987) 13% risquophiles	Gómez-Limón, J.A., L. Riesgo et M. Arriaza (2002)
Pennings et Garcia (2001) – risquophiles pour la plupart	Hennessy, D.A. (1998)
Wilson, P.N. et V.R. Eidman (1983) – 22% risquophiles	Hildreth, C. et G.J. Knowles. (1982)
	Lansink (1999)
	Lien (2002)
	Love, H.A. et S.T. Buccola (1991)
	Pope R.D. et R.E. Just, (1991)
	Ramaratnam, S.S., M.E. Rister, D.A. Bessler et J. Novak (1986)
	Saha, A. (1997)
	Saha, A., C.R. Shumway et H. Talpaz (1994)
	Schurle, B. et W.I. Tierney Jr. (1990)

Antle (1987) a estimé par des moyens économétriques les préférences en matière de risque des producteurs à partir de données relatives aux riziculteurs des régions du sud et du centre de l'Inde. Il a constaté que ces producteurs présentaient une aversion pour le risque au sens d'Arrow-Pratt et en période de baisse conjoncturelle tout en ayant des préférences en matière de risque assez hétérogènes qui allaient d'une quasi neutralité à l'égard du risque jusqu'à une aversion pour le risque, la prime de risque atteignant jusqu'à 25% des revenus escomptés. Les coefficients d'ARRC issus de cette étude allaient de -0.1 à 1.4. Brinks et McCarl (1978) ont eu recours à une approche axée sur la programmation qui excluait les comportements d'attirance pour le risque. La valeur minimale de l'ARRC observée dans leur étude était égale à zéro. Sa valeur moyenne se situait à environ 0.22. Un tel résultat est évocateur d'une quasi-neutralité à l'égard du risque. Bontems et Thomas (2000) ont estimé une ARRC moyenne de 3.717 sur la base de données provenant des États-Unis. Saha, Shumway et Talpaz (1994) se sont inscrits dans le sillage de l'étude réalisée par Antle (1987) en publiant une autre étude économétrique proposant d'assouplir les hypothèses quant à la forme de la fonction d'utilité. Sur la base de données portant sur les producteurs de blé du Kansas, ils ont également constaté que les agriculteurs présentaient une aversion pour le risque dont les valeurs étaient relativement élevées, allant de 3.8 à 5.4. Chavas et Holt (1996) se sont penchés sur des données agrégées relatives aux États-Unis et ont observé une ARRC allant de 1.41 à 7.6, alors que Lence (2000) qui a également examiné des données sur les États-Unis est parvenu à un coefficient d'aversion relative pour le risque égal à 1.136 ; par ailleurs, Bar-Shira *et al.* (1997) ont étudié les producteurs de cultures végétales en Israël et trouvé un coefficient moyen d'ARRC égal à 0.611. Kumbhakar (2002) s'est intéressé aux producteurs de saumon norvégiens et est parvenu à la conclusion que les individus objets de l'étude se situaient à l'extrémité inférieure des fourchettes d'aversion pour le risque généralement observées, la valeur moyenne de leur coefficient d'ARRC s'élevant à 0.051. Lien (2002) s'est appuyé sur des données sur les cultures végétales

norvégiennes pour estimer des coefficients d'ARRC allant de 0.1 à 10.8. Love et Buccola (1991) ont examiné les données relatives aux exploitations productrices de cultures végétales aux États-Unis et ont estimé des coefficients d'ARRC bien plus élevés que dans toutes les autres études comparées au tableau 4.13. Love et Buccola ont constaté pour l'ARRC une valeur minimum de 2.4 et une valeur maximum de 18.8, soit plus du double que la seconde estimation la plus élevée. Enfin, Oude Lansink (1999) a estimé l'ARRC sur la base des informations recueillies auprès des producteurs de cultures végétales aux Pays-Bas. Il parvenait à une ARRC dont les valeurs étaient relativement faibles par rapport aux résultats des autres études. La fourchette allait de 0.21 à 0.31.

Table 4.13. Estimations des coefficients d'ARRC

Auteurs	Types d'exploitations	Pays	Minimum	Moyen	Maximum
Antle (1987)	Producteurs de cultures végétales	Inde	-0.1	0.82	1.4
Bar Shira <i>et al.</i> (1997)	Producteurs de cultures végétales	Israël		0.611	
Brink et McCarl (1978)	Producteurs de cultures végétales	États-Unis	0	~0.22	> 1.25
Bontems et Thomas (2000)	Producteurs de cultures végétales	États-Unis		3.7174	
Chavas et Holt (1996)	Producteurs de maïs et de soja	États-Unis	1.41		7.62
Kumbhakar (2002)	Producteurs de saumon	Norvège		0.051	
Lence (2000)	Toutes exploitations	États-Unis	1.136	1.136	1.136
Lien (2002)	Producteurs de cultures végétales	Norvège	0.1	2.2	10.8
Love et Buccola (1991)	Producteurs de cultures végétales	États-Unis	2.4	10.6	18.8
Oude Lansink (1999)	Producteurs de cultures végétales	Pays-Bas	0.2		0.31
Saha, Shumway et Talpaz (1994)	Producteurs de blé	États-Unis	3.8	4.6	5.4

Pour résumer, une synthèse de ces études suggère plusieurs conclusions concernant l'aversion pour le risque selon les exploitants et les régions. Premièrement, seulement deux des onze études évoquent soit un comportement de neutralité à l'égard du risque soit un comportement d'attrance pour le risque. Dans plusieurs études l'ARRC minimum était bien supérieure à zéro. Il paraît donc clair que bon nombre de données viennent étayer l'hypothèse d'une aversion pour le risque. Bien que ces études aient porté sur les producteurs de plusieurs pays, les données provenaient principalement des États-Unis. Notre examen des études existantes semble indiquer que les écarts entre leurs résultats tiennent bien plus probablement à des différences dans les procédures d'estimation qu'à la région ou aux produits agricoles considérés. Pour finir, les résultats de cette vue d'ensemble sont pour une large part compatibles avec les catégories d'aversion relative pour le risque définies par Anderson et Dillon (1992), qui proposent une grille générale de lecture présentée au tableau 4.14.

Tableau 4.14. Catégories d'aversion pour le risque établies par Anderson et Dillon

Coefficient d'aversion relative pour le risque	Caractérisation par Anderson et Dillon
0.5	Guère d'aversion pour le risque
1.0	Une certaine aversion pour le risque (niveau normal)
2.0	Une aversion avérée pour le risque
3.0	Une forte aversion pour le risque
4.0	Une extrême aversion pour le risque

Le principal écart entre les estimations empiriques et la classification établie par Anderson et Dillon tient au fait que certaines données empiriques montrent que les valeurs de l'ARRC peuvent être supérieures à 4. L'OCDE (2004) opte pour une échelle de zéro à cinq qui paraît être une généralisation raisonnable de la règle empirique proposée par Anderson et Dillon.

Extension de l'utilité escomptée

Quelques études en nombre restreint ont envisagé d'un point de vue empirique un assouplissement de l'hypothèse de l'utilité escomptée. Il s'ensuit dans tous les cas de claires conséquences sur le plan de la gestion des risques. Aussi complétons-nous notre évaluation par un examen de ces études.

Deux études se sont intéressées aux interactions entre le risque et les préférences temporelles. En règle générale, l'analyse du risque en agriculture, activité impliquant d'importants délais, peut être modélisée en actualisant simplement l'utilité escomptée au moyen d'un coefficient d'actualisation déterminé par les mécanismes du marché. Howitt *et al.* (2005) tout comme Lence (2000) ont étudié des modèles apparentés à celui de Kreps-Porteus, lequel permet que l'élasticité de substitution intertemporelle diffère du degré d'aversion pour le risque. Howett *et al.* rejetaient l'hypothèse de la séparabilité temporelle additive, avec ou sans aversion pour le risque, tout comme le modèle d'utilité usuel fondé sur le postulat d'une aversion relative pour le risque constante. Le recours aux préférences récursives permet une sensible amélioration du degré d'ajustement du modèle. Lence a ajusté un modèle de l'utilité escomptée généralisée aux données relatives aux exploitations agricoles des États-Unis en vue d'estimer les préférences temporelles de l'exploitant et ses attitudes à l'égard du risque. Il a constaté que le modèle de l'utilité escomptée prospective est à juste titre rejeté au profit de celui de l'utilité escomptée généralisée. Chose importante, il était également constaté que le modèle de l'utilité escomptée généralisée s'ajustait mieux aux données que le modèle de l'utilité escomptée actualisée généralement utilisé pour étudier la production agricole en situation de risque.

Leçons sur l'ampleur et les facteurs du risque agricole

Le Chapitre 4 a pour objet de synthétiser les conclusions auxquelles parviennent les études scientifiques existantes au sujet de l'ordre de grandeur des risques auxquels sont confrontés les producteurs agricoles et des facteurs causaux qui les sous-tendent. Les données scientifiques disponibles concernant les préférences en matière de risque des producteurs agricoles sont examinées. Les données scientifiques sont à bien des égards plutôt minces, voire même dans bon nombre de cas inexistantes. Les auteurs de ce

chapitre se sont consciencieusement efforcés d'éviter que les études portant sur les États-Unis n'occupent une place prépondérante dans le présent rapport, mais il apparaît bien souvent que les études menées dans ce pays sont tout simplement plus approfondies qu'ailleurs. Il faut en outre reconnaître que les résultats de ces études ne sont guère robustes dès qu'il s'agit de les transposer d'un produit à un autre. Sans surprise, les études sur les principales productions végétales et animales occupent une place dominante dans les études citées dans le présent rapport. Il convient également de remarquer qu'une grande partie des études omettent d'examiner les revenus ou la consommation des ménages agricoles comme le voudrait la théorie. En effet, les études axées sur un seul risque tel que le risque de prix ou sur un seul produit procèdent de par leur nature même à une analyse à courte vue et risquent donc de surestimer l'intérêt des outils de gestion des risques. Il conviendrait de consacrer davantage d'efforts à l'obtention de données chronologiques au niveau des exploitations de sorte que des mesures plus réalistes de la réduction des risques puissent être effectuées. Cela est tout particulièrement vrai dans le cas des exploitations dont les productions sont bien diversifiées.

