Décision d'investissement d'un agriculteur neutre au risque en présence d'une contrainte financière

Olivier Mahul

Décision d'investissement d'un agriculteur neutre au risque en présence d'une contrainte financière

Version préliminaire (avril 1996)

O. Mahul

Institut National de la Recherche Agronomique, Rennes, France

Résumé

Dans cet article, nous montrons comment l'introduction d'une contrainte financière dans le problème de maximisation de l'utilité espérée d'un agriculteur modifie ses décisions d'investissement. Bien que supposé intrinsèquement neutre au risque, l'agriculteur va se comporter comme un agent risquophobe ou risquophile, selon que ses liquidités initiales sont suffisantes ou insuffisantes pour honorer ses engagements de fin de période. De tels choix sont dus à la discontinuité de la fonction d'utilité apparente. Nous analysons ses choix d'investissement face à un projet risqué indivisible, puis lorsqu'il dispose d'une fonction de production stochastique à un intrant. Les modifications des conditions d'accès aux marchés financiers peuvent s'avérer être un outil de politique économique intéressant.

1 Introduction

«La politique de modernisation rapide d'une large frange de l'agriculture européenne, engagée depuis trente ans, s'est traduite par une très forte croissance du capital mis en oeuvre par les exploitations, et par une dépendance financière accrue» (Blogowski & all. 1992). La baisse du prix des produits agricoles et l'augmentation du coût du crédit ont placé de nombreux agriculteurs dans une situation financière difficile. Les défaillances d'entreprises ne concernent pas seulement les exploitations de petite taille. Elles concernent aussi les exploitations disposant de surfaces moyennes ou grandes, qui ne peuvent plus dégager un revenu suffisant pour satisfaire les besoins privés de leur famille et honorer leurs engagements financiers. Dès le début des années 1980, les exploitations agricoles européennes voient leur autonomie financière se réduire. La pression financière auxquelles elles sont soumises, mesurée par le rapport intérêts/valeur ajoutée nette, est différente selon les pays. En 1989, les exploitations danoises consacrent près de la moitié de leur valeur ajoutée au paiement des intérêts et les exploitations britanniques environ 20% (Blogowski & al. 1992). En France, la pression financière est relativement faible grâce à l'existence de prêts bonifiés (environ 10%) . Ainsi, la capacité de l'unité agricole à faire face à ses obligations financières apparaît être un facteur explicatif important dans le développement de l'exploitation (Phimister 1994).
Dans cet article, nous analysons comment l'existence d'une autonomie financière limitée des exploitations agricoles associée à des contraintes d'accès au marché du crédit influence le comportement d'investissement des agriculteurs en univers incertain. L'exploitant agricole est supposé intrinsèquement neutre vis à vis du risque. Il a la possibilité d'investir dans un projet risqué en début de période, sachant qu'il devra honorer à la fin de la campagne agricole ses engagements financiers (remboursement des annuités des emprunts). S'il ne dispose pas de la somme nécessaire, il devra contracter un nouvel emprunt ou, si ce dernier lui est refusé par sa banque, il devra vendre une partie de ses actifs immobilisés (foncier, construction, matériel...).

Cela générera des frais, des coûts de transaction, voire une perte de bien-être. Dans le modèle standard de maximisation de l'utilité espérée, la prise en compte de cette contrainte financière modifie alors la fonction d'utilité intrinsèque de l'agriculteur. Sa fonction d'utilité apparente (Taylor 1986) est non dérivable voire discontinue en un point. Cette non dérivabilité rend ainsi caduque certains résultats de la théorie de l'espérance d'utilité reposant sur l'existence de la dérivée seconde de la fonction d'utilité. Nous montrons alors que la présence de cette contrainte financière, résultant de l'imperfection des marchés financiers, peut inciter l'agent à se comporter comme un agent risquophobe ou risquophile, bien qu'il soit intrinsèquement neutre au risque.

Après avoir analysé les conséquences de l'introduction d'une contrainte financière sur la fonction d'utilité intrinsèque de l'agriculteur et décrit sa fonction d'utilité apparente (section 2), nous déterminons son comportement vis à vis d'un projet risqué indivisible (section 3). Dans une quatrième section, l'agriculteur dispose d'une fonction de production stochastique à un intrant (Just & Pope 1979) et nous analysons ses décisions d'investissement. Nous insistons sur le cas particulier d'une fonction de production dont la productivité marginale de l'intrant est constante. En conclusion, nous montrons que des modifications institutionnelles des contraintes d'accès au crédit pour les agriculteurs peuvent être un outil performant de politique environnementale.

2 Le modèle

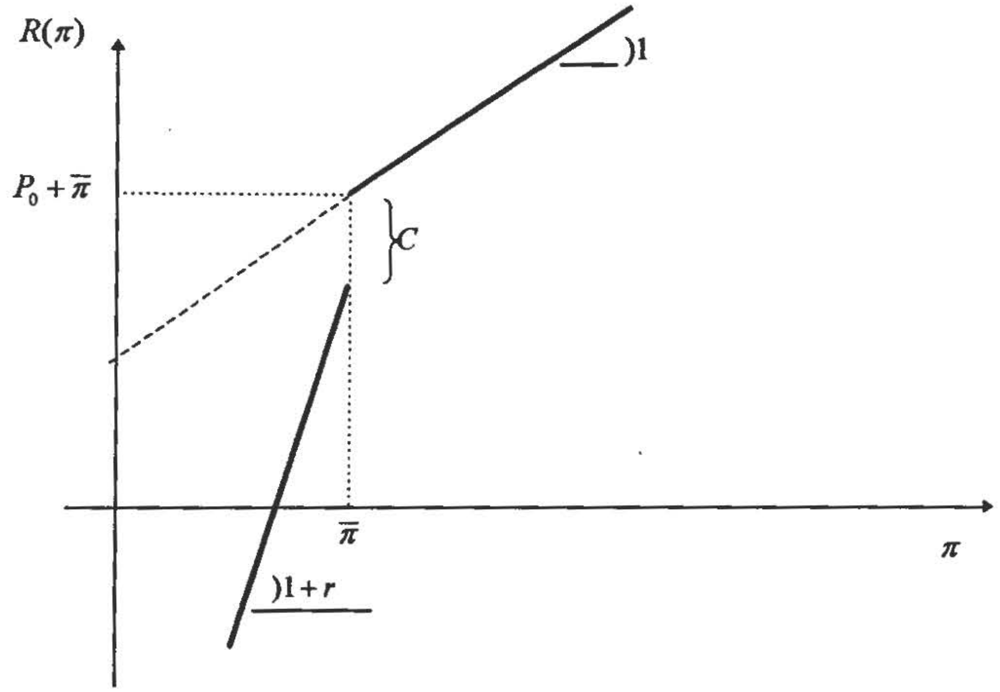
Dans le cadre de la théorie de l'utilité espérée, nous examinons un modèle statique à deux dates. En début de période (t=0), le patrimoine d'un agriculteur neutre au risque se compose d'actifs immobilisés (foncier, construction, matériel, animaux reproducteurs, plantations...) d'une valeur P_0 et de liquidités (valeurs disponibles ou trésorerie) d'une valeur $\pi_0 > 0$. Il a la possibilité en t=0 d'investir ses liquidités dans un actif sans risque, dont le taux de rendement est supposé nul, ou dans un projet risqué dont le taux de rendement aléatoire est $\tilde{\omega}$. S'il choisi d'investir un montant $x \in [0, \bar{x}]$ dans le projet risqué, il disposera en t=1 d'une trésorerie d'un montant $\tilde{\pi} = (\pi_0 - x) + (1 + \tilde{\omega})x = \pi_0 + \tilde{\omega}x$. A la fin de la campagne agricole (t=1), la valeur totale de son patrimoine s'élève alors à $P_0 + \pi$. Il doit alors faire face à ses engagements financiers d'un montant $\bar{\pi}$. S'il ne dispose pas de cette somme ($\pi < \bar{\pi}$), son exploitation se trouve temporairement en cessation de paiement. Pour résoudre cette situation d'insolvabilité temporaire, l'agriculteur peut essayer de contracter un nouvel emprunt sur les marchés financiers. Les frais financiers s'élèveront alors en valeur actualisée à $r(\bar{\pi} - \pi), r > 0$, auquel peut se rajouter un coût fixe de recherche du capital, $C > 0$. L'imperfection des marchés financiers peut aussi se traduire par l'impossibilité pour l'agriculteur de contracter un nouvel emprunt. Il est alors obligé de vendre une partie de ses actifs immobilisés. Les coûts de transaction s'élèvent alors à $r(\bar{\pi} - \pi)$ plus un coût fixe $C > 0$. Ce coût fixe intègre la désutilité de l'agriculteur, exprimée en terme monétaire, générée par la vente d'un de ses actifs immobilisés (Buschena & Zilberman 1994).

