

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE  
FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES ET SOCIALES

**THESE**

pour obtenir le grade de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE LILLE I**

**Discipline : SCIENCES ECONOMIQUES**

Présentée et soutenue publiquement



par

DEVAUX Pascal

le 05 Janvier 1999

**Titre :**

**LA RELATION ENTRE LE CREDIT ET L'INVESTISSEMENT EN  
MILIEU RURAL SAHELIEU**

**Directeur de thèse :**

Monsieur François Régis MAHIEU

**JURY**

Monsieur Denis REQUIER-DESJARDINS, Professeur à l'Université de Versailles-Saint-  
Quentin-en-Yvelines, Président

Monsieur Hubert JAYET, Professeur à l'Université de Lille

Monsieur Michel LELART, Directeur de Recherche, CNRS/ Université d'Orléans

Madame Pascale MOTEL, Professeur à l'Université de Grenoble

## *Remerciements*

A mon directeur de recherche, Monsieur François Régis MAHIEU, qui par ses précieux conseils, m'a permis de mener à bien cette recherche.

A mon épouse, Aline, pour son soutien constant et sa patience.

## **INTRODUCTION GENERALE**

|       |    |
|-------|----|
| ..... | 17 |
|-------|----|

## **PREMIERE PARTIE**

|   |    |
|---|----|
| <b>RISQUES, REVENU ET INVESTISSEMENT EN MILIEU RURAL SAHELIEEN</b><br>..... | 28 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b><u>INTRODUCTION DE LA PREMIERE PARTIE</u></b> ..... | 29 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>CHAPITRE I AGRICULTURE SAHELIEENNE ET RISQUE REVENU</b> ... | 32 |
|--|----|

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b><u>INTRODUCTION</u></b> ..... | 32 |
|----------------------------------|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>SECTION I AGRICULTURE SAHELIEENNE : ORGANISATION ET<br/>CONDITIONS DE PRODUCTION</b> ..... | 34 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>1 Une agriculture familiale</b> ..... | 34 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>A/ Décisions de production agricole et organisation sociale</b><br>..... | 34 |
|---|----|

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| <b>B/ Evolution récente</b> ..... | 35 |
|-----------------------------------|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>C/ Stratégies paysannes au Sahel</b> ..... | 36 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b><u>2 Conditions de production</u></b> ..... | 38 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>A/ Conditions agro-climatiques de production</b> ..... | 38 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>B/ Conditions techniques de production</b> ..... | 39 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| <b><u>SECTION II REVENU AGRICOLE ET RISQUES</u></b> ..... | 41 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>1 Le risque technologique covariant</b> ..... | 41 |
|--|----|

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b>A L'aléa climatique</b> ..... | 41 |
|----------------------------------|----|

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| <b>B/ Les contraintes</b> ..... | 42 |
|---------------------------------|----|

|   |    |
|---|----|
| <b><u>2 Le risque idiosyncratique</u></b> ..... | 44 |
|---|----|

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b>A/ Risque productif</b> ..... | 44 |
|----------------------------------|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>B/ Risque idiosyncratique de "cycle de vie"</b> ..... | 45 |
|--|----|

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| <b><u>3 Le risque prix</u></b> ..... | 46 |
|--------------------------------------|----|

|  |    |
|--|----|
| A/ La commercialisation sous contrainte . . . . .  | 46 |
| B/ Réponse positive aux marchés rémunérateurs . . . . .  | 47 |
| SECTION III EFFICACITE DES MARCHES DU RISQUE EN MILIEU<br>RURAL SAHELIEN . . . . .   | 48 |
| <u>1 Incomplétude des marchés formels du risque et institutions endogènes</u>  | 48 |
| A/ Limites des institutions formelles . . . . .  | 48 |
| B/ L'épargne . . . . .   | 50 |
| C/ Les institutions endogènes de partage du risque . . . . .   | 51 |
| <u>2 Efficacité des marchés du risque en milieu rural sahélien</u> . . . . .   | 54 |
| A/ L'épargne . . . . .   | 54 |
| B/ L'assurance informelle . . . . .  | 55 |
| SECTION IV NON SEPARABILITE DES DECISIONS DE PRODUCTION<br>ET DE CONSOMMATION ET EXPOSITION DU REVENU AU<br>RISQUE . . . . . | 57 |
| <u>1 Décisions productives et risques</u> . . . . .  | 57 |
| A/ Pratiques agricoles anti-aléatoires . . . . .   | 57 |
| B/ Efficacité et conséquences de pratiques agricoles anti-<br>aléatoires . . . . .   | 59 |
| <u>2 Diversification du revenu</u> . . . . .   | 61 |
| A/ Activités extra-agricoles . . . . .   | 62 |
| B/ Diversification des sources du revenu et niveau de richesse<br>. . . . .  | 64 |
| CONCLUSION . . . . .   | 65 |
| <br>   |    |
| CHAPITRE II INVESTISSEMENT AGRICOLE ET REVENU EN<br>MILIEU RURAL SAHELIEN . . . . .  | 68 |
| INTRODUCTION . . . . .   | 68 |