Ordre de grandeur du risque agricole

Nous parvenons aisément à la conclusion que pour ce qui est des cultures végétales, le risque de prix des produits et le risque de rendement constituent les principaux facteurs de risque associés à la plupart des productions végétales. Le risque de rendement est pour une large part déterminé par des facteurs météorologiques tels que les précipitations ou les températures, alors que le risque de prix est souvent une conséquence des longs délais de production en agriculture, qui permettent aux évolutions de l'offre et de la demande ayant une incidence sur les prix des produits de base d'éloigner ces prix des niveaux escomptés. Les mesures empiriques des données objectives semblent par ailleurs indiquer que les risques de prix des produits et de rendement sont relativement variables par rapport à plusieurs autres types de risque (Deaton et Laroque, 1992 ; Ray *et al.*, 1998 ; Poor et Hegedusne Baranyai, 2007 ; Hubbard, Lingard et Webster, 2000 ; Hazell, Shields et Shields, 2005 ; Subervie, 2007). Par ailleurs, nous considérons également que les efforts pour développer l'assurance-récolte et les marchés à terme tendent à montrer que les risques de prix et de rendement constituent des sujets de préoccupation majeurs pour les producteurs de cultures végétales.

Cet examen des études existantes fait moins clairement apparaître l'importance du risque de prix des intrants dans l'agriculture de production. Des mesures objectives de ces données indiquent que les CV des prix des engrais et des carburants sont égaux ou supérieurs à ceux des risques de prix et de rendement (Oehmke, Sparling et Martin, 2008). Dhuyvetter, Albright et Parcell (2003) ont estimé un CV de 0.187 pour le diesel, de 0.489 pour le gaz naturel et de 0.270 pour l'ammoniac anhydre. Les enquêtes auprès des producteurs n'indiquent toutefois pas que le risque de prix des intrants soit classé en particulièrement bonne place par rapport aux autres risques. Cela est probablement dû au fait que les intrants réputés être une source de risque ne représentent généralement qu'une partie du coût total et que leur contribution au risque de résultat net est relativement moindre que celles du risque de rendement ou du risque de prix des produits. Il semble cependant assez clair que les études du risque de prix des intrants sont assez limitées et qu'il s'agit là d'un domaine où davantage de recherches seraient nécessaires pour mieux comprendre ce type de risques.

Une observation récurrente dans les études existantes tient au fait que les prix des produits de base sont asymétriques vers la droite (Goodwin, Roberts, Coble). Les

coefficients de variation des prix annualisés se situent généralement dans une fourchette allant de 0.15 à 0.25 tant pour les cultures végétales que pour les productions animales. Des valeurs légèrement plus élevées ont généralement constatées pour les cultures plus périssables. Il ne fait guère de doute que la volatilité des marchés plafonne parfois à des niveaux inférieurs. L'ordre de grandeur des variations des prix des intrants paraît être similaire, voire légèrement supérieur, à celui observé dans le cas des prix des produits de base.

Le risque de rendement est bien plus difficile à évaluer à partir des études existantes que ne l'est le risque de prix (Just et Weninger, 1999). Les rendements mesurés à un niveau agrégé ne fournissent qu'une estimation assez biaisée de la variabilité des rendements à l'échelon de l'exploitation. Aussi les études existantes se sont-elles limitées à l'examen des rares cas où l'on disposait d'une série de données chronologiques sur les rendements de l'exploitation. L'examen des études s'appuyant sur des données au niveau des exploitations donne à penser que la forme de la distribution des probabilités et le coefficient de variation sont d'une grande hétérogénéité (Just et Weninger, 1999 ; Allen et Lueck, 2002 ; Hart, Hayes et Babcock, 2006). L'ordre de grandeur du risque de rendement mesuré au niveau des exploitations paraît être en règle générale supérieur à celui du risque de prix, malgré de nombreuses exceptions. Knight *et al.* (2008) tout comme and Marra et Schurle (1994) montrent que les exploitations les plus grandes sont moins exposées au risque. De même, certaines pratiques culturales telles que l'irrigation ont également de grandes répercussions sur le risque de rendement. Dans le cas de l'élevage, le risque de production paraît considérablement plus faible dans les systèmes modernes de production en espace clos que dans ceux de nature plus extensive comme peut l'être l'élevage de bovins axé sur le pâturage dans les régions arides.

Corrélation des variables aléatoires

Si l'on considère que les préférences en matière de risque sont généralement définies en termes de prospérité ou de consommation, l'environnement de risque auquel est confrontée une exploitation est souvent la résultante de la somme ou du produit de variables aléatoires. Aussi la corrélation entre ces variables aléatoires revêt-elle de l'importance. Les études récentes ont accordé une attention croissante à la corrélation entre les prix et les rendements et beaucoup d'entre elles ont constaté une corrélation négative entre ces deux variables dans les principales régions de production comme sur des marchés plus circonscrits (Coble et Dismukes, 2008 ; Weisensel et Schoney, 1989 ; Bielza et Sumpsi, 2007 ; Hart, Hayes et Babcock, 2006). Cela tend à atténuer le risque de chiffre d'affaires. Cependant, pour bon nombre d'associations de localisations et de produits agricoles de base, les données rétrospectives mettent en évidence que les prix et les rendements sont indépendants. Les corrélations positives entre les prix des productions végétales similaires entre elles de même qu'entre les rendements au sein d'une même exploitation tendent à avoir de profonds effets sur la variabilité des recettes d'une exploitation. Elles déterminent également en dernière analyse dans quelle mesure la diversification des productions présente un intérêt du point de vue de l'atténuation des risques. Par exemple, l'association de cultures végétales et d'activités d'élevage constitue de longue date une stratégie d'atténuation des risques. Toutefois, l'émergence, par souci de rentabilité, de systèmes de production animale plus vastes et verticalement intégrés s'est traduite pour un grand nombre d'exploitations par une diminution des possibilités de se diversifier de la sorte.

Revenus non agricoles

Les études existantes se sont largement intéressées aux revenus et aux investissements non agricoles, et la plupart des travaux de recherche en la matière ont porté sur le choix du volume de travail à offrir en dehors de l'exploitation. Les études qui nous viennent des États-Unis tendent à supposer qu'il en résulte un effet de réduction du risque et n'observent généralement pas de corrélation entre les revenus agricoles et non agricoles. El-Osta, Mishra et Morehart (2008) ont constaté que les paiements publics escomptés diminuaient la probabilité de recours à une stratégie d'offre de travail à l'extérieur de l'exploitation. Lien *et al.* (2006) parviennent à la conclusion que les objectifs, les perceptions du risque, et les stratégies de gestion du risque des exploitants à plein temps et de ceux à temps partiel diffèrent sensiblement. Mishra et Godwin (1997) ont constaté que les agriculteurs dont les exploitations sont les plus exposées au risque ont une plus grande propension à exercer une activité non agricole. Mishra et Sandretto (2002) ont observé une covariance négative entre les revenus agricoles et non agricoles, ce qui est révélateur de l'effet de réduction des risques exercé par les revenus non agricoles. D'autres études tendent à montrer qu'il existe une forte présomption que les revenus tirés des investissements et des activités non agricoles ne sont nullement corrélés (ou que faiblement corrélés) au chiffre d'affaires de l'exploitation, sauf à supposer que l'emploi (ou l'investissement) non agricole soit étroitement lié à l'activité agricole. Narrea et Webster (2008) notent que l'investissement dans d'autres secteurs d'activité et peut avoir un effet de réduction des risques pour le ménage agricole. Painter (2000) est parvenu à la conclusion que les investissements dans les terres agricoles sont négativement corrélés avec les revenus tirés des marchés d'actions.

Causes du risque agricole

La synthèse des études consacrées aux risques liés aux productions végétales fait apparaître que les principaux risques auxquels sont confrontés les producteurs de cultures végétales sont ceux liés aux rendements des cultures, aux prix des produits et dans une moindre mesure aux prix des intrants. Les conditions météorologiques occupent à l'évidence une place prépondérante dans les études sur les causes du risque de rendement des cultures. L'irrigation et autres pratiques culturales modernes peuvent certes atténuer dans une certaine mesure les risques météorologiques, mais leur mise en œuvre n'est toutefois guère rentable dans nombre de systèmes de production. Il convient d'identifier quels sont les aspects spécifiques des conditions météorologiques qui sont à l'origine des pertes. À un tel niveau de détail, les précipitations et les températures tendent à jouer un rôle prépondérant au vu des résultats des recherches. Cafiero *et al.* (2007a) constatent que les températures et les précipitations expliquent plus de 86% des variations du rendement des vignes et du blé dans la région de Toscane en Italie. Richards, Manfredo et Sanders (2004), Turvey (2001), ainsi que van Asseldonk et Oude Lansink (2003) se sont tous principalement intéressés aux risques liés aux températures. Martin, Barnett et Coble (2001) dans le cas du coton aux États-Unis ont, tout comme Musshoff, Odening et Xu (2006) ou encore Stoppa et Hess (2003), mis en évidence le rôle joué par le risque de précipitations. Une autre série d'études constatent que les températures et les précipitations ont toutes deux une incidence sur les rendements (Vedenov et Barnett, 2004 ; Xu, Odening et Musshoff, 2006 ; ou encore Tannura *et al.*, 2008). Dans le cas des précipitations comme dans celui des températures, les valeurs extrêmes, qu'elles soient élevées ou basses, sont généralement dommageables pour le développement des cultures. La récente multiplication des études sur les dérivés météorologiques a permis d'acquiescer

des connaissances bien plus larges quant aux relations spécifiques entre les facteurs météorologiques et les rendements. Il apparaît que les formes fonctionnelles et les paramétrisations des relations entre les rendements et les conditions météorologiques ne sont guère robustes puisque les modèles effectifs doivent être réestimés dès lors qu'ils sont transposés d'une culture ou d'une région à une autre.