Formellement, la fonction d'utilité de l'agriculteur en présence d'une contrainte financière se réécrit

$$R(\pi) = \begin{cases} P_0 + \pi & si \quad \pi \geq \bar{\pi} \\ P_0 + \pi - r(\bar{\pi} - \pi) - C = P_0 + \pi(1 + r) - r\bar{\pi} - C & si \quad \pi < \bar{\pi} \end{cases} \tag{1}$$

Le modèle présenté ci-dessus est équivalent au problème standard de maximisation de l'utilité espérée de la richesse finale de l'agriculteur lorsque ses préférences sont représentées

par la fonction d'utilité apparente R. Bien qu'il soit intrinsèquement neutre au risque, la prise en compte de cette contrainte financière peut l'inciter à se comporter comme un agent risquophobe ou risquophile. Cette fonction d'utilité apparente est différente de celle résultant de l'introduction d'une responsabilité limitée pour l'agriculteur. Dans ce dernier cas, la fonction d'utilité apparente est globalement convexe : l'agriculteur adopte un comportement risquophile (Gollier & al. 1995).
Notons que ne pas introduire de contrainte financière dans le problème de maximisation de l'agriculteur revient implicitement à supposer soit que sa probabilité d'insolvabilité temporaire est nulle ou égale à 1, soit que les marchés financiers sont parfaits ($r=0$ et $C=0$).



Graphique 1. Fonction d'utilité apparente de l'agriculteur

L'agriculteur, intrinsèquement neutre au risque, prend sa décision d'investissement sur la base de la maximisation de la valeur espérée de son patrimoine, $ER(\tilde{\pi})$.

La transformation R que subit la fonction d'utilité intrinsèque de l'agriculteur neutre au risque est linéaire par morceaux et discontinue au point $\bar{\pi}$. Elle admet pour dérivée première

$$R'(\pi)=\begin{cases}1 & si \quad \pi \geq \bar{\pi} \\ 1+r & si \quad \pi < \bar{\pi}\end{cases} \tag{2}$$

La fonction n'est donc pas dérivable en $\bar{\pi}$. La dérivée seconde est nulle partout sauf en $\bar{\pi}$ où elle n'est pas définie.

La contrainte financière que nous considérons introduit une discontinuité dans la fonction d'utilité apparente R. C'est un cas particulier des modèles à variable de statut (Buschena & Zilberman 1994) où le changement d'état discret est déterministe. La fonction d'utilité indirecte que maximise l'agriculteur s'écrit

$$\psi(\pi)=U(s_1,\pi)H_1(\pi)+U(s_2,\pi)H_2(\pi) \tag{3}$$

où s est la variable de statut à deux niveaux (s_1 :insolvabilité temporaire de l'exploitation ; s_2 : solvabilité de l'exploitation), π le niveau de richesse, $H_i(\pi) = \text{Prob}(s_i / \pi)\ i = 1,2$. Nous obtenons ainsi

$$\begin{cases} U(s_1, \pi) = P_0 + \pi(1+r) - r\overline{\pi} - C \\ U(s_2, \pi) = P_0 + \pi \end{cases}$$

avec (4)

$$\begin{cases} H_1(\pi) = 1 & \pi < \overline{\pi} \\ H_2(\pi) = 1 & \pi \geq \overline{\pi} \end{cases}$$

Si l'agriculteur n'a pas accès au marché du crédit et si il est très attaché à ses actifs immobilisés (maison familiale, animaux...), il accorde au coût fixe C une très grande valeur. L'écart entre $U(s_1, \pi)$ et $U(s_2, \pi)$ est important. Le modèle est alors équivalent au critère «safety-first» de Roy (1952) consistant à minimiser la probabilité d'insolvabilité de l'exploitation $\text{Prob}(\widetilde{\pi} < \overline{\pi})$, c'est à dire sa probabilité de vente d'un actif immobilisé.

Lorsque la contrainte financière n'implique pas de coût fixe ($C = 0, r > 0$), la fonction R est globalement concave : l'agriculteur se comporte alors comme un agent risquophobe (Eeckhoudt & all. 1995). Si les frais financiers ne sont composés que d'un coût fixe ($C > 0, r = 0$), le modèle est un cas particulier du critère «safety-first» de Allais (1953) où l'agent maximise la fonction objectif $\mathrm{T} \equiv E\widetilde{\pi} + \tau\left(\text{Prob}(\widetilde{\pi} < \overline{\pi})\right)$ avec $\tau' \leq 0$ et $\tau'' \leq 0$, où nous posons $\tau' = -C$. L'introduction d'un coût fixe C transforme l'espérance du patrimoine professionnel final de l'agriculteur en une fonction qui n'est plus globalement concave. Une conséquence importante de cette non-concavité globale de la fonction d'utilité apparente est qu'un changement continu d'un paramètre peut générer un changement discontinu du niveau optimal d'investissement.

3 Décision d'investissement dans un projet indivisible

L'agriculteur a la possibilité en t=0 d'investir dans un projet risqué indivisible. Cet investissement génère un profit aléatoire $\widetilde{\omega}$, d'espérance μ, de fonction de répartition Φ, et de densité φ. On suppose que son support vérifie $\text{supp}(\Phi) \cap (-\infty; 0] \neq \varnothing$.

En l'absence d'une contrainte financière, l'agriculteur réalisera ce projet risqué si et seulement si l'espérance du profit est positive ou nulle ($\mu \geq 0$).