## SECTION I INVESTISSEMENT AGRICOLE EN MILIEU RURAL

### SAHELIEN : DEFINITION ET CONDITIONS D'ADOPTION

|  |    |
|--|----|
| .....  | 69 |
| <u>1 Définition et typologie</u> .....                     | 70 |
| A/ Définition .....  | 70 |
| B/ Typologie des investissements .....                     | 74 |
| <u>2 Investissement agricole et risques</u> .....          | 77 |
| A/ Risque monétaire .....                                  | 78 |
| B/ Risques objectif et subjectif de l'investissement ..... | 81 |

## SECTION II DETERMINANTS ECONOMIQUES DE

### L'INVESTISSEMENT AGRICOLE .....

|  |    |
|--|----|
| .....  | 84 |
| <u>1 Environnement économique incitatif</u> .....                              | 84 |
| A/ Marchés rémunérateurs du produit .....                                      | 85 |
| B/ Disponibilité du crédit .....   | 85 |
| <u>2 Revenu aléatoire et pratique d'investissement</u> .....                   | 87 |
| A/ Revenu aléatoire, attitude par rapport au risque et<br>investissement ..... | 87 |
| B/ Pratiques d'investissement et revenu en milieu rural sahélien               | 89 |

### CONCLUSION .....

|  |    |
|--|----|
| .....                                  | 92 |
| CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE ..... | 94 |

## DEUXIEME PARTIE

|  |    |
|--|----|
| RATIONALITE INDIVIDUELLE EN SITUATION DE RISQUES MULTIPLES ET<br>D'INCERTITUDE IRREDUCTIBLE : POINT DE VUE THEORIQUE ..... | 96 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCTION DE LA DEUXIEME PARTIE ..... | 97 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| CHAPITRE III RATIONALITE INDIVIDUELLE ET RISQUES EN MILIEU<br>RURAL SAHELIEN ..... | 99 |
|--|----|

|   |     |
|---|-----|
| INTRODUCTION .....  | 99  |
| <b><u>SECTION I AGRICULTURE FAMILIALE ET ATTITUDE</u></b>                         |     |
| <b><u>INDIVIDUELLE PAR RAPPORT AU RISQUE : ATOUTS ET</u></b>                      |     |
| <b><u>LIMITES DES APPROCHES TRADITIONNELLES.</u></b> .....                        | 101 |
| <b><u>1 Modèles alternatifs de rationalité individuelle en incertitude</u></b> .. | 101 |
| A/ Le critère <i>safety first</i> .....   | 101 |
| B/ Le critère d'espérance d'utilité .....   | 104 |
| <b><u>2 L'aversion au risque d'Arrow (1965) et Pratt (1964)</u></b> .....         | 107 |
| A/ Principes généraux et application à l'agriculture sahélienne                   |     |
| .....   | 107 |
| B/ Aversion au risque et spécification des risques .....                          | 112 |
| <b><u>SECTION II PRUDENCE ET RISQUE REVENU EN MILIEU RURAL</u></b>                |     |
| <b><u>SAHELIEN</u></b> .....  | 116 |
| <b><u>1 Modèle de base et application du principe de précaution</u></b> .....     | 116 |
| A/ Principes généraux .....   | 116 |
| B/ Prudence et décisions productives en milieu rural sahélien                     |     |
| .....   | 118 |
| <b><u>2 Prudence et recherche de sécurité</u></b> .....                           | 123 |
| A/ Interprétation statistique du concept prudentiel .....                         | 124 |
| B/ Prudence et revenu en milieu rural sahélien .....                              | 126 |
| CONCLUSION .....  | 127 |
| <b>CHAPITRE IV MODELE DE CHOIX DE PORTEFEUILLE, INCERTITUDE</b>                   |     |
| <b>IRREDUCTIBLE ET RISQUES MULTIPLES : POINT DE VUE</b>                           |     |
| <b>THEORIQUE</b> .....  | 129 |
| <b><u>INTRODUCTION</u></b> .....  | 129 |
| <b>SECTION I LIMITES DU MODELE STANDARD DE CHOIX DE</b>                           |     |
| <b>PORTEFEUILLE EN SITUATION DE RISQUES MULTIPLES</b>                             |     |
| .....   | 131 |