Les risques de prix affectent les producteurs de cultures végétales sur les marchés des intrants comme sur ceux des produits. Les études sur le risque de prix des produits sont à l'évidence incomparablement plus nombreuses que celles sur le risque de prix des intrants (Hazell, Shields et Shields, 2005). Qui plus est, les enquêtes menées auprès des producteurs en les invitant à classer les risques selon leur importance portent à croire que les prix des produits constituent généralement pour eux une plus grande source de préoccupation. Deux des risques d'intrants qui ont été examinés ont suscité un intérêt tout particulier – à savoir ceux respectivement liés aux prix des carburants et à ceux des engrais. Les données dont nous disposons paraissent indiquer que les engrais et les carburants tendent à se comporter comme des produits de base et qu'ils sont donc exposés à des fluctuations de prix comme tous les autres produits de base (Dhuyvetter, Dean et Parcell, 2003). Les causes des risques de prix des engrais et des carburants paraissent être jusqu'à un certain point interdépendantes puisque les engrais azotés sont souvent produits à partir de sources d'énergie et que les coûts de transport des engrais sont dans certains cas non négligeables.

Le risque de prix des produits lié aux productions végétales de base a été largement étudié pour différentes cultures et de nombreuses localisations (Henneberry *et al.* 1999). Les études qui se sont attachées à décrire les causes du risque de prix ont clairement établi que les chocs sur la production des grandes régions productrices constituent une source de variabilité. (Deaton et Laroque, 1992 ; Coble, 1999). Aussi les événements météorologiques tels que les sécheresses et les inondations survenant dans les grandes régions de production tendent-ils à revêtir de l'importance. Il importe également de distinguer les produits de base stockables de ceux qui ne le sont pas puisque la constitution de stocks peut contribuer à réduire la volatilité intertemporelle des prix. Divers chocs peuvent également s'exercer du côté de la demande sur le marché. Dans le cas des cultures faisant l'objet d'échanges sur les marchés internationaux, les réformes des politiques mises en œuvre par les pouvoirs publics et les évolutions des taux de change sont deux facteurs susceptibles de provoquer des chocs sur le marché. Un certain nombre de produits végétaux de base peuvent être utilisés à de multiples usages, d'où une demande composite sur laquelle peuvent s'exercer des chocs générés par divers facteurs. Beaucoup de grandes cultures telles que le maïs et le blé sont utilisées à des fins fourragères aussi bien que vivrières, ce qui peut permettre une certaine diversification de la demande. Il nous faut également souligner que les récents efforts de production de biocarburants ont ajouté une nouvelle dimension à certains marchés de produits végétaux. Ils ont en effet pour conséquence de lier la demande d'éthanol à base de maïs et de canne à sucre et celle de biocarburants à base de soja aux cours du pétrole, aux diverses mesures publiques afférentes aux marchés de l'énergie, ainsi qu'aux politiques commerciales ayant une incidence sur ces marchés émergents.

La description d'ensemble du risque de production dans le secteur de l'élevage varie du tout au tout selon que des systèmes modernes d'élevage en espace clos sont ou non mis en œuvre (Marsh, 1992). Dans l'affirmative, les risques de production peuvent pour une bonne part être réduits, bien qu'il puisse s'ensuivre une concentration des risques de maladie. Certains modes d'élevage continuent d'avoir largement recours au pâturage, l'éleveur demeurant en ce cas exposé à des risques de températures et de précipitations

très similaires à ceux supportés par les producteurs de cultures végétales. Les risques de prix supportés par les éleveurs se font eux aussi sentir sur les marchés d'intrants comme sur ceux de produits. Les produits fourragers à base de céréales représentent un élément essentiel du coût des intrants, aussi le risque de prix des produits pour des cultures telles que le maïs constitue-t-il l'un des principaux risques de prix des intrants pour de nombreuses productions animales. Le risque de prix des engrais et des carburants déjà évoqué ci-dessus peut également s'appliquer aux exploitations d'élevage ayant recours au pâturage.

Le risque de prix des produits dans le secteur de l'élevage est une conséquence de la stockabilité limitée des animaux prêts à être envoyés à l'abattoir, ainsi qu'à un comportement cyclique du fait de délais biologiques relativement longs. Un autre trait caractéristique de ces industries tient à l'avènement d'une forte intégration verticale dans le secteur de l'élevage. Aux États-Unis, par exemple, de nombreux producteurs de volailles ne sont pas propriétaires des animaux qu'ils élèvent et ne sont donc pas confrontés au risque de prix de la même manière que les autres exploitants. Les récents cas d'épidémies telles que celle d'ESB ont été à l'origine de chocs d'une ampleur considérable sur les marchés des produits animaux dans plusieurs pays. Ces événements ont été largement étudiés (Lloyd *et al.*, 2001). Certaines études donnent à penser que bon nombre de chocs sur les prix liés aux maladies des animaux ont un impact marqué sur les prix, bien qu'il soit de relativement courte durée. D'autres constatent des effets durables.

Évolutions qui se profilent à l'horizon en matière de risque agricole

Les problèmes qui se profilent à l'horizon et qui paraissent pouvoir modifier le contexte de risque auquel sont confrontés les exploitants sont d'une grande variété. Nous identifions quatre problèmes importants susceptibles de modifier l'environnement de risque auquel sont confrontés les producteurs : 1) changement climatique, 2) cultures végétales génétiquement modifiées, 3) épizooties potentielles parmi les animaux d'élevage, et 4) chocs imprévus imputables aux politiques mises en œuvre par les pouvoirs publics. Les craintes actuelles au sujet du changement climatique ont déjà suscité un nombre surprenant d'études qui ne tirent toutefois guère de conclusions définitives quant à son impact sur le risque de production et dont les résultats ne valent que pour certaines régions spécifiques (van Asseledonk et Langeveld, 2007 ; Quiggin et Horowitz, 2003 ; Fuhrer *et al.*, 2006 ; Toriani *et al.*, 2007 ; Xiong *et al.*, 2007 ; Howden *et al.*, 2007 ; John, Pannell et Kingwell, 2005). Il semble qu'une distinction puisse être établie entre les évolutions des niveaux moyens des températures et des précipitations et la variabilité de ces mêmes températures et précipitations. Les conséquences du changement climatique seront très différentes selon qu'il apparaîtra progressivement ou surviendra soudainement. Plusieurs modèles ne tiennent nullement compte de la vitesse à laquelle on s'attend à ce que le changement climatique se produise, mais les études existantes paraissent avoir implicitement supposé que son apparition sera suffisamment graduelle pour permettre un certain ajustement de l'agriculture. Il apparaît que les biotechnologies accroissent les rendements moyens et plusieurs études portent par ailleurs à croire qu'elles ont un effet de réduction des risques. Il est toutefois difficile d'en juger car leur rythme d'adoption et celui des progrès technologiques sont si rapides que nous ne disposons pas de séries chronologiques suffisamment longues pour juger de la situation. Les études existantes suggèrent en outre que les risques environnementaux des biotechnologies suscitent certaines craintes. Les épizooties constituent également un facteur de risque qui se profile à l'horizon (Gramig, Horan et Wolf, 2005 ; Bicknell, Wilen et Howitt, 1999 ; Ott, 2006 ; Shaik *et al.*, 2006 ; Hennessy, Roosen et Jensen,

2005 ; van Asseldonk *et al.*, 2005). De plus en plus, ces événements peuvent non seulement affecter la production mais aussi provoquer des déplacements catastrophiques de la demande. Meuwissen *et al.* (1999) ont illustré les coûts considérables imposés par les efforts de prévention de même que les pertes tout aussi considérables entraînées par les épizooties touchant les animaux d'élevage. Le risque lié aux politiques mises en œuvre par les pouvoirs publics demeure important puisque l'application de mesures dont l'adoption n'était pas prévue risque de modifier les perspectives pour des productions agricoles impliquant l'utilisation d'actifs relativement fixes. Souvent, les chocs les plus profonds sur l'agriculture peuvent être la conséquence des politiques macroéconomiques plutôt que des politiques agricoles elles-mêmes. Les politiques de change et les politiques financières peuvent exercer des chocs spectaculaires sur le secteur agricole. Au nombre des problèmes liés à l'agriculture qui se profilent à l'horizon peuvent notamment être citées la politique de production de biocarburants et la constante évolution de la politique commerciale.

Perceptions du risque et préférences en matière de risque

Les enquêtes ayant invité les producteurs à indiquer les principales catégories de risque confirment dans une large mesure l'importance accordée au risque de rendement et au risque de prix des produits (Coble *et al.*, 1999 ; Patrick *et al.*, 2007 ; Hall *et al.*, 2003 ; Flaten *et al.*, 2005). Nous notons qu'un nombre assez limité d'études donnent à penser que les perceptions subjectives de l'ordre de grandeur du risque ne sont pas toujours cohérentes (Eales *et al.*, 1990 ; Pease, 1992 ; Egelkraut *et al.*, 2006). Les enquêtes récentes tendent à montrer qu'une moindre importance est attachée au risque de prix des intrants, mais qu'il pourrait figurer en meilleure place dans le contexte actuel. Les études existantes sur les préférences en matière de risque des producteurs agricoles sont loin de présenter une aussi grande diversité géographique que l'on pourrait le souhaiter.