Si l'agriculteur entreprend ce projet en présence d'une contrainte financière, il disposera en t=1 de valeurs disponibles d'un montant $\widetilde{\pi} = \pi_0 + \widetilde{\omega}$. L'espérance de sa fonction d'utilité apparente s'écrit

$$\begin{aligned} V(\pi_0, \overline{\pi}) = ER(\widetilde{\pi}) &= E\left\{\left[P_0 + \pi_0 + \widetilde{\omega}\right]\underline{I}_{[\pi_0 + \widetilde{\omega} \geq \overline{\pi}]} + \left[P_0 + (\pi_0 + \widetilde{\omega})(1+r) - r\overline{\pi} - C\right]\underline{I}_{[\pi_0 + \widetilde{\omega} < \overline{\pi}]}\right\} \\ &= P_0 + \pi_0 + \mu - \int^{\hat{\pi}} \left[r(\hat{\pi} - \omega) + C\right] d\Phi(\omega) \end{aligned} \qquad (5)$$

avec $\hat{\pi} = \overline{\pi} - \pi_0$ et $\underline{I}$ est la fonction indicatrice. L'espérance de la fonction d'utilité apparente est ainsi égale à l'espérance de la fonction d'utilité intrinsèque moins l'espérance du coût généré par l'existence d'une contrainte financière.

Si l'agriculteur ne réalise pas ce projet risqué, sa fonction d'utilité apparente est égale à

$$R(\pi_0,\overline{\pi}) = \left[P_0 + \pi_0\right] I_{[\hat{\pi}\le 0]} \quad + \quad \left[P_0 + \pi_0 - r\hat{\pi} - C\right] I_{[\hat{\pi}>0]}$$
$$= P_0 + \pi_0 - \left[r\hat{\pi} + C\right] I_{[\hat{\pi}>0]} \tag{6}$$

Le projet est entrepris par l'agriculteur si et seulement si

$$V(\pi_0,\overline{\pi}) \ge R(\pi_0,\overline{\pi})$$
$$\Leftrightarrow \mu \ge \int^{\hat{\pi}} \left[r(\hat{\pi}-\omega) + C\right] d\Phi(\omega) \quad - \quad \left[r\hat{\pi} + C\right] I_{[\hat{\pi}>0]} \tag{7}$$
$$\Leftrightarrow \mu \ge M(\hat{\pi})$$

où nous posons

$$M(\hat{\pi}) = \begin{cases} r\int^{\hat{\pi}} (\hat{\pi}-\omega)\, d\Phi(\omega) \quad + \quad C\Phi(\hat{\pi}) & si \quad \hat{\pi} \le 0 \\ r\int^{\hat{\pi}} (\hat{\pi}-\omega)\, d\Phi(\omega) \quad - r\hat{\pi} \quad - \quad C\left(1-\Phi(\hat{\pi})\right) & si \quad \hat{\pi} > 0 \end{cases} \tag{8}$$

Notons que seule la différence entre le montant des engagements financiers de l'agriculteur et le montant initial de ses valeurs disponibles($\hat{\pi} = \overline{\pi} - \pi_0$) intervient dans la prise de décision de l'agent.

La décision de l'agriculteur va différer selon que le montant initial de ses liquidités est suffisant ou insuffisant pour rembourser ses engagements financiers.

Supposons que l'agriculteur possède en t=0 une trésorerie lui permettant de faire face à ses engagements financiers futurs ($\pi_0 \ge \overline{\pi}$). Si la probabilité de faillite $\Phi(\hat{\pi})$ est nulle, on a alors $M(\hat{\pi}) = 0$ pour tout $\hat{\pi} \le 0$: l'agriculteur entreprend le projet si le profit espéré est positif ou nul. La contrainte financière n'affecte pas la prise de décision de l'agent. Si $\Phi(\hat{\pi}) > 0$, la fonction M vérifie

$$M(\hat{\pi}) > 0 \quad \forall\, \hat{\pi} \le 0$$
$$\frac{\partial M}{\partial \hat{\pi}} = r\Phi(\hat{\pi}) + C\varphi(\hat{\pi}) > 0 \quad \forall\, \hat{\pi} \le 0 \tag{9}$$

La fonction atteint son maximum au point $\hat{\pi} = 0$.

Comme l'intégrale $r\int^{\hat{\pi}} (\hat{\pi}-\omega)\, d\Phi(\omega)$ est positive pour $\hat{\pi} \le 0$, l'agriculteur n'entreprendra pas le projet si $\mu \le C\Phi(\hat{\pi})$, c'est à dire si l'espérance du profit du projet risqué est inférieure à l'espérance du coût fixe. Nous en déduisons alors la proposition suivante.

Proposition 1 :

Soit un agriculteur possédant une trésorerie initiale suffisante pour honorer ses engagements financiers de fin de période ($\pi_0 \ge \overline{\pi}$).

Si $\mu \le C\Phi(\hat{\pi})$, il n'entreprendra pas le projet risqué indivisible.

Sinon, le projet sera adopté si le montant initial de ses liquidités est assez élevé par rapport au montant de ses engagements financiers de fin de période : $\exists\, \hat{\pi}_- \le 0 \;:\; V(\pi_0,\overline{\pi}) \ge R(\pi_0,\overline{\pi}) \Leftrightarrow \hat{\pi} \le \hat{\pi}_-$.

De plus, si le projet est retenu pour $\hat{\pi} = 0$, il sera retenu pour tout $\hat{\pi} \le 0$.

L'agriculteur n'entreprend pas le projet si l'espérance du profit est inférieure au coût fixe espéré en cas d'insolvabilité temporaire. L'introduction de la contrainte financière incite l'agent à se comporter comme un agent risquophobe.

Corollaire 1 :

Soit $\pi_0 \geq \bar{\pi}$.

L'agriculteur est d'autant moins disposé à entreprendre ce projet risqué que le montant de sa trésorerie initiale est faible, que le montant de ses engagements financiers, le coût fixe C et le taux r sont élevés.

De telles variations accentuent son comportement risquophobe. De simples calculs de statique comparative montrent en effet que

$$\frac{\partial M(\hat{\pi})}{\partial \pi_0} \leq 0, \quad \frac{\partial M(\hat{\pi})}{\partial \bar{\pi}} \geq 0, \quad \frac{\partial M(\hat{\pi})}{\partial C} \geq 0, \quad \frac{\partial M(\hat{\pi})}{\partial r} \geq 0 \tag{10}$$

La première inégalité confirme l'intuition selon laquelle l'aversion absolue au risque de l'agriculteur est une fonction décroissante de ses liquidités initiales.

Supposons à présent que la trésorerie de l'agriculteur en t=0 soit insuffisante pour rembourser ses engagements financiers en t=1($\pi_0 < \bar{\pi}$). Si la cessation de paiement temporaire de son exploitation est certaine ($\Phi(\hat{\pi})$=1), $M(\hat{\pi}) = -r\mu$ pour tout $\hat{\pi} > 0$: l'agriculteur n'entreprend le projet que si le profit espéré est positif ou nul. La contrainte financière n'affecte pas la prise de décision de l'agent. S'il existe une probabilité non nulle d'éviter l'état de cessation de paiement ($\Phi(\hat{\pi}) < 1$), la fonction M et sa dérivée $M'(\hat{\pi}) = -r(1-\Phi(\hat{\pi})) + C\varphi(\hat{\pi})$ sont de signe indéterminé. En considérant successivement le cas où l'agriculteur doit vendre un de ces actifs immobilisés avec des coûts de transaction fixes ($C > 0$ et $r = 0$) et le cas où il obtient un nouveau prêt sans coût de recherche du capital ($C = 0$ et $r > 0$), nous obtenons la proposition suivante.