|   |     |
|---|-----|
| <u>1 Limites du concept d'aversion au risque d'Arrow-Pratt</u> . . . . .        | 131 |
| A/ Modèle de base . . . . .   | 131 |
| B/ Risques multiples et prime de risque . . . . .                               | 133 |
| <u>2 Choix de portefeuille, incertitude irréductible et risques multiples :</u> |     |
| <u>modèles alternatifs</u> . . . . .  | 139 |
| <u>SECTION 2 AVERSION FORTE AU RISQUE DE ROSS (1981)</u> . . .                  | 140 |
| <u>1 Modèle de base</u> . . . . .   | 140 |
| <u>2 Impact d'une modification du niveau de richesse</u> . . . . .              | 144 |
| <u>3 Impact d'un accroissement du risque inassurable</u> . . . . .              | 147 |
| CONCLUSION . . . . .  | 149 |
| <u>CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE</u> . . . . .                               | 151 |

### TROISIEME PARTIE

|  |     |
|--|-----|
| CREDIT, RISQUES ET DECISION D'INVESTISSEMENT AGRICOLE . . .          | 153 |
| INTRODUCTION DE LA TROISIEME PARTIE . . . . .                        | 154 |
| <b>CHAPITRE V CREDIT ET ATTITUDE INDIVIDUELLE PAR RAPPORT AU</b>     |     |
| <b>RISQUE</b> . . . . .  | 156 |
| INTRODUCTION . . . . .   | 156 |
| <u>SECTION I CREDIT ET EFFET RICHESSE</u> . . . . .                  | 160 |
| <u>1 Modèle de base</u> . . . . .                                    | 160 |
| A/ Définition des variables . . . . .                                | 160 |
| B/ Impact de l'incertitude irréductible sur les choix . . . . .      | 163 |
| <u>2 Effet richesse et prise de risque</u> . . . . .                 | 166 |
| <u>SECTION II CREDIT ET RISQUE D'ENDETTEMENT</u> . . . . .           | 170 |
| <u>1 Crédit et risque en milieu rural sahélien</u> . . . . .         | 170 |
| <u>2 L'endettement : une augmentation du risque revenu</u> . . . . . | 173 |
| CONCLUSION . . . . .   | 181 |
| <b>CHAPITRE VI LE CREDIT DANS LA DECISION D'INVESTISSEMENT :</b>     |     |