Bien que l'hypothèse de l'utilité escomptée ait fait l'objet de critiques de la part des études existantes, elle demeure dominante dans la modélisation du risque agricole. De nombreuses études se contentent d'imposer l'hypothèse d'une aversion pour le risque dans les modèles de simulation, ce qui indique certes son acceptation par les chercheurs mais n'en constitue nullement une confirmation scientifique. Bien plus rares sont les études qui se sont attachées à estimer les coefficients d'aversion pour le risque (Saha, Shumway et Talpaz, 1994 ; Antle, 1987 ; Bar-Shira *et al.*, 1997 ; Kumbhakar, 2002 ; Lien, 2002 ; Love et Buccola, 1991). Une synthèse des études dont il a été fait état conforte clairement l'hypothèse de l'aversion pour le risque (OCDE, 2004 ; Gardebroek, 2006). Cependant, certaines formes fonctionnelles communément admises telles que celle de l'aversion absolue pour le risque constante ne permettent pas les comparaisons entre des individus placés dans des contextes différents. Le recours à l'aversion relative pour le risque constante (ARRC) rend par contre possible une telle comparaison. Sur onze études, seulement deux évoquent soit un comportement de neutralité à l'égard du risque soit un comportement d'attraction pour le risque. Dans la plupart de ces études, l'ARRC minimum est bien supérieure à zéro. Il apparaît que les écarts d'une étude à l'autre tiennent bien plus probablement à leurs caractéristiques particulières qu'à la région ou aux produits agricoles considérés. Aussi les comparaisons internationales de l'aversion pour le risque sont-elles assez fragiles.

Travaux de recherche et données dont le besoin se fait sentir

Le présent examen des études scientifiques existantes a déjà relevé diverses lacunes dans les recherches comme dans les connaissances dont on dispose. Il semble très largement admis que les chercheurs ont conceptualisé le problème de la gestion des risques auxquels sont confrontés les producteurs agricoles, mais le manque de données a fait obstacle à une application pleine et entière des modèles sur un plan empirique et donc à une meilleure compréhension des décisions de production ou des effets des outils de gestion des risques fournis par les marchés ou par les pouvoirs publics. Nous avons le sentiment que les axes de recherche suivants pourraient notamment se révéler féconds : 1) identification d'une population de producteurs qu'il s'agirait de suivre sur la durée afin de créer des panels d'enquête, et 2) réalisation d'une enquête en vue de déterminer au niveau de l'exploitation les préférences en matière de risque, le revenu, la consommation, le recours à l'épargne et à l'emprunt, de même que les choix concernant l'exercice d'une activité non agricole. Nous suggérons également de recueillir des informations sur les prix au comptant et les rendements pour chacune des productions de l'exploitation, tout comme sur les décisions en matière de gestion des risques prises dans chaque cas.

Notes

1. Les prix tendent à présenter une forte covariance spatiale, de sorte qu'il est bien moins probable qu'ils souffrent d'un biais d'agrégation.
2. Une récente étude suggère que dans certaines conditions (demande très inélastique aboutissant à des prix dont le sentier temporel suit une « évolution chaotique ») la libéralisation pourrait en réalité accroître la variabilité des cours mondiaux (Boussard *et al.*, 2006).
3. Nous mettons de nouveau en garde le lecteur quant à la difficulté de procéder valablement à des comparaisons des coefficients de variation des prix intérieurs selon les pays dès lors que lesdits pays mettent en œuvre des interventions sur les marchés qui diffèrent par leur nature comme par leur portée.
4. Les programmes de soutien des prix garantissent que le prix de vente du produit de base considéré ne sera pas inférieur à son prix de soutien. Les programmes de soutien des revenus ne soutiennent pas les prix mais garantissent aux producteurs le versement de la différence entre le prix visé et le prix du marché si celui-ci lui est inférieur.
5. Les questions composant l'échelle de Likert sont des questions permettant à la personne interrogée de choisir la réponse se rapprochant le plus de son opinion sur une échelle reflétant divers degrés d'adhésion à une certaine opinion.

Références

- Ahituv, A., and A. Kimhi (2006), “Simultaneous estimation of work choices and the level of farm activity using panel data”, *European Review of Agricultural Economics* 33:49-71.
- Allen, D.W. and D. Lueck (2002), *The Nature of the Farm: Contracts, Risk, and Organization in Agriculture*, Cambridge, MA: The MIT Press.
- Anderson, J.D., A. Harri, and K.H. Coble (2008), “Techniques for multivariate simulation from mixed marginal distributions with application to whole farm revenue simulation”, paper presented at the SCC-76 conference, Gulf Shores, Alabama.
- Anderson, J.R. and J.L. Dillon (1992), “Risk analysis in dryland farming systems”, *Farming Systems Management Series* No. 2, FAO, Rome.
- Anderson, J.R., J.L. Dillon, and B. Hardaker (1977), *Agricultural Decision Analysis*. Ames: Iowa State University Press.
- Anderson, R.W. (1985), “Some determinants of the volatility of futures prices,” *The Journal of Futures Markets* 5:331-348.
- Anderson, R.W. and J. Danthine (1983), “The time pattern of hedging and the volatility of futures prices,” *The Review of Economic Studies* 50:249-266.
- Antle, J. (1987), “Econometric estimation of producers’ risk attitudes”, *American Journal of Agricultural Economics*, N°69:509-522.
- Aradhya, S.V. and M.T. Holt (1990), “Price risk in supply equations: An application of GARCH time-series models to the U.S. broiler market”, *Southern Economic Journal*, N°57:230-242.
- Aslaksen, I., B. Natvig, and I. Nordal (2006), “Environmental risk and the precautionary principle: ‘Late lessons from early warnings’ applied to genetically modified plants”, *Journal of Risk Research* N°9:205-224.
- Atwood, J., S. Shaik, and M. Watts (2003), “Are crop yields normally distributed? A reexamination”, *American Journal of Agricultural Economics* 85:888-901.
- Bale, M.D. and E. Lutz (1979), “The effects of trade intervention on international price instability”, *American Journal of Agricultural Economics* N°61:512-516.
- Bard, S.K. and P.J. Barry (2001), “Assessing farmers' attitudes toward risk using the "closing-in" method”, *Journal of Agricultural and Resource Economics*, N°26:248-260.
- Barnard, C.H., G. Whittaker, D. Westenbarger, and M. Ahern (1997), “Evidence of capitalization of direct government payments into U.S. cropland values”, *American Journal of Agricultural Economics* 79:1642-1650.
- Barnett, B.J. (2000), “The U.S. farm financial crisis of the 1980s”, *Agricultural History*, N°74:366-380.
- Barrett, C.B. (1997), “Liberalization and food price distributions: ARCH-M evidence from Madagascar”, *Food Policy* N°22:155-173.
- Bar-Shira, Z., R.E. Just, and D. Zilberman (1997), “Estimation for farmers’ risk attitude: An econometric approach”, *Agricultural Economics* N°17:211-222.
- Beach, E.D., R. Boyd, and N.D. Uri (1997), “An assessment of the effect on land values of eliminating direct payments to farmers in the United States”, *Journal of Economic Development*, N°22:1-27.

- Beghin, J.C. and A. Aksoy (2003), "Agricultural trade and the Doha Round: Lessons from commodity studies", Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Briefing Paper 03-BP 42.
- Bessant, K.C.,(2007), "Multiple discourses on crisis: farm, agricultural, and rural policy implications," *Canadian Journal of Agricultural Economic*, N°55:443-457.
- Bicknell, K.B., J.E. Wilen, R. Howitt (1999), "Public policy and private incentives for livestock disease control", *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, N°43:501-521.
- Bielza, M., A. Garrido, and J.M. Sumpsi (2004), "Revenue insurance as an income stabilization policy: An application to the Spanish olive sector", *Cashiers d'Economie et Sociologie Rurales*, N°70:5-27.
- Blake, A., A. McKay, and O. Morrissey (2002), "The impact on Uganda of agricultural trade liberalization", *Journal of Agricultural Economics*, N°53:365-381.
- Blank, S.C., C.A. Carter, and J. McDonald (1997), "Is the market failing agricultural producers who wish to manage risks?", *Contemporary Economic Policy*, N°15:103-112.
- Boetel, B.L., R. Hoffmann, and D.J. Liu (2007), "Estimating investment rigidity within a threshold regression framework: The case of US hog production sector", *American Journal of Agricultural Economics*, N°89:36-51.
- Bontems, P. and A. Thomas (2000), "Information value and risk premium in agricultural production: the case of split nitrogen application for corn", *American Journal of Agricultural Economics* N°82:59-70.
- Bourguignon, F., S. Lambert, and A. Suwa-Eisenmann (2004), "Trade exposure and income volatility in cash-crop exporting developing countries", *European Review of Agricultural Economics* 31:369-387.
- Boussard, J., F. Gerard, M.G. Piketty, M. Ayouz, and T. Voituriez (2006), "Endogenous risk and long run effects of liberalization in a global analysis framework", *Economic Modelling* 23:457-475.
- Brink, L., and B. McCarl (1978), "The trade-off between expected return and risk among cornbelt farmers", *American Journal of Agricultural Economics*, N°60, pp. 259-263.
- Breustedt G., R. Bokusheva and O. Heidelberg (2008), "Evaluating the potential of index insurance schemes to reduce crop yield risk in an arid region", *Journal of Agricultural Economics*, N°59:312-328.
- Breustedt G. and T. Glauben (2007), "Driving forces behind exiting from farming in Western Europe", *Journal of Agricultural Economics* 58:115-127.
- Burton, M.P. and T. Young (1996), "The Impact of BSE on the demand for beef and other meats in Great Britain", *Applied Economics* 28:687-693.
- Cafiero, C., F. Angelucci, F. Capitanio, and M. Vollaro (2007), "Index based compensation for weather risk in the Italian agriculture: A feasibility study based on actual historical data", paper presented at the 101st EAAE Seminar "Management of Climate Risks in Agriculture", Berlin, Germany, 5-6 July.
- Carew, R and E.G. Smith (2006), "Assessing the contribution of genetic enhancements and fertilizer application regimes on canola yield and production risk in Manitoba", *Canadian Journal of Agricultural Economics*, N°54:215-226.
- Carriker, G.L., M.R. Langemeier, T.C. Schroeder, and A.M. Featherstone (1993), "Propensity to consume farm family disposable income for separate sources", *American Journal of Agricultural Economics*, N°75:739-785.
- Carter, H.O. and G.W. Dean (1960), "Income, price, and yield variability for principal California crops and cropping systems", *Hilgardia*, N°30:175-218.
- Chang, C.C. (2002), "The potential impact of climate change on Taiwan's agriculture", *Agricultural Economics*, N°27:51-64.
- Chavas, J.P. (1994), "Production and investment decisions under sunk cost and temporal uncertainty", *American Journal of Agricultural Economics*, N°74:114-127.