Proposition 2 :

Soit un agriculteur disposant d'une trésorerie dont le montant initial est insuffisant pour honorer ses engagements financiers de fin de période ($\pi_0 < \bar{\pi}$).

i) si $C > 0$ et $r = 0$, il entreprend le projet risqué indivisible si $\mu \geq -C(1-\Phi(\hat{\pi}))$.

ii) si $C = 0$ et $r > 0$, il entreprend le projet si le montant initial de sa trésorerie est assez faible par rapport au montant de ces engagements financiers de fin de période : $\exists\, \hat{\pi}_+ \geq 0 \;:\; V(\pi_0, \bar{\pi}) \geq R(\pi_0, \bar{\pi}) \Leftrightarrow \hat{\pi} \geq \hat{\pi}_+$. Si le projet est souscrit pour $\hat{\pi} = 0^+$, alors il est souscrit pour tout $\hat{\pi} > 0$.

Si l'agriculteur doit vendre un actif immobilisé pour se procurer des liquidités ($C > 0$ et $r = 0$), il acceptera d'investir dans des projets dont le profit espéré est négatif. Il se comporte alors comme un agent risquophile.

Le résultat 2ii) est semblable à celui obtenu dans la proposition 1. On a en effet $\frac{\partial M(\hat{\pi})}{\partial \hat{\pi}} = r[\Phi(\hat{\pi}) - 1] < 0$: la fonction atteint son maximum lorsque $\hat{\pi}$ tend vers 0 par des valeurs positives. L'absence de coût fixe assure la concavité globale de la fonction R, expliquant le comportement risquophobe de l'agriculteur lorsque sa trésorerie initiale est proche du montant de ses engagements financiers de fin de période.

Corollaire 2 :

Soit $\pi_0 < \overline{\pi}$.

i) Lorsque $C > 0$ et $r = 0$, l'agriculteur est d'autant plus disposé à entreprendre des projets risqués dont le profit espéré est négatif que le montant de ses engagements financiers est faible, que sa trésorerie initiale et le coût fixe C sont élevés.

ii) Lorsque $C = 0$ et $r > 0$, l'agriculteur est d'autant plus disposé à entreprendre des projets risqués que sa trésorerie initiale est faible et que le montant de ses engagements financiers est élevé.

De telle variations accentuent son comportement risquophile. On vérifie en effet que

$$\begin{aligned} &\frac{\partial M(\hat{\pi})}{\partial \hat{\pi}} \geq 0 \text{ et } \frac{\partial M(\hat{\pi})}{\partial C} \leq 0 \text{ si } C > 0 \text{ et } r = 0 \\ &\frac{\partial M(\hat{\pi})}{\partial \hat{\pi}} \leq 0 \text{ si } C = 0 \text{ et } r > 0 \end{aligned} \qquad (11)$$

Notons que lorsque $C = 0$ et $r > 0$, "l'aversion absolue apparente" envers le risque de l'agriculteur est une fonction croissante de π_0. Nous pouvons aussi remarquer qu'une variation du taux r a un effet ambigu sur la décision d'investissement de l'agriculteur.

4. Fonction de production à un intrant

L'agriculteur dispose à présent d'une fonction de production stochastique $\tilde{y} = g(x)\tilde{\omega} + h(x)$ (Just & Pope 1979), où y est l'extrant, x l'intrant et $\tilde{\omega}$ un aléa naturel. On note Φ sa fonction de répartition, φ sa densité définies sur le support $[a,b]$ et μ son espérance mathématique. On suppose que $g(x) > 0$, $f'(x)\omega + g'(x) \geq 0$ et $f''(x)\omega + g''(x) < 0$ pour tout niveau d'intrant x et état de la nature ω. Certains intrants (pesticides, irrigation) sont à risque décroissant: $g' < 0$. La productivité marginale de ces intrants est d'autant plus grande que les états de la nature sont défavorables. Certains intrants sont à risque croissant (engrais) : $g' > 0$. La productivité marginale de ces intrants est d'autant plus grande que les états de la nature sont favorables (Lewis & Nickerson 1989, Leathers & Quiggin 1991) . L'agriculteur choisit le niveau optimal d'intrant qui maximise l'utilité espérée de sa richesse finale.

En l'absence de contraintes financières, l'agriculteur neutre au risque maximise

$$\eta(x;0,0) = E\big(P_0 + \tilde{\pi}(x)\big) \qquad (12)$$

avec $\tilde{\pi}(x) = \pi_0 + g(x)\tilde{\omega} + h(x) - wx$

où w est le prix d'une unité d'intrant et où le prix de l'extrant est normalisé à l'unité.

Le niveau optimal d'intrant x_N vérifie la condition du premier ordre

$$g'(x_N)\mu + h'(x_N) - w = 0 \qquad (13)$$

Cette condition est nécessaire est suffisante car la fonction de production est supposée concave.

Lorsque l'agriculteur fait face à une contrainte financière, sa fonction d'utilité apparente s'écrit

$$\eta(x;C,r) \equiv ER(\tilde{\pi}) = P_0 + \pi_0 + g(x)\mu + h(x) - wx - \int_a^{\hat{\omega}} \left[r\left(\hat{\pi} - g(x)\omega - h(x) + wx\right) + C \right] d\Phi(\omega) \quad (14)$$

avec $\hat{\omega}$ solution de $\pi_0 + g(x)\hat{\omega} + h(x) - wx = \overline{\pi}$ soit

$$\hat{\omega} = \frac{\hat{\pi} + wx - h(x)}{g(x)} \quad (15)$$

Pour un niveau d'intrant donné, $\hat{\omega}$ est l'état de la nature à partir duquel l'agriculteur pourra honorer ses engagements financiers de fin de période. L'équation (15) n'admet pas de solution lorsque $g(x)a + h(x) - wx > \hat{\pi}$ ou $g(x)b + h(x) - wx < \hat{\pi}$. La présence d'une contrainte financière ne modifie pas le niveau d'intrant optimal choisi par l'agriculteur si la probabilité d'insolvabilité temporaire est égale à zéro ou à un. Nous supposerons par la suite que l'équation (15) admet une solution unique pour tout x. Le programme de maximisation de l'agriculteur s'écrit

$$\begin{aligned} &\underset{x}{Max}\ \eta(x;C,r) \\ &\text{slc } 0 \le x \le \overline{x} \end{aligned} \quad (16)$$

où la borne supérieure $\overline{x}$ est exogène. Si ce problème de maximisation admet une solution intérieure unique, x^*, elle vérifie la condition du premier ordre

$$\eta_x(x^*;C,r) = g'(x^*)\mu + h'(x^*) - w + r\int_a^{\hat{\omega}} \left[g'(x^*)\omega + h'(x) - w \right] d\Phi(\omega) - \frac{\partial\hat{\omega}}{\partial x}(x^*) C\varphi(\hat{\omega}) = 0 \quad (17)$$

avec $\dfrac{\partial\hat{\omega}}{\partial x}(x^*) = \dfrac{w - h'(x^*)}{g(x^*)} - \hat{\omega}\dfrac{g'(x^*)}{g(x^*)}$

L'équation (17) peut se réécrire

$$g'(x^*)\mu + h'(x^*) - w + \frac{C}{g(x^*)}\varphi(\hat{\omega})\left[g'(x^*)\hat{\omega} + h'(x^*) - w\right] + r\Phi(\hat{\omega})\left[h'(x^*) - w + \frac{g'(x^*)}{\Phi(\hat{\omega})}\int_a^{\hat{\omega}} \omega d\Phi(\omega)\right] = 0 \quad (17')$$

Nous obtenons alors la proposition suivante.