|   |     |
|---|-----|
| <b>CARACTERE INCITATIF ET INFLUENCE SUR LA NATURE DE<br/>L'INVESTISSEMENT</b> .....   | 183 |
| <b><u>INTRODUCTION</u></b> .....  | 183 |
| <b>SECTION I DECISION D'INVESTISSEMENT, CREDIT ET REVENU<br/>ALEATOIRE : RELATION ENTRE CES VARIABLES</b> .....                             | 185 |
| <b><u>1 Etablissement des variables déterminantes de la relation crédit-<br/>investissement dans un contexte de revenu risqué</u></b> ..... | 185 |
| A/ Analyse temporelle .....   | 186 |
| B/ Analyse descriptive des variables déterminantes .....  | 190 |
| <b><u>2 Analyse des effets du crédit sur la décision d'investissement</u></b> ..  | 191 |
| A/ Effet richesse, liquidité monétaire disponible et décision<br>d'investissement .....   | 192 |
| • B/ Effet dette, exposition du revenu au risque et décision<br>d'investissement .....  | 193 |
| C/ Balance des deux effets du crédit sur l'investissement<br>.....  | 197 |
| <b><u>SECTION II CARACTERE INCITATIF DU CREDIT EN MILIEU RURAL<br/>SAHELIEN</u></b> .....   | 200 |
| <b><u>1 Risque revenu, crédit et investissement</u></b> .....   | 201 |
| A/ Divisibilité et réversibilité de l'investissement agricole en<br>milieu rural sahélien .....   | 201 |
| B/ Influence du crédit sur l'investissement en milieu rural<br>sahélien .....   | 202 |
| <b><u>2 Disponibilité du crédit et développement rural au Sahel</u></b> .....   | 207 |
| A/ Relation crédit-investissement et pauvreté .....   | 207 |
| B/ Crédit, choix d'investissement et développement agricole<br>sahélien .....   | 208 |
| <b>CONCLUSION</b> .....   | 210 |

|   |     |
|---|-----|
| CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE .....                                 | 212 |
| CONCLUSION GENERALE .....   | 214 |
| BIBLIOGRAPHIE .....   | 220 |
| ANNEXES .....   | 240 |
| ANNEXE 1 : Composition du revenu des ménages en Afrique Sahélienne .... | 241 |
| ANNEXE 2 : Modèle d'intrant de Ramaswami (1992) .....                   | 242 |
| ANNEXE 3 : Choix de portefeuille et risques multiples .....             | 247 |

## Tableaux et figures

Tableau 1 Intensité du risque et des coûts des changements techniques.....p73

Tableau 2 : Décision d'investissement, flux de revenu et crédit.....p182

Figure 1 Prudence et variation d'input .....p117

Figure 2 : Transformation de la fonction cumulative de probabilité (A) de la loterie A.p119

Figure 3 Interprétation statistique du risque d'endettement.....p172

Figure 4 Effet richesse du crédit et investissement.....p187

Figure 5 Effet dette et volume d'investissement.....p189

## **INTRODUCTION GENERALE**

Le rôle du crédit dans le processus de développement économique est un thème récurrent de l'analyse économique. Sur la période récente, cette problématique a fait l'objet d'une attention croissante, tant dans les analyses théoriques que dans les actions de développement. De fait, l'étude du crédit connaît une autonomisation croissante dans ces deux cadres : analytique et pratique (Gentil et Fournier, 1993). On assiste ainsi à une multiplication des projets tournés exclusivement vers la distribution de crédit<sup>1</sup> en direction de catégories de populations diverses - les paysanneries marginalisées, les femmes, les groupements villageois, ... - et qui donnent lieu à de nombreuses études quand à leur fonctionnement et certaines de leurs performances<sup>2</sup>. L'exemple le plus frappant étant celui de la Grameen Bank qui donne lieu à des projets similaires dans le monde entier et dont l'étude des mécanismes de fonctionnement fait l'objet d'une littérature abondante. La distribution de crédit est ainsi devenue une solution sensée remédier à de nombreux problèmes de pauvreté, d'exclusion sociale et de développement. Dans le contexte spécifique du développement agricole, on peut cependant s'interroger sur la pertinence de cette approche par la distribution de crédit. Le milieu rural des pays en voie de développement est en effet un terrain privilégié pour ce type d'action. Certains auteurs suggérant depuis quelques années que la distribution de crédit peut constituer une solution de facilité et évite de soulever des problèmes plus aigus tels que le régime foncier, les mécanismes de prix ou l'importance des risques dans le fonctionnement de ces économies (Adams et von Pischke, 1992).

On peut raisonnablement s'interroger sur l'impact de ces structures en matière de développement économique des populations visées. C'est-à-dire si le crédit permet à des populations subissant un certain niveau de précarité économique d'entreprendre ou de développer une activité économique rémunératrice et durable. Cet effet positif du crédit sur le processus de développement d'un pays, d'une région ou d'un secteur passant par une augmentation de la productivité des facteurs de production. Nous supposons que cette

---

<sup>1</sup>On parle à ce sujet de "*microdebt industry*".