- Chavas, J.P. (2004), *Risk Analysis in Theory and in Practice*, Amsterdam: Elsevier.
- Chavas, J.P. and M.T. Holt (1990), “Acreage decisions under risk: The case of corn and soybeans”, *American Journal of Agricultural Economics*, N°72:529-538.
- Chavas, J.P. and M.T. Holt (1996), “Economic behavior under uncertainty: A joint analysis of risk preferences and technology”, *Review of Economics and Statistics*, N°78:329-335.
- Chavas, J., J. Kliebenstein, and T.D. Crenshaw (1985), “Modeling dynamic agricultural production response: The case of swine production.” *American Journal of Agricultural Economics*, N°67:636-646.
- Clapp, J. (2008), “Illegal GMO releases and corporate responsibility: Questioning the effectiveness of voluntary measures”, *Ecological Economic*, N°66:348-358.
- Cho, G., I.M. Sheldon, and S. McCorriston (2002), “Exchange rate uncertainty and agricultural trade”, *American Journal of Agricultural Economics*, N°84:931-942.
- Coble, K.H. and R. Dismukes (2008), “Distributional and risk reduction effects of commodity revenue program design”, *Review of Agricultural Economics*, N°30:543-553.
- Coble, K.H., R. Dismukes, and S. Thomas (2007), “Policy implications of crop yield and revenue variability at differing levels of disaggregation”, paper presented at the annual meeting of the American Agricultural Economics Association, Portland.
- Coble, K.H., R.G. Heifner, and M. Zuniga (2000), “Implications of crop yield and revenue insurance for producer hedging”, *Journal of Agricultural and Resource Economics* 25:432-452.
- Coble, K.H., T.O. Knight, G.F. Patrick, and A.E. Baquet (1999), “Crop producer risk management survey: A preliminary summary of selected data”, Agricultural Economics Information Report 99-001, Department of Agricultural Economics, Mississippi State University, September.
- Coble, K.H., J.C. Miller, M. Zuniga, and R. Heifner (2004), “The joint effect of government crop insurance and loan programmes on the demand for futures hedging”, *European Review of Agricultural Economics* N°31:309-330.
- Collins, A., W.N. Musser, and R. Mason (1991), “Prospect theory and risk preferences of Oregon seed producers”, *American Journal of Agricultural Economics*, N°73:429-435.
- Crespi, J.M., T. Xia, R. Jones (2008), “Competition, bargaining power, and the cattle cycle”, paper presented at annual meeting of the American Agricultural Economics Association, Orlando.
- Crost, B. and B. Shankar (2008), “Bt-cotton and production risk: Panel data estimates”, *International Journal of Biotechnology* 10:122-13.
- Day, R.H. (1965), “Probability distributions of field crop yields”, *Journal of Farm Economics* 47:713-741.
- Deaton, A. and G. Laroque (1992), “On the behaviour of commodity prices”, *Review of Economic Studies*, N°59:1-23.
- Debrah, S. and H.H. Hall (1989), “Data aggregation and farm risk analysis”, *Agricultural Systems*, N°31:239-245.
- Deng, X.H., B.J. Barnett, and D.V. Vedenov (2007), “Is there a viable market for area-based crop insurance?”, *American Journal of Agricultural Economics* N°89:508-519.
- Deng, X.H., B.J. Barnett, D.V. Vedenov, and J.W. West (2007), “Hedging dairy production losses using weather-based index insurance”, *Agricultural Economics* N°36:271-280.
- Dhuyvetter, K.C., E. Dean and J.L. Parcell (2003), “Using the crude oil and heating oil markets for diesel fuel purchasing decisions”, *Journal of Agribusiness* N°21:213- 229.
- Duffy, P.A., C.R. Taylor, D.L. Cain, and G.J. Young (1994), “The economic value of farm program base”, *Land Economics* N°70:318-329.

- Eales, J.S., B.K. Engel, R.J. Hauser, and S.R. Thompson (1990), "Grain price expectations of Illinois farmers and grain merchandisers", *American Journal of Agricultural Economics* N°72:701-708.
- Egelkraut, T.M., P. Garcia, J.M.E. Pennings, and B.J. Sherrick (2006), "Producers' yield and yield risk: Perceptions versus reality and crop insurance use", Paper presented at the annual meeting of the American Agricultural Economics Association, Long Beach, July.
- Eisgruber, L.M. and L.S. Schuhman (1963), "The usefulness of aggregated data in the analysis of farm income variability and resource allocation", *Journal of Farm Economics* N°45:587-591.
- Ekboir, J.M. (1999), "Potential impact of foot-and-mouth disease in California", Agricultural Issues Center, Division of Agricultural and Natural Resources, University of California Davis, California.
- El-Osta, H.S., A.K. Mishra, and M.J. Morehart (2008), "Off-farm labour participation decisions of married farm couples and the role of government payments", *Review of Agricultural Economics* N°30:311-332.
- Fackler, P.L. (1991), "Modeling interdependence: An approach to simulation and elicitation", *American Journal of Agricultural Economics* N°73:1091-1097.
- Flaten, O., G. Lien, M. Koesling, P. Valle, M. Ebbesvik (2005), "Comparing risk perceptions and risk management in organic and conventional dairy farming: Empirical results from Norway", *Livestock Production Science* 95:11-25.
- Fleeger, T.A., T.J. Richards, M.R. Manfreda, and D.R. Sanders (2004), "The performance of weather derivatives in managing risks of specialty crops", Paper presented at the NCR-134 Conference, St. Louis, April.
- Foster, W.E. and G.C. Rausser (1991), "Farm behaviour under risk of failure", *American Journal of Agricultural Economics* N°73:276-288.
- Frederick, S., G. Loewenstein, and T. O'Donoghue (2002), "Time discounting and time preference: A critical review", *Journal of Economic Literature* N°40:351-401.
- Freshwater, D. and S. Jetté-Nantel (2008), "Agricultural risk management through household portfolio choice", Paper developed for the 2008 NAREA Agricultural Policy workshop, Quebec City, June.
- Freund, R.J. (1956), "The introduction of risk into a programming model", *Econometrica* N°24:253-263.
- Fuhrer, J., M. Beniston, A. Fischlin, C. Frei, S. Goyette, K. Jasper, and C. Pfister (2006), "Climate risks and their impact on agriculture and forests in Switzerland", *Climatic Change* N°79:79-102.
- Gallagher, P. (1987), "U.S. soybean yields: Estimation and forecasting with nonsymmetric disturbances", *American Journal of Agricultural Economics* N°69:798-803.
- Gardebreek, C. (2006), "Comparing risk attitudes of organic and non-organic farmers with a Bayesian random coefficient model", *European Review of Agricultural Economics* N°33:485-510.
- Gardner, B.L. (2001), "Risk created by policy in agriculture", in R.E. Just and R.D. Pope (eds.) *A Comprehensive Assessment of the Role of Risk in U.S. Agriculture*, New York: Springer.
- Giot, P. (2003), "The information content of implied volatility in agricultural commodity markets", *Journal of Futures Markets* 23:441-454.
- Gómez-Limón, J.A., L. Riesgo and M. Arriaza (2002), "Agricultural risk aversion revisited: A multicriteria decision making approach", Paper presented at the Xth European Association of Agricultural Economists Conference, Zaragoza.
- Goodwin, B.K. (2000), "Instability and risk in U.S. agriculture", *Journal of Agribusiness* N°18:71-89.
- Goodwin, B.K., and A.P. Ker (1998), "Nonparametric estimation of crop yield distributions: Implications for rating group-risk crop insurance contracts", *American Journal of Agricultural Economics* N°80:139-153.