Proposition 3 :

Soit un agriculteur neutre au risque disposant en t=0 d'une trésorerie d'un montant π_0*, d'actifs immobilisés* P_0 *et d'une fonction de production* $\tilde{y} = g(x)\tilde{\omega} + h(x)$*, et faisant face à une contrainte financière. Le niveau optimal d'intrant* x^* *est tel que*

i) si $E(\tilde{\pi}(x^*)) \ge \overline{\pi}$*, alors*

- $x^* < x_N$ *lorsque l'intrant est à risque croissant ;*
- $x^* > x_N$ *lorsque l'intrant est à risque décroissant ;*

ii) si $E(\tilde{\pi}(x^*)) < \overline{\pi}$ *et* $r = 0$*, alors*

- $x^* > x_N$ *lorsque l'intrant est à risque croissant ;*
- $x^* < x_N$ *lorsque l'intrant est à risque décroissant.*

Preuve : Lorsque $\hat{\omega} \leq \mu$, c'est à dire lorsque $E(\tilde{\pi}(x^*)) \geq \bar{\pi}$, on a $\int_a^{\hat{\omega}} \omega d\Phi(\omega) < \mu\Phi(\hat{\omega})$. On peut alors écrire

$$0 = \eta_x(x^*;C,r) < (>)\left(g'(x^*)\mu + h'(x^*) - w\right)\left(1 + r\Phi(\hat{\omega}) + \varphi(\hat{\omega})\frac{C}{g(x^*)}\right) \text{ lorsque } g' > (<)0.$$

La seconde expression entre parenthèses est positive. Si $g' > (<)0$, $g'(x^*)\mu + h'(x^*) - w > (<)0$ soit $\eta_x(x^*;0,0) > (<)\eta_x(x_N,0,0) = 0$, d'où $x^* < (>)x_N$.
Lorsque $\hat{\omega} > \mu$ et $r = 0$, la condition du premier ordre vérifie

$$0 = \eta_x(x^*;C,0) > (<)\left(g'(x^*)\mu + h'(x^*) - w\right)\left(1 + \frac{C}{g(x^*)}\varphi(\hat{\omega})\right) \quad \text{lorsque} \quad g' > (<)0. \quad \text{Ainsi}$$

$x^* > (<)x_N$ lorsque $g' > (<)0$.

C.Q.F.D.

Lorsque le montant espéré de sa trésorerie en t=1 est supérieur au montant de ses engagements financiers, l'existence d'une contrainte financière incite l'agriculteur à se comporter comme un agent risquophobe : il sur-utilise (sous-utilise) les intrants à risque décroissant (croissant) par rapport à sa consommation optimale en l'absence d'une contrainte financière. L'hypothèse $E(\tilde{\pi}(x^*)) \geq \bar{\pi}$ est peu restrictive dès lors que $\pi_0 \geq \bar{\pi}$. Par contre, si $E(\tilde{\pi}(x^*)) < \bar{\pi}$ et $r = 0$, c'est à dire si le montant des engagements financiers de fin de période est très élevé et si les imperfections des marchés financiers ne se traduisent que par l'existence de coûts fixes, l'agriculteur peut se comporter comme un agent risquophile, sur-utilisant les intrants à risque croissant et sous-utilisant les intrants à risque décroissant.

L'agriculteur dispose à présent d'une fonction de production $\tilde{y} = \theta x\tilde{\gamma}$, $\theta > 0$. C'est un cas particulier de la fonction de Just & Pope (1979) où $g(x) = \theta x$ et $h(x) \equiv 0$. La fonction de richesse finale s'écrit alors

$$P_0 + \pi_0 + \theta x\tilde{\gamma} - wx = P_0 + \pi_0 + (\theta\tilde{\gamma} - w)x = P_0 + \pi_0 + \tilde{\omega}x \tag{19}$$

où $\tilde{\omega} \equiv \theta\tilde{\gamma} - w$ est une variable aléatoire de fonction de répartition Φ, de densité φ définies sur le support $[a,b]$ et d'espérance μ. Elle représente le rendement aléatoire de l'investissement.
On suppose que son support vérifie $[a,b] \cap (-\infty;0] \equiv \varnothing$.
Le niveau d'intrant choisi par l'agriculteur doit vérifier la contrainte $0 \leq x \leq \bar{x}$ où la borne supérieure $\bar{x}$ est exogène.

En l'absence de contrainte financière, l'agriculteur neutre au risque maximise l'espérance de sa richesse finale $E(P_0 + \pi_0 + x\tilde{\omega})$. Le niveau optimal d'intrant est alors égal à $\bar{x}$ si $\mu \geq 0$ et égal à 0 si $\mu \leq 0$.

Si l'agriculteur est soumis à une contrainte financière, sa fonction objectif devient

$$\eta(x,C,r) = P_0 + \pi_0 + \mu x - \int^{\bar{\pi}/x} \left[r(\bar{\pi} - \omega x) + C\right] d\Phi(\omega) \tag{20}$$

Les dérivées première et seconde de la fonction objectif η s'écrivent

$$\eta_x(x,C,r)=\mu+r\int^{\hat{\pi}/x}\omega d\Phi(\omega)+\frac{\hat{\pi}}{x^2}C\varphi\left(\frac{\hat{\pi}}{x}\right) \tag{21}$$

$$\eta_{xx}(x,C,r)=-r\frac{\hat{\pi}^2}{x^3}\varphi\left(\frac{\hat{\pi}}{x}\right)-2\frac{\hat{\pi}}{x^3}C\varphi\left(\frac{\hat{\pi}}{x}\right)-\frac{\hat{\pi}^2}{x^4}C\frac{\partial\varphi}{\partial x}\left(\frac{\hat{\pi}}{x}\right) \tag{22}$$

Contrairement au modèle standard sans contrainte financière, la fonction objectif η n'est pas une fonction concave pour tout x. Le signe de $\frac{\partial^2\eta}{\partial x^2}$ est alors ambigu. Une conséquence importante de la non concavité globale de l'espérance de la fonction d'utilité apparente est l'existence possible de plusieurs maxima locaux. Un changement continu d'un paramètre $(r, C, \pi_0$ ou $\overline{\pi})$ peut alors générer un changement discontinu du niveau optimal d'intrant x^*.
Pour mettre cette conséquence en évidence, supposons que les imperfections des marchés financiers se traduisent par la seule existence de coûts fixes ($C>0, r=0$). L'agriculteur n'a pas accès au marché de crédit et il doit vendre un actif immobilisé en cas d'insolvabilité temporaire ($\pi_0<\overline{\pi}$). La transformation de l'actif immobilisé en liquidité coûte $C>0$. Sa fonction objectif devient

$$\eta(x,C,0)=P_0+\pi_0+\mu x-C\text{Prob}\left[\tilde{\omega}<\frac{\hat{\pi}}{x}\right] \tag{23}$$

Les dérivées première et seconde s'écrivent

$$\eta_x(x,C,0)=\mu+\frac{\hat{\pi}}{x^2}C\varphi\left(\frac{\hat{\pi}}{x}\right) \tag{24}$$

$$\eta_{xx}(x,C,0)=-2\frac{\hat{\pi}}{x^3}C\varphi\left(\frac{\hat{\pi}}{x}\right)-\frac{\hat{\pi}^2}{x^4}C\frac{\partial\varphi}{\partial x}\left(\frac{\hat{\pi}}{x}\right) \tag{25}$$

La fonction objectif n'est pas concave pour tout $x\in[0,\overline{x}]$.