<sup>2</sup>Par ailleurs, des conférences internationales parrainées par des personnalités prestigieuses se multiplient sur le sujet.

augmentation de la productivité des facteurs de production nécessite un processus d'investissement. Notre objectif sera de replacer la problématique du rôle du crédit dans le développement dans le processus spécifique d'investissement. Nous tenterons ainsi d'analyser le caractère incitatif du crédit dans la décision d'investissement en prenant en compte l'ensemble des éléments entrant dans cette dynamique du crédit. La prise en compte de la précarité économique des individus sera ainsi susceptible de remettre en cause certains liens trop rapidement établis entre crédit et investissement.

La plupart des analyses descriptives portent sur les performances des institutions de crédit en terme de taux de remboursement, de montant et de nombre de crédits distribués. Peu d'entre elles s'interrogent sur l'usage qui est fait du crédit à un niveau individuel<sup>3</sup>. Sur sa destination à des fins productives ou non. Cela nous paraît pourtant une question importante dans l'évaluation du rôle du crédit dans le processus d'investissement. Le rôle spécifique du crédit dans la décision individuelle d'investir dans des moyens de production supplémentaires est une question centrale de la problématique du rôle du crédit dans le développement économique. C'est la nature de cette relation existant entre crédit et investissement qui sera le principal objet de notre questionnement. Ce problème peut se poser différemment suivant l'angle d'analyse pris.

Ainsi, d'un point de vue théorique, on peut distinguer trois catégories d'approche du rôle du crédit dans le développement agricole.

Une première approche peut être qualifiée d'agro-économique. Elle est centrée sur l'exploitation agricole. Le crédit est considéré comme une incitation au changement technique et comme un intrant agricole étant donné la faible capacité d'autofinancement des producteurs ruraux dans les pays en voie de développement. Le crédit est un déterminant parmi d'autres de l'investissement agricole, au même titre que les mécanismes d'approvisionnement en intrants et de fixation des prix, ou encore l'existence d'une structure de vulgarisation. L'angle d'analyse est

---

<sup>3</sup>On peut cependant par exemple citer Doligez (1996) qui étudie empiriquement l'usage du crédit distribué par des institutions financières décentralisées en Guinée, au Nicaragua et au Vietnam.

ici de type productif et compare le rendement espéré de l'investissement avec le coût du crédit. En milieu rural dans les pays en développement, cette approche se heurte à deux types d'obstacles. D'une part, la fongibilité de la monnaie (von Pischke et Adams, 1980) et la non-séparabilité des décisions de production et de consommation amènent à considérer le crédit comme une liquidité additionnelle plutôt que comme un intrant agricole. D'autre part, l'influence réelle du crédit sur le processus d'innovation est difficilement distincte des autres facteurs influençant ce processus. Suivant l'exemple des pays industrialisés, cette approche a donné lieu à la création de caisses nationales de crédit agricole. Dans la pratique, la pertinence de cette approche par l'offre de crédit et cette prééminence donnée à la fonction directement productive du crédit au secteur agricole est remise en cause<sup>4</sup>. En témoigne l'échec généralisé des caisses de crédit agricole (Le Breton, 1989).

Une deuxième approche prend un point de vue plus économique et plus général sur le fonctionnement du crédit et des intermédiaires financiers dans les pays en voie de développement. Elle est principalement centrée sur la question de la formation des taux d'intérêt. Un axe central de ce type d'approche est l'analyse de Mac Kinnon (1973) et Shaw (1973) qui étudient le rôle de l'intermédiation financière dans le développement d'un pays. Les auteurs axent leur réflexion sur le taux d'intérêt permettant le développement de l'épargne, source de financement pour l'investissement.