- Goodwin, B.K., M.C. Roberts, and K.H. Coble (2000), “Measurement of price risk in revenue insurance: Implications of distributional assumptions”, *Journal of Agricultural and Resource Economics* N°25:195-214.
- Goodwin, T.H. and S.M. Sheffrin (1982), “Testing the rational expectations hypothesis in an agricultural market”, *The Review of Economics and Statistics* N°64:658-667.
- Gramig, B., B.J. Barnett, J.R. Skees, and J.R. Black (2006), “Incentive compatibility in risk management of contagious livestock diseases”, In S.R. Koontz, D.L. Hoag, D.D. Thilmany, J.W. Green, J.L. Grannis (eds.), *The Economics of Livestock Disease Insurance: Concepts, Issues and International Case Studies*, Cambridge: CABI Publishing.
- Gramig, B., R. Horan, and C. Wolf (2005), “A model of incentive compatibility under moral hazard in livestock disease outbreak response”, Paper presented at the annual meeting of the American Agricultural Economics Association, Providence, July.
- Groover, G. (2005), “Hurricanes and farming: farm business management update”, Department of Agricultural & Applied Economics, Virginia Tech University <http://www.ext.vt.edu/news/periodicals/fmu/2005-10/hurricanes.html>
- Hall, D.C., T.O. Knight, K.H. Coble, A.E. Baquet, and G.F. Patrick (2003), “Analysis of beef producers' risk management perceptions and desire for further risk management education”, *Review of Agricultural Economics* N°25:430-448.
- Hardaker, J.B., R.B.M. Huirne, and J.R. Anderson (1997), *Coping with Risk in Agriculture*, Wallingford: CAB International.
- Harri, A., K.H. Coble, C. Erdem, and T.O. Knight (forthcoming), “Crop yield normality: A reconciliation of previous research”, *Review of Agricultural Economics*.
- Hart, C.E., D.J. Hayes, and B.A. Babcock (2006), “Insuring eggs in baskets: Should the government insure individual risks?” *Canadian Journal of Agricultural Economics* N°54:121-137.
- Harwood, J.L., R. Heifner, K.H. Coble, J. Perry, and A. Somwaru (1999), “Managing risk in farming: Concepts, research and analysis”, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Report Number 774, March.
- Hazell, P., G. Shields, and D. Shields (2005), “The nature and extent of domestic sources of food price instability and risk”, Paper presented at the World Bank workshop on “Food Price Risk Management in Low Income Countries”, Washington DC., February.
- Henneberry, S.R., K.P. Piewthongngam, and H. Qiang (1999), “Consumer safety concerns and fresh produce consumption”, *Journal of Agricultural Resource Economics* N°24:98-113.
- Hennessy, D.A. (1998), “The production effects of agricultural income support policies under uncertainty”, *American Journal of Agricultural Economics* N°80:46-57.
- Hertel, T.W., K. Anderson, J.F. Francois, and W. Martin (2000), “Agriculture and non-agricultural liberalization in the millennium round”, Centre for International Economics Studies, University of Adelaide, Policy Discussion Paper No. 0016.
- Hildreth, C., and G.J. Knowles (1982), “Some estimates of farmers' utility functions”, Agricultural Experiment Station, University of Minnesota, Technical Bulletin 335-1982.
- Holt, M.T. and S.R. Johnson (1989), “Bounded price variation and rational expectations in an endogenous switching model of the U.S. corn market”, *Review of Economics and Statistics* N°71:605-613.
- Howard, W.H. and C.R. Shumway (1988), “Dynamic adjustment in the U.S. dairy industry”, *American Journal of Agricultural Economics* N°70:837-847.
- Howden, S.M., J.F. Soussana, F.N. Tubiello, N. Chhetri, M. Dunlop, and H. Meinke (2007), “Adapting agriculture to climate change”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, N°104:19691-19696.

- Howitt, R.E., S. Msangi, A. Reynaud, and K.C. Knapp (2005), "Estimating intertemporal preferences for natural resource allocation", *American Journal of Agricultural Economics* N°87:969-983.
- Hubbard, L.J., J. Lingard, and J.P.G., Webster (2000), "Romanian wheat prices: Is there a need for stabilisation?", *Food Policy* N°25:55-67.
- Huirne, R.B.M., M.A.P.M. van Asseldonk, M.C.M. De Jong, J.J. De Vlieger, M.C.M. Mourits, T.J. Hagenaars, and E.N. Noordhuizen-Stassen (2005), "Prevention and control of foot and mouth disease, classical swine fever and avian influenza in the European Union: An integrated analysis of epidemiological, economic and social-ethical aspects", EU-research report, executive summary available at <http://www.warmwell.com/04dec18brusselsconf.html>
- Hurley, T.M., P.D. Mitchell, and M.E. Rice (2004), "Risk and the value of Bt corn", *American Journal of Agricultural Economics* N°86:345-358.
- John, M., D. Pannell, and R. Kingwell (2005), "Climate change and the economics of farm management in the face of land degradation: Dryland salinity in western Australia", *Canadian Journal of Agricultural Economics*, N°53: 443-459.
- Johnson, D.G. (1975), "World agriculture, commodity policy, and price variability", *American Journal of Agricultural Economics*, N°57:823-828.
- Johnson, G.L. (1956), "Supply function - some facts and notions", In E.O. Heady, H.G. Diesslin, H.R. Jensen, and G.L. Johnson (eds.), *Agricultural Adjustment Problems in a Growing Economy*, Ames, IA: Iowa State University Press.
- Jordaan H., B. Grové, A. Jooste, and Z.G. Alemu (2007), "Measuring the price volatility of certain field crops in South Africa using the ARCH/GARCH approach", *Agrekon*, N°46:306-322.
- Just, R. E. and Q. Weninger (1999), "Are crop yields normally distributed?", *American Journal of Agricultural Economics*, N°81:287-304.
- Kahneman, D. and A. Tversky (1979), "Prospect theory: An analysis of decision under risk", *Econometrica* 47:263-291.
- Key, N., M.J. Roberts, and E. O'Donoghue (2006), "Risk and farm operator labour supply", *Applied Economics* N°38:573-586.
- Kim, K. and J.P. Chavas (2003), "Technological change and risk management: An application to the economics of corn production", *Agricultural Economics*, N°29:125-142.
- King, R.P., and G.E. Oamek (1983), "Risk management by Colorado dryland wheat farmers and the elimination of the disaster assistance program", *American Journal of Agricultural Economics*, N°65: 247-255.
- Knight, T.O., K.H. Coble, B.K. Goodwin, R. M. Rejesus, and S. Seo (2008), "Evaluation of the basic unit discounts in crop insurance", Paper presented at the annual meeting of SCC-76, Orange Beach, Alabama, March.
- Kumbhakar, S.C. (2002), "Specification and estimation of production risk, risk preferences and technical efficiency", *American Journal of Agricultural Economics*, N°84:8-22.
- Lagerkvist, C.J. (2005), "Agricultural policy uncertainty and farm level adjustments – the case of direct payments and incentives for farmland investment", *European Review of Agricultural Economics* 32:1-23.
- Langemeier, M.R. and G.F. Patrick (1990), "Farmers' marginal propensity to consume: An application to Illinois grain farms", *American Journal of Agricultural Economics*, N°72: 309-316.
- Leeming, J. and P. Turner (2004), "The BSE crisis and the price of red meat in the UK", *Applied Economics* N°36:1825-1829.
- Lence, S.H. (2000), "Using consumption and asset return data to estimate farmers' time preferences and risk attitudes", *American Journal of Agricultural Economics* N°82:934-947.

- Lien, G. (2002), “Non-parametric estimation of decision makers’ risk aversion”, *Agricultural Economics* N°27:75-83.
- Lien, G., O. Flaten, A.M. Jervell, M. Ebbesvik, M. Koesling, and P.S. Valle (2006), “Management and risk characteristics of part-time and full-time farmers in Norway”, *Review of Agricultural Economics* N°28:111-131.
- Lien, G. and J.B. Hardaker (2001), “Whole-farm planning under uncertainty: Impacts of subsidy scheme and utility function on portfolio choice in Norwegian agriculture”, *European Review of Agricultural Economics* N°28:17-36.
- Lin, W., G. Dean, and C. Moore (1974), “An empirical test of utility vs. profit maximization in agricultural production”, *American Journal of Agricultural Economics* 56:497-508.
- Lloyd, T., S. McCorriston, C.W. Margan, and A.J. Rayner (2001), “The impact of food scares on price adjustment in the UK beef market”, *Agricultural Economics* N°25:347-357.
- Love, H.A. and S.T. Buccola (1991), “Joint risk preference-technology estimation with a primal system”, *American Journal of Agricultural Economics* N°73:765-774.
- Lusk JL, L.O. House, Valli C, Jaeger SR, Moore M, Morrow JL, Traill WB, “Effect of information about benefits of biotechnology on consumer acceptance of genetically modified food: evidence from experimental auctions in the United States, England, and France,” *European Review of Agricultural Economics* N°31:179-204.
- Lusk, J.L., J. Roosen, and J.A. Fox (2003), “Demand for beef from cattle administered growth hormones or fed genetically modified corn: A comparison of consumers in France, Germany, the United Kingdom and the United States”, *American Journal of Agricultural Economics* N°85:16-29.
- Lusk, J.L. and T.C. Schroeder (2002), “Effects of meat recalls on futures market prices”, *Agricultural and Resource Economics Review* 31:47-58. Manfredo, M.R. and R.M. Leuthold (1999), “Value-at-risk analysis: A review of the potential for agricultural applications”, *Review of Agricultural Economics* N°21:99-111.
- Manfredo, M.R. and R.M. Leuthold (2001), “Market risk and the cattle feeding margin: An application of value-at-risk”, *Agribusiness* N°17:333-353.
- Marra, M.C. and B.W. Schurle (1994), “Kansas wheat yield risk measures and aggregation: A meta-analysis approach”, *Journal of Agricultural and Resource Economics* 19:69-77.
- Marsh, J.M. (1992), “The effects of breeding stock productivity on the U.S. beef cattle cycle”, *American Journal of Agricultural Economics* N°81:335-346.
- Martin, S.W., B.J. Barnett, and K.H. Coble (2001), “Developing and pricing precipitation insurance”, *Journal of Agricultural and Resource Economics* 26:261-274.
- McCluskey, J.J., K.M. Grimsrud, H. Ouchi, and T.L. Wahl (2005), “Bovine spongiform encephalopathy in Japan: Consumers’ food safety perceptions and willingness to pay for tested beef”, *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* N°49:197-209.
- Meuwissen, M.P.M., S.H. Horst, R.B.M. Huirne, and A.A. Dijkhuizen (1999), “A model to estimate the financial consequences of classical swine fever outbreaks: principles and outcomes”, *Preventive Veterinary Medicine* 42:249-270.
- Meuwissen, M. R. Huirne, B Hardaker,(1999) “Perceptions of risk and risk management strategies: An analysis of Dutch livestock farmers, *American Journal of Agricultural Economics*, N°81:1284-1285
- Meuwissen, M.P.M., M. Van Asseldonk and R.B.M. Huirne (2003), “Alternative risk financing instruments for swine epidemics”, *Agricultural Systems* N°75:305-322.
- Meuwissen, M.P.M., M. Van Boven, T.J. Hagenaars, G.J. Boender, G. Nodelijk, M.C.M. De Jong, and R.B.M. Huirne (2006), “Predicting future costs of High-Pathogenicity Avian Influenza epidemics: large versus small uncertainties”, *NJAS Wageningen Journal of Life Sciences* N°54:195-205.