Proposition 4

Soient $C>0$, $r=0$ et une fonction de production stochastique $\tilde{y}=\theta x\tilde{\gamma}$ avec $\tilde{\omega}=\theta\tilde{\gamma}-w$ et $E\tilde{\omega}=\mu$.

i) si $\overline{\pi}>\pi_0$ et $\mu\geq 0$, alors $x^*=\overline{x}$;

ii) si $\overline{\pi}<\pi_0$ et $\mu\leq 0$, alors $x^*=0$;

iii) si $\overline{\pi}=\pi_0$, alors $x^*=\overline{x}$ si $\mu\geq 0$ et $x^*=0$ si $\mu\leq 0$;

iv) $0\leq x^*\leq\overline{x}$ sinon.

Le niveau optimal d'intrant est une fonction croissante (décroissante) des coûts fixes C si $\overline{\pi}>\pi_0$ ($\overline{\pi}\leq\pi_0$). Lorsque $\mu>0$ et $\hat{\pi}\leq 0$ et lorsque $\mu<0$ et $\hat{\pi}>0$, on ne peut pas expliciter le niveau optimal d'intrant.
Supposons alors que la variable aléatoire mesurant la pluviométrie, $\tilde{\gamma}$, ne prenne que deux valeurs : γ_l (sécheresse) avec la probabilité $q\in]0,1[$, et γ_h (pluie) avec la probabilité $1-q$.

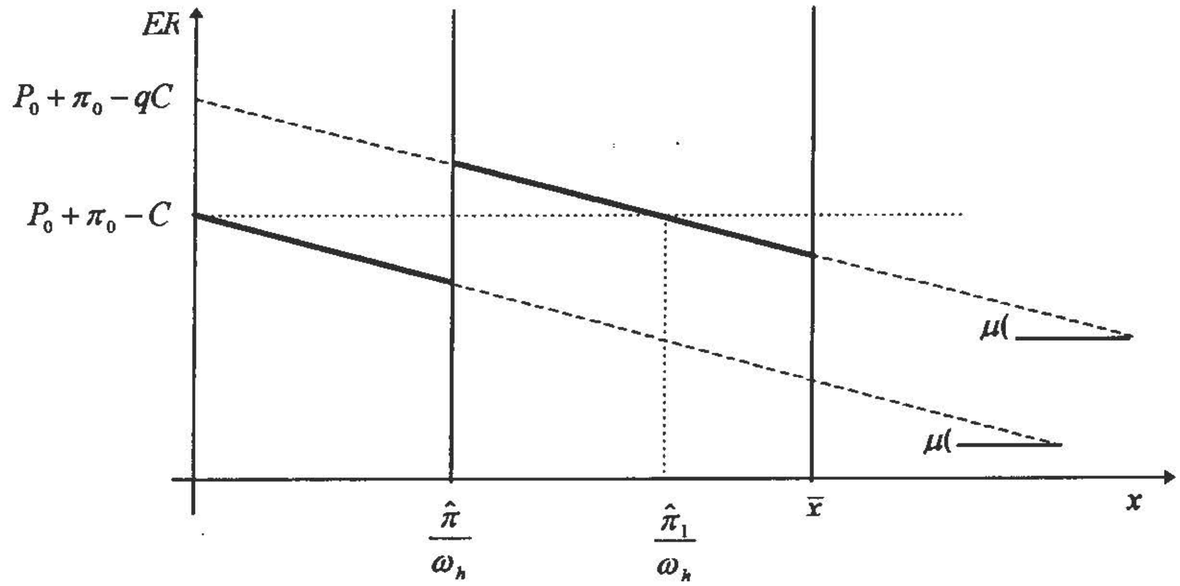
On pose $\gamma_h > \gamma_l$. On définit $\omega_h = p\theta\gamma_h - w > 0$ et $\omega_l = p\theta\gamma_l - w < 0$. Dans ce modèle à deux états de la nature, la fonction objectif s'écrit

$$\eta(x,C,0) = \begin{cases} P_0 + \pi_0 + \mu x & \text{si } \omega_l \geq \dfrac{\hat{\pi}}{x} \\ P_0 + \pi_0 + \mu x - C & \text{si } \omega_h < \dfrac{\hat{\pi}}{x} \\ P_0 + \pi_0 + \mu x - qC & \text{sinon} \end{cases} \tag{26}$$

Etudions le cas où $\mu < 0$ et $\hat{\pi} > 0$: l'agriculteur, qui possède une trésorerie initiale insuffisante pour honorer ses engagement financiers, a la possibilité d'investir dans un projet risqué dont le rendement espéré est négatif. Sa fonction objectif s'écrit alors

$$\eta(x,C,0) = \begin{cases} P_0 + \pi_0 + \mu x - C & \text{si } x < \dfrac{\hat{\pi}}{\omega_h} \\ P_0 + \pi_0 + \mu x - qC & \text{si } x \geq \dfrac{\hat{\pi}}{\omega_h} \end{cases} \tag{27}$$

avec $0 \leq x \leq \bar{x}$.



Graphique 2. Espérance de la fonction d'utilité apparente de l'agriculteur

$\dfrac{\hat{\pi}_1}{\omega_h}$ est solution de l'équation $P_0 + \pi_0 - C = P_0 + \pi_0 - qC + \mu\dfrac{\hat{\pi}_1}{\omega_h}$, soit $\dfrac{\hat{\pi}_1}{\omega_h} = -\dfrac{(1-q)C}{\mu}$.

Notons tout d'abord que $\lim\limits_{\hat{\pi}\to\hat{\pi}_1^+} x^* = 0$ alors que $\lim\limits_{\hat{\pi}\to\hat{\pi}_1^-} x^* = \dfrac{\hat{\pi}_1}{\omega_h} > 0$: une variation continue du paramètre $\hat{\pi}$ autour de $\hat{\pi}_1$ entraîne une variation discontinue du niveau optimal d'intrant x^*.

Si $\frac{\hat{\pi}}{\omega_h} > \bar{x}$, le niveau optimal d'intrant x^* est nul : l'agriculteur n'investit pas dans un projet dont le rendement espéré est négatif lorsque sa cessation temporaire de paiement en t=1, et donc la vente d'un actif immobilisé, est certaine. Si $\hat{\pi} \in \left]0, \bar{x}\omega_h\right]$, le niveau optimal d'intrant est tel que

$$x^* = \begin{cases} 0 \quad \text{si} \quad \mu < -C(1-q)\frac{\omega_h}{\hat{\pi}} \\ \frac{\hat{\pi}}{\omega_h} \quad \text{si} \quad \mu \geq -C(1-q)\frac{\omega_h}{\hat{\pi}} \end{cases} \tag{28}$$

Si le projet offre une chance à l'agriculteur d'éviter la situation d'insolvabilité temporaire ($\hat{\pi} \leq \bar{x}\omega_h$), il investit dans cette technologie si le rendement espéré vérifie $\mu \geq N(\hat{\pi}) \equiv -C(1-q)\frac{\omega_h}{\hat{\pi}}$. La fonction $N(\hat{\pi})$, comme la fonction $M(\hat{\pi})$ obtenue dans le cas d'un projet indivisible, est croissante avec $\hat{\pi}$ et décroissante avec C. Il choisit ainsi d'investir dans une technologie dont rendement espéré est autant plus négatif que le coût fixe C est élevé, que $\hat{\pi}$ est faible, que la probabilité q est faible et que ω_h est élevé.