Concernant plus spécifiquement le milieu rural dans les pays en voie de développement d'autres analyses s'interrogent sur la formation des taux d'intérêt et sur l'explication de leur niveau usuraire. On constate une opposition entre ceux qui expliquent le niveau des taux par la présence d'une prime de risque importante (Bottomley, 1975, 1977) et les économistes expliquant cette situation par l'existence de structures d'exploitation dues au monopole de certains agents sur plusieurs marchés dont celui du crédit et du commerce des biens servant de garantie (Badhuri, 1977; Bardhan, 1980; Basu, 1983). Cette approche souffre cependant des

---

<sup>4</sup>On peut citer Gentil (1992, p.6) qui constate que "*l'échec de toutes les tentatives de crédit agricole fondé sur l'offre, prédéterminée par les techniciens du développement, parfois relayés par les banques, sans tenir compte des choix et stratégie des paysans, est patent*".

limites de son terrain d'analyse, elle provient essentiellement d'une analyse de la situation indienne qui connaît des particularités que l'on ne retrouve pas dans d'autres environnements économiques. Par ailleurs, certaines analyses ultérieures ont mis l'accent sur d'autres éléments tels l'asymétrie d'information (Stiglitz et Weiss, 1981) et les coûts de transaction qui relativisent les résultats de cette approche.

Une troisième approche, la plus récente, considère plus généralement les intermédiaires financiers et leur rôle dans le développement agricole à long terme. Le crédit joue ici un rôle de stabilisation de la consommation dans des situations de revenu aléatoire. Une meilleure stabilisation du revenu permet de réduire la propension à rejeter le risque de la part des producteurs et donc d'entreprendre des investissements risqués (Besley, 1995b). On peut objecter à cette vision assurantielle du crédit que le risque affectant le revenu est différent de celui lié à l'investissement productif. L'investissement est ici presque considéré comme un "effet secondaire", une externalité.

Avant de préciser notre approche spécifique du problème, il est nécessaire d'inscrire notre travail dans la spécificité de son environnement. Nous situons notre étude dans le cadre du milieu rural sahélien. La question de l'investissement productif y revêt une importance particulière. La région sahélienne est marquée par la sévérité des conditions climatiques et par l'importance de la population rurale. Les changements sociaux récents tels qu'une forte croissance démographique et l'occurrence de périodes de sécheresse climatique graves ont mené à une dégradation des conditions de production agricole, et à une précarisation des conditions de vie des populations rurales sahéliennes. Le développement agricole et plus généralement rural a donc une pertinence particulière dans un tel environnement. Si le constat est généralement reconnu - c'est-à-dire la rupture de l'équilibre agro-écologique entraînée par des pratiques agricoles extensives inadaptées aux exigences agro-écologiques de l'environnement naturel et productif - les réponses apportées à ce problème divergent ainsi que les moyens de l'analyser. On trouve à ce titre plusieurs points de vue analytiques dont les principaux sont un environnement particulièrement contraignant, le manque de technologies

appropriées, les contraintes socio-culturelles, la croissance démographique, ou encore le manque de capital humain (Martin et *al.*, 1989). Il semble cependant que le maintien du mode de vie agricole nécessite une certaine intensification du mode de production agricole. Cette intensification nécessite, étant donné les pratiques culturelles actuelles, un processus de changement technique et donc, dans le cas présent, un processus d'investissement. Par ailleurs, les populations rurales sahéniennes sont caractérisées par une certaine pauvreté qui peut les empêcher de mettre en place un tel investissement. En effet, la pauvreté constitue un frein à l'investissement pour deux raisons (Boussard, 1987) : d'une part, le manque de ressources monétaires limite l'acquisition de nouveaux moyens de production coûteux, et d'autre part, les agriculteurs pauvres peuvent avoir intérêt à se constituer des réserves contre-aléatoires ou à développer des activités génératrices de revenu en dehors du secteur agricole afin de réduire l'exposition de leur revenu au risque d'origine agricole. C'est dans ce cadre d'une pauvreté des agents et d'un investissement coûteux que s'établit notre interrogation sur le rôle incitatif du crédit dans le processus d'investissement en milieu rural sahélien.

Etant donné les caractéristiques du milieu étudié, nous tenterons de prendre en compte à la fois des éléments productifs, notamment la spécificité de la décision d'investir dans le contexte de l'agriculture sahélienne, et des éléments "domestiques", en considérant l'importance du revenu dans les décisions économiques des agriculteurs sahéliens. Cette volonté de prendre en compte conjointement des aspects productifs et domestiques dans notre analyse provient des spécificités de la formation du revenu et de l'environnement