- Miranda, M.J. (1991), "Area-yield crop insurance reconsidered", *American Journal of Agricultural Economics*, 73:233-242.
- Mishra, A.K. and B.K. Goodwin (1997), "Farm income variability and the supply of off-farm labor", *American Journal of Agricultural Economics* 79:880-887.
- Moss, C.B. and J.S. Shonkwiler (1993), "Estimating yield distribution with a stochastic trend and nonnormal errors", *American Journal of Agricultural Economics* N°75:1056-1062.
- Musshoff, O. and N. Hirschauer (2008), "Adoption of organic farming in Germany and Austria: An integrative dynamic investment perspective", *Agricultural Economics* N°39:135-145.
- Musshoff, O., M. Odening and W. Xu (2006), "Modeling and pricing rain risk", Paper presented at the International Association of Agricultural Economists Conference, Gold Coast, Australia.
- Nartea, G. and P. Webster (2008), "Should farmers invest in financial assets as a risk management strategy? Some evidence from New Zealand", *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* N°52:183-202.
- Nelson, C.H. (1990), "The influence of distributional assumptions on the calculation of crop insurance premia", *North Central Journal of Agricultural Economics* N°12:71-78.
- Nelson, C.H., J.B. Braden, and J.S. Roh (1989), "Asset fixity and investment asymmetry in agriculture", *American Journal of Agricultural Economics* N°71:970-979.
- Nelson, C.H. and P.V. Preckel (1989), "The conditional beta distribution as a stochastic production function", *American Journal of Agricultural Economics* N°71:370-378.
- Newbery, D.M.G. and J.E. Stiglitz (1981), *The Theory of Commodity Price Stabilization*, Oxford: Clarendon Press.
- Niemie, J.K. and H. Lehtonen (2008), "The value of market uncertainty in a livestock epidemic", Paper presented at the annual meeting of the American Agricultural Economics Association, Orlando, July.
- Nielen, M., A.W. Jalvingh, M.P.M. Meuwissen, S.H. Horst, and A.A. Dijkhuizen (1999), "Spatial and stochastic simulation to evaluate the impact of events and control measures on the 1997-1998 classical swine fever epidemic in The Netherlands. II. Comparison of control strategies." *Preventive Veterinary Medicine* N°42:297-317.
- Oehmke, J.F., B. Sparling and L. Martin (2008), "Fertilizer price volatility, risk, and risk management strategies", Report for the Canadian Fertilizer Institute, May 8.
- Oerke E.C. and H.W. Dehne (2004), "Safeguarding production—losses in major crops and the role of crop protection", *Crop Protection* N°23:275-285.
- Oltmer, K. and R. Florax (2001), "Impacts of agricultural policy reform on land prices: A quantitative analysis of the literature", Paper presented at the joint annual meeting of the American Agricultural Economics Association and the Canadian Agricultural Economics Society, Chicago, August.
- Organization for Economic Cooperation and Development OECD (2004), "Risk Effects of PSE crop measures", Paris: OECD Publishing.
- Organization for Economic Cooperation and Development (2008), "Agricultural support, farm land values and sectoral adjustment: The implications for policy reform", Paris.
- Ott, S. (2006), "Issues associated with U.S. livestock disease compensation in the 21st century", In S.R. Koontz, D.L. Hoag, D.D. Thilmany, J.W. Green, J.L. Grannis (eds.), *The Economics of Livestock Disease Insurance: Concepts, Issues and International Case Studies*, Cambridge: CABI Publishing.
- Oude Lansink, A (1999), "Area allocation under price uncertainty on Dutch arable farms", *Journal of Agricultural Economics* N°50:93-105.
- Painter, M.J. (2000), "Should Saskatchewan farmland be part of your investment portfolio?", *Canadian Journal of Agricultural Economics-Revue Canadienne D Agroéconomie* N°48:39-50.

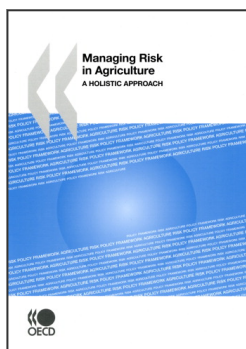
- Park, M., Y.H. Jin, and D.A. Bessler (2008), “The impacts of animal disease crises on the Korean meat market”, Paper presented at the annual meeting of the American Agricultural Economics Association, Orlando, July.
- Patrick, G.F., A.J. Peiter, T.O. Knight, K.H. Coble, and A.E. Baquet (2007), “Hog producers’ risk management attitudes and desire for additional risk management education”, *Journal of Agricultural and Applied Economics* N°39:671-688.
- Pease, J.W. (1992), “A comparison of subjective and historical crop yield probability distributions”, *Southern Journal of Agricultural Economics* N°24:23–32.
- Pennings, J.M.E., and P. Garcia (2001), “Measuring producers’ risk preferences: A global risk-attitude construct”, *American Journal of Agricultural Economics*, N°83:993-1009.
- Peterson, H.H, and Y.J. Chen (2005), “The impact of BSE on Japanese retail meat demand”, *Agribusiness* N°23:313-327.
- Pick, D.H. (1990), “Exchange rate risk and U.S. agricultural trade flows”, *American Journal of Agricultural Economics* N°72:694-700.
- Pick, D.H. and T.L. Vollrath (1994), “Real exchange rate misalignment and agricultural export performance”, *Economic Development and Cultural Change* N°42:555-571.
- Piggot, N.E. and T.L. Marsh (2004), “Does food safety information impact U.S. meat demand?”, *American Journal of Agricultural Economics* N°86:154-174.
- Poor, J. and N. Hegedusne Baranyai (2007), “Dynamic investigation of the purchase price and quantity of maize and pig”, *Journal of Central European Agriculture* N°8:39-46.
- Pope R.D. and R.E. Just, (1991), “On testing the structure of risk preferences in agricultural supply analysis”, *American Journal of Agricultural Economics* N°73:743-748.
- Popp, M., M. Rudstrom, and P. Manning (2005), “Spatial yield risk across region, crop and aggregation method”, *Canadian Journal of Agricultural Economics-Revue Canadienne D Agroéconomie* N°53:103-115.
- Pratt, J. (1964), “Risk aversion in the small and in the large”, *Econometrica* N°32:122-36.
- Pritchett, J, D. Thilmany, and K. Johnson (2005), “Animal disease economic impacts: A survey of literature and typology of research approaches”, *International Food and Agribusiness Management Review* N°8:23-45.
- Quiggin, J. and J. Horowitz (2003), “Costs of adjustment to climate change”, *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 47:429-446.
- Ramaratnam, S.S., M.E. Rister, D.A. Bessler, and J. Novak (1986), “Risk attitudes and farm/producer attributes: A case study of Texas coastal bend grain sorghum producers”, *Southern Journal of Agricultural Economics* N°18:85-95.
- Ramirez, O.A. (1997), “Estimation and use of a multivariate parametric model for simulating heteroskedastic, correlated, nonnormal random variables: The case of corn belt corn, soybean and wheat yields”, *American Journal of Agricultural Economics* N°79:191-205.
- Ramirez, O.A., S. Misra, and J. Field (2003), “Crop-yield distributions revisited”, *American Journal of Agricultural Economics* N°85:108-120.
- Ray, D.E., J.W. Richardson, D.G. De La Torre Ugarte, and K.H. Tiller (1998), “Estimating price variability in agriculture: Implications for decision makers”, *Journal of Agricultural and Applied Economics* N°30:21-33.
- Richards, T.J., M.R. Manfredo, D.R. Sanders (2004), “Pricing weather derivatives”, *American Journal of Agricultural Economics* N°86:1005-1017.

- Roberts, M.J., B. Kirwan, and J. Hopkins (2003), "The incidence of government program payments on agricultural land rents: The challenges of identification", *American Journal of Agricultural Economics* N°85:762-769.
- Robison L. and P. Barry (1987), *The Competitive Firm's Response to Risk*, New York: MacMillan.
- Robison, L. and J.R. Brake (1979), "Application of portfolio theory to farmer and lender behavior", *American Journal of Agricultural Economics*, N°61:158-164.
- Rosen, S., K. M. Murphy, and J. A. Scheinkman (1994), "Cattle cycles." *The Journal of Political Economy*, N°3:468-492.
- Rothschild M. and J.E. Stiglitz (1970), "Increasing risk: I. A definition", *Journal of Economic Theory*, N°2:255-243.
- Rucker, R.R., O.R. Burt, and J.T. LaFrance (1984), "An econometric model of cattle inventories", *American Journal of Agricultural Economics* N°66:131-144.
- Rudstrom, M., M. Popp, P. Manning, and E. Gbur (2002), "Data aggregation issues for crop yield risk analysis", *Canadian Journal of Agricultural Economics*, N°50:185-200.
- Saghaian, S.H. (2007), "Beef safety shocks and dynamics of vertical price adjustment: The case of BSE discovery in the U.S. beef sector", *Agribusiness*, N°23:333-348.
- Saha, A., C.R. Shumway and H. Talpaz (1994), "Joint estimation of risk preference structure and technology using expo-power utility", *American Journal of Agricultural Economics*, N°76:173-184.
- Saha, A. (1997), "Risk preference estimation in the non linear mean standard deviation approach". *Economics Enquiry*, N°25:770-782.
- Salk, S.B., S. Blondel, C. Daniel, C. Deffains-Crapsky, C. Jutard, and B. Sejourne (2007), "Management of climate risks in the wine sector: A field study on risky behaviour", Paper presented at the 101st EAAE Seminar Management on "Climate Risks in Agriculture", Berlin, July.
- Sand, R. (2002), "The propensity to consume income from different sources and implications for saving: An application to Norwegian farm households", International Agricultural Policy Reform and Adjustment Project Workshop on the Farm Household-Firm Unit: Its Importance in Agriculture and Implications for Statistics, Wye Campus, Imperial College, April.
- Sarris, A.H. (2000a), "World cereal price instability and a market-based instrument for LDC food import risk management", *Food Policy*, N°25:189-209.
- Sarris, A.H. (2000b), "Has world cereal market instability increased?", *Food Policy*, N°25:337-350.
- Savage, L.J. (1954), *The Foundations of Statistics*, New York: Wiley.
- Sawada, Y. (2007), "The impact of natural and manmade disasters on household welfare", *Agricultural Economics*, N°37:59-73.
- Schlenker, W. and S.B. Villas-Boas (2006), "Consumer and market response to mad-cow disease", Department of Agricultural Economics, University of California, Berkeley, GUDARE Working Papers 1023
- Schnepf, R. (1999), "Assessing agricultural commodity price variability", *Agricultural Outlook* October.
- Schoenbaum M. A. and W. T. Disney (2003), "Modeling alternative mitigation strategies for a hypothetical outbreak of foot-and-mouth disease in the United States", *Preventative Veterinary Medicine*, N°58:25-52.
- Schurle, B., and W.I. Tierney, Jr. (1990), "A Comparison of Risk Preference Measurements with Implications for Extension Programming", Department of Agricultural Economics, Kansas State University, Staff Paper No. 91-6, Manhattan, KS.
- Serra, T., B.K. Goodwin, and A.M. Featherstone (2005), "Agricultural policy reform and off-farm labour decisions", *Journal of Agricultural Economics*, N°56:271-285.