Le deuxième cas où $\mu > 0$ et $\hat{\pi} \leq 0$ se traite de façon similaire. Nous résumons ces résultats dans la proposition suivante.

Proposition 5

Soient un modèle à deux états de la nature et une fonction de production stochastique $\tilde{y} = \theta x\tilde{\gamma}$ avec $\tilde{\omega} = \theta\tilde{\gamma} - w$ et $E\tilde{\omega} = \mu$. Le niveau d'intrant x^* choisi par l'agriculteur vérifie

$\hat{\pi} = \bar{\pi} - \pi_0$

i) lorsque $\pi_0 < \bar{\pi}$ $\quad \hat{\pi} > 0$

$x^* = \bar{x}$ *si* $\mu \geq 0$;

$x^* = \frac{\hat{\pi}}{\omega_h}$ *si* $\hat{\pi} \leq \bar{x}\omega_h$ *et* $-C(1-q)\frac{\omega_h}{\hat{\pi}} \leq \mu < 0$;

$x^* = 0$ *si* $\hat{\pi} > \bar{x}\omega_h$ *et* $\mu < 0$, *ou si* $\hat{\pi} \leq \bar{x}\omega_h$ *et* $\mu < -C(1-q)\frac{\omega_h}{\hat{\pi}}$.

ii) lorsque $\pi_0 \geq \bar{\pi}$ $\quad \hat{\pi} < 0$

$x^* = \bar{x}$ *si* $\hat{\pi} < \bar{x}\omega_l$ *et* $\mu > 0$, *ou si* $\hat{\pi} \geq \bar{x}\omega_l$ *et* $\mu \geq \frac{qC}{\bar{x} - \hat{\pi}/\omega_l}$;

$x^* = \frac{\hat{\pi}}{\omega_l}$ *si* $\hat{\pi} \geq \bar{x}\omega_l$ *et* $0 < \mu < \frac{qC}{\bar{x} - \hat{\pi}/\omega_l}$;

$x^* = 0$ *si* $\mu \leq 0$.

Lorsque la trésorerie initiale de l'agriculteur est insuffisante pour honorer ces engagements financiers de fin de période, l'agriculteur peut se comporter comme un agent risquophile, investissant dans un projet dont le rendement espéré est négatif (résultat 5i). Le montant investi est d'autant plus important que le rendement du projet dans l'état favorable (ω_h) est faible et que $\hat{\pi}$ est élevé. Lorsque $\pi_0 \geq \bar{\pi}$, l'agriculteur adopte un comportement risquophobe : le niveau d'investissement choisi est inférieur au montant maximum autorisé $\bar{x}$, bien que le rendement espéré du projet risqué soit positif. Si $\pi_0 = \overline{\pi}$, l'agriculteur n'investit pas dans le projet risqué ($x^* = 0$), si le rendement espéré est inférieur à $\frac{qC}{\overline{x}}$. Il refuse ainsi d'investir dans des projets dont le taux de rendement espéré est strictement positif.

Supposons à présent que les imperfections des marchés financiers ne se traduisent que par la présence de coûts variables ($r > 0$ et $C = 0$). L'agriculteur a accès au marché du crédit mais le coût total du crédit est plus élevé. Sa fonction objectif devient

$$\eta(x,0,r) = P_0 + \pi_0 + \mu x - r\int^{\hat{\pi}/x}\left[\hat{\pi} - \omega x\right]d\Phi(\omega) \tag{29}$$

avec $0 \leq x \leq \overline{x}$.

Les dérivée première et seconde de η s'écrivent

$$\eta_x(x,0,r) = \mu + r\int^{\hat{\pi}/x}\omega d\Phi(\omega) \tag{30}$$

$$\eta_{xx}(x,0,r) = -r\frac{\hat{\pi}^2}{x^3}\varphi\left(\frac{\hat{\pi}}{x}\right) \leq 0 \tag{31}$$

La fonction objectif est globalement concave. Si $\mu \leq 0$, le niveau optimal d'intrant est nul. Nous supposons par la suite que $\mu > 0$. Suivant Eeckhoudt & all. (1995), nous posons

$$g(y) = \mu + r\int^{y}\omega d\Phi(\omega) \text{ où } y = \frac{\hat{\pi}}{x} \tag{32}$$

La fonction admet pour dérivée première

$$\frac{\partial g}{\partial y} \equiv g'(y) = ry\varphi(y)\begin{cases}\geq 0 & \text{si } y \geq 0\\ \leq 0 & \text{si } y \leq 0\end{cases} \tag{33}$$

Si $\hat{\pi} > 0$, $y \in \left[\frac{\hat{\pi}}{\overline{x}}, +\infty\right[$ et $g(y)$ tend vers $(1+r)\mu > 0$ lorsque y tend vers l'infini. Ainsi, si $g\left(\frac{\hat{\pi}}{\overline{x}}\right) \geq 0$, l'agriculteur choisit le niveau d'intrant le plus élevé, soit $x^* = \overline{x}$. Si $g\left(\frac{\hat{\pi}}{\overline{x}}\right) < 0$, il existe $y_+ > 0$ tel que $g(y_+) = 0$, d'où $x^* = \frac{\hat{\pi}}{y_+}$.

Lorsque $\hat{\pi} \leq 0$, $x^* = \overline{x}$ si $g\left(\frac{\hat{\pi}}{\overline{x}}\right) \geq 0$, et si $g\left(\frac{\hat{\pi}}{\overline{x}}\right) < 0$, il existe $y_- > 0$ tel que $g(y_-) = 0$, d'où $x^* = \frac{\hat{\pi}}{y_-}$.

Proposition 6

Soient $C=0$, $r>0$ *et une fonction de production stochastique* $\tilde{y}=\theta\tilde{\gamma}x$ *avec* $\tilde{\omega}=\theta\tilde{\gamma}-w$ *et* $E\tilde{\omega}=\mu>0$.

i) si $\hat{\pi}\neq 0$, *alors* $0<x^*\leq\bar{x}$;

ii) si $\hat{\pi}=0$, *alors* $x^*=0$ *ou* $x^*=\bar{x}$.

L'agriculteur peut ainsi se comporter comme un agent risquophobe ($x^*<\bar{x}$) si le montant initial de sa trésorerie n'est pas égal au montant de ses engagements financiers. Par contre, lorsque $\pi_0=\bar{\pi}$, le niveau optimal d'intrant peut être égal à 0. Ce résultat semble en contradiction avec la théorie de l'utilité espérée. On sait en effet qu'un agent maximisant l'utilité espérée de sa richesse finale choisit toujours un montant non nul d'un actif dont le rendement espéré est positif. Cependant, la fonction d'utilité apparente R n'est pas dérivable en $\hat{\pi}=0$. Elle ne vérifie donc pas les conditions de dérivabilité au second ordre. Comme le font remarquer Eeckhoudt et all. (1995), ceci est une illustration du concept de "first order risk aversion" (Segal & Spivak 1990).
Si x^* est une solution intérieure du problème de maximisation (29), on obtient le corollaire suivant.

Corollaire 3

Soient $C=0$, $r>0$ *et une fonction de production stochastique* $\tilde{y}=\theta\tilde{\gamma}x$ *avec* $\tilde{\omega}=\theta\tilde{\gamma}-w$ *et* $E\tilde{\omega}=\mu$.

i) si $\pi_0<\bar{\pi}$, *le niveau optimal d'intrant est d'autant plus élevé que la trésorerie initiale de l'agriculteur est faible et que le montant de ses engagements financiers est élevé ;*

ii) si $\pi_0\geq\bar{\pi}$, *le niveau optimal d'intrant est d'autant plus élevé que la trésorerie initiale de l'agriculteur est élevée, que le montant de ses engagements financiers et le taux* r *sont faibles.*

On vérifie en effet que

$$\frac{\partial x^*}{\partial\hat{\pi}}\begin{cases}>0 & \text{si } \hat{\pi}>0\\ \leq 0 & \text{si } \hat{\pi}\leq 0\end{cases};\quad \frac{\partial x^*}{\partial r}\leq 0 \quad \text{si } \hat{\pi}\leq 0.$$

Par contre, si $\hat{\pi}>0$, une variation du taux r a un effet ambigu sur la consommation optimale d'intrant.

5. Conclusion

Les modèles standards d'analyse du comportement d'un agriculteur en avenir incertain n'intègrent pas de contrainte financière. Cette absence revient implicitement à supposer que l'agriculteur n'est pas exposé à une contrainte de liquidité ou que les marchés financiers sont parfaits. De telles hypothèses ont difficilement acceptables dans le contexte actuel où les agriculteurs font face à un resserrement des contraintes de crédit.

L'existence d'une contrainte de crédit va modifier le comportement d'investissement de l'agriculteur et l'inciter à se comporter comme un agent risquophobe ou risquophile, bien qu'il soit intrinsèquement neutre vis à vis du risque. Sa fonction d'utilité apparente est alors discontinue. Cette fonction d'utilité n'est plus globalement concave, à cause de la présence de ce saut. Ceci explique alors que l'agriculteur se comporte comme un agent risquophile pour certains niveaux de richesse.

Ainsi, il acceptera d'investir dans des projets risqués indivisibles dont le profit espéré est négatif si le montant initial de sa trésorerie est inférieur au montant de ses engagements financiers de fin de période. Il adopte une attitude risquophile. Si ses liquidités initiales sont suffisantes pour honorer ses engagements financiers, il refusera d'investir dans des projets risqués dont le profit espéré est positif, adoptant un comportement risquophobe. Lorsqu'il dispose d'une fonction de production stochastique à un intrant, l'existence d'une contrainte de crédit l'incitera à sur-utiliser (sous-utiliser) un intrant à risque décroissant (croissant) par rapport à sa consommation optimale sans contrainte financière si le montant espéré de ses liquidités à l'optimum est supérieur au montant de ses engagements financiers de fin de période: il adoptera un comportement risquophobe. Il pourra se comporter comme un agent risquophile, sous-utilisant (sur-utilisant) un intrant à risque décroissant (croissant) si le montant espéré de ses liquidités est inférieur au montant de ses engagements financiers.

Les décisions d'investissement de l'agriculteur sont sensibles au "degré d'imperfection" des marchés financiers, mesuré par les coûts de transaction et les coûts du crédit. Ainsi, lorsque l'agriculteur dispose d'une fonction de production dont la productivité marginale de l'intrant est constante, un resserrement des contraintes de crédit incitera l'agriculteur à diminuer sa consommation optimale d'intrant si le montant de sa trésorerie initiale est supérieur au montant de ses engagements financiers de fin de période.

Références bibliographiques

ALLAIS, M. (1953), "Le comportement de l'homme rationnel devant le risque : critique des postulats et axiomes de l'école américaine", *Econometrica 21*.

ARZAC, E.R. (1976), "Profits and safety in the theory of the firm under price uncertainty", *International Economic Review 17(1)*.

ARROW, K. (1965), "Aspects of the theory of risk-bearing", *Yrjo Janhnsson Saatic*, Helsinki.

BLOGOWSKI, A. et F. COLSON (1990), "Les agriculteurs en difficulté : qui sont-ils ?", *Revue de droit rural 181*.

BLOGOWSKI, A., F. COLSON et Y. LEON (1992), "Les difficultés financières des agriculteurs européens", *Cahiers d'Economie et Sociologie rurale 24-25*.

BUSCHENA, D. et D. ZILBERMAN (1994), "Risk attitudes over income with discrete status levels", *working paper*.

BUSCHENA, D. et D. ZILBERMAN (1994), "What do we know about decision making under risk and where do we go from here ?" *Journal of Agricultural and Resource Economics 19(2)*.

CARPENTIER, A. (1995), "La gestion du risque phytosanitaire par les agriculteurs dans les systèmes de production intensive : une approche économétrique", *Thèse pour le Doctorat en Sciences Economiques*.

COLSON, F., A. BLOGOWSKI, B. DECHAMBER, E. CHIA, D. DESARMENIEN et B. DORIN, (1993), "Prévenir les défaillances financières en agriculture", *Cahiers d'économie et sociologie rurale 29*.

EECKHOUDT, L., C. GOLLIER et H. SCHLESINGER (1995), "The no loss offset provision and the attitude towards risk of a risk neutral firm", *mimeo*.

GOLLIER, C., P.F. KOEHL et J.C. ROCHET (1995), "Risk-taking behavior with limited liability and risk aversion", *mimeo*.

FOSTER, W.E. et G.C. RAUSSER (1991), "Farmer behavior under risk of failure", *American Journal of Agricultural Economics 73(2)*.

GREENWALD, B. et J. STIGLITZ (1990), "Asymetric information and the new theory of the firm : financial constraints and risk behavior", *American Economic Review 80 (2)*.

JUST, R.E. and R.D. POPE (1979), "Production Function Estimation and Related Risk Considerations", *American Journal of Agricultural Economics 61*.

LEATHERS, H.D. and J.C. QUIGGIN (1991), "Interactions between Agricultural and Resource Policy : The Importance of Attitudes toward Risk", *American Journal of Agricultural Economics 73.*

LEWIS, T. and D. NICKERSON (1989), Self-Insurance against Natural Disasters, *Journal of Environmental Economics and Management 16.*

PRATT, J.W. (1964), "Risk aversion in the small and in the large", *Econometrica 32.*

PHIMISTER E. (1994), The impact of borrowing constraints on farm households : a life-cycle approach, *European Review of Agricultural Economics,*

ROBISON, L.J. et P.J BARRY (1987), The competitive firm's response to risk. New York: Macmillan Co.

ROY, A.D. (1952), "Safety first and the holding assets", *Econometrica 20.*

SEGAL, U. et A. SPIVAK (1990), "First order versus second order risk aversion", *Journal of Economic Theory 51.*

TAYLOR ,C.R. (1986), "Risk aversion versus expected profit maximisation with a progressive income tax", *American Journal of Agricultural Economics 68.*