- Shaik, S., B.J. Barnett, K.H. Coble, J.C. Miller, and T. Hanson (2006), “Insurability conditions and livestock disease insurance”, In S.R. Koontz, D.L. Hoag, D.D. Thilmany, J.W. Green, J.L. Grannis (eds.), *The Economics of Livestock Disease Insurance: Concepts, Issues and International Case Studies*, Cambridge: CABI Publishing.
- Shaik, S., G.A. Helmers, and J.A. Atwood (2005), “The evolution of farm programs and their contribution to agricultural land values”, *American Journal of Agricultural Economics* N°87:1190-1197.
- Shepherd, L.E. and R.A. Collins (1982), “Why do farmers fail? Farm bankruptcies 1910-78”, *American Journal of Agricultural Economics* 64:609-615.
- Sherrick, B.J., F.C. Zanini, G.D. Schnitkey, and S.H. Irwin (2004), “Crop insurance valuation under alternative yield distributions”, *American Journal of Agricultural Economics* 86:406-419.
- Shonkwiler, J.S. and G.S. Maddala (1985), “Modeling expectations of bounded prices: An application to the market for corn”, *Review of Economics and Statistics* 7:697-702.
- Snow AA, Andow DA, Gepts P, Hallerman EM, Power A, Tiedje JM, Wolfenbarger LL (2005) “Genetically engineered organisms and the environment: Current status and recommendations.” *Ecological Applications* 5(2)377-404
- Stam, J. and B.L. Dixon (2004), “Farmer bankruptcies and farm exits in the United States, 1899-2002”, Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture, Agriculture Information Bulletin N 788, March.
- Starmer, C. (2000), “Developments in non-expected utility theory: The hunt for a descriptive theory of choice under risk”, *Journal of Economic Literature* N°38:332-382.
- Stockton, M.C. and R.K. Wilson (2007), “Simulated analysis of drought’s impact on different cow-calf production systems”, Paper presented at the annual meeting of the Southern Agricultural Economics Association, Mobile, February.
- Stoppa, A. and U. Hess (2003), “Design and use of weather derivatives in agricultural policies: the case of rainfall index insurance in Morocco”, Paper presented at the International Conference “Agricultural Policy Reform and the WTO: Where are we heading”, Capri, June.
- Streeter, D.H., and W.G. Tomek (1992), “Variability in soybean futures prices: An integrated framework”, *The Journal of Futures Markets* N°12:705-730.
- Subervie, J. (2008), “The variable response of agricultural supply to world price instability in developing countries”, *Journal of Agricultural Economics* N°59:72-92.
- Tannura, M.A., S.H. Irwin, and D.L. Good (2008), “Weather, technology, and corn and soybean yields in the U.S. corn belt”, Department of Agricultural and Consumer Economics, University of Illinois at Urbana-Champaign, Marketing and Outlook Research Report 2008-01, February.
- Tauer, L.W. (1986), “Risk preferences of dairy farmers”, *North Central Journal of Agricultural Economics* N°8:7-15.
- Thomas, A.C. (1987), “Risk attitudes measured by the interval approach: A case study of Kansas farmers”, *American Journal of Agricultural Economics* N°69:1101-1105.
- Taylor, C.R. (1990), “Two practical procedures for estimating multivariate non-normal probability density functions”, *American Journal of Agricultural Economics* N°72:210-217.
- Torriani, D.S., P. Calanca, S. Schmid, M. Beniston, and J. Fuhrer (2007), “Potential effects of changes in mean climate and climate variability on the yield of winter and spring crops in Switzerland”, *Climate Research* N°34:59-69.
- Turvey, C.G., (2001), “Weather derivatives for specific event risks in agriculture”, *Review of Agricultural Economics* N°23:333-351.
- U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service website accessed 8/12/2008 <http://www.ers.usda.gov/Data/FertilizerUse/Tables/Table7.xls>

- U.S. Department of Energy, Energy Administration website accessed 8/12/2008
<http://www.eia.doe.gov/emeu/international/oilprice.html>
- van Asseldonk, M.A.P.M. and J.W.A. Langeveld (2007), "Coping with climate change in agriculture: A portfolio analysis", Paper presented at the 101st EAAE Seminar "Management of Climate Risks in Agriculture", Berlin, July.
- van Asseldonk, M.A.P.M., M.P.M. Meuwissen, M.C.M. Mourits, and R.B.M. Huirne (2005), "Economics of controlling avian influenza epidemics", In R.S. Schrijver and G. Koch (eds.), *Avian Influenza: Prevention and Control*. Wageningen: Springer.
- van Asseldonk, M.A.P.M. and A.G.J.M. Oude Lansink (2003), "Weather based index insurance to hedge temperature exposure of greenhouse horticultural farms". In Wesseler, J., H.P. Weikard, and R.D. Weaver, eds. *Risk and Uncertainty in Environmental and Natural Resource Economics*, Cheltenham: Edward Elgar.
- Varangis, P., D. Larson, J.R. Anderson (2002), "Agricultural markets and risks: Management of the latter, not the former", World Bank, http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2002/03/22/000094946_02031010384554/additional/132532322_20041117182116.pdf.
- Vasavada, U. and R.G. Chambers (1986), "Investment in U.S. agriculture", *American Journal of Agricultural Economics* N°68:950-960.
- Vedenov, D.V. and B.J. Barnett (2004), "Efficiency of weather derivatives as primary crop insurance instruments", *Journal of Agricultural and Resource Economics* N°29:387-403.
- von Neumann J. and O. Morgenstern (1947), *Theory of Games and Economic Behavior* Princeton: Princeton University Press.
- Vrolijk, H.C.J. and Poppe, K.J., (2008). Income volatility and income crises in the European Union. In: Meuwissen, M.P.M., Van Asseldonk, M.A.P.M. and Huirne, R.B.M. (eds), 2008. *Income stabilisation in European agriculture; design and economic impact of risk management tools*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands, pp. 33-53.
- Wang, H.H., S.D. Hanson, R.J. Myers, and J.R. Black (1998), "The effects of crop yield insurance designs on farmer participation and welfare", *American Journal of Agricultural Economics*, N°80:806-820.
- Weersink, A., S. Clark, C.G. Turvey, and R. Sarker (1999), "The effect of agricultural policy on farmland values", *Land Economics* N°75:425-439.
- Weisensel, W.P. and R.A. Schoney (1989), "An analysis of the yield-price risk associated with speciality crops", *Western Journal of Agricultural Economics*, N°14:293-299.
- Wilhite, D.A. (1997), "Improving drought management in the west: The role of mitigation and preparedness", Paper presented to the Western Water Policy Review Advisory Commission, <http://www.drought.unl.edu/pubs/wwprcw.pdf>.
- Wilson, P.N., and V.R. Eidman (1983), "An empirical test of the interval approach for estimating risk preferences", *Western Journal of Agricultural Economics*, N°8:170-182.
- Woldehanna T., A.O. Lansink, J. Peerlings (2000), "Off-farm work decisions on Dutch cash crop farms and the 1992 and Agenda 2000 CAP reforms", *Agricultural Economics*, N°22:163-171.
- Xing, L. and K. Pietola (2005), "Forward hedging under price and production risk of wheat", Paper presented at the XIth Congress of the European Association of Agricultural Economists, "The Future of Rural Europe in the Global Agri-Food System", Copenhagen, August.
- Xiong W., R. Matthews, I. Holman, E. Lin and Y Xu (2007), "Modelling China's potential maize production at regional scale under climate change", *Climatic Change*, N°85:433-451.
- Xu, W., M. Odening, and O. Musshoff (2007), "Indifference pricing of weather insurance", Paper presented at the 101st European Association of Agricultural Economists Seminar on Management of Climate Risks in Agriculture, Berlin.

- Yang, J., M.S. Haigh, D.J. Leatham (2001), “Agricultural liberalization policy and commodity price volatility: a GARCH application”, *Applied Economics Letters*, N°8:593-598.
- You, Z., J.E. Epperson, and C.L. Huang (1996), “A composite system demand analysis for fresh fruit and vegetables in the United States”, *Journal of Food Distribution Research*, N°27:11-22.
- Young, D.L. (1979), “Risk preferences of agricultural producers: Their use in extension and research”, *American Journal of Agricultural Economics*, N°61:1063-1070.



Extrait de :
Managing Risk in Agriculture
A Holistic Approach

Accéder à cette publication :

<https://doi.org/10.1787/9789264075313-en>

Merci de citer ce chapitre comme suit :

OCDE (2010), « Évaluation de l'exposition aux risques en agriculture : examen des études existantes », dans *Managing Risk in Agriculture : A Holistic Approach*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264075337-5-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) info@copyright.com ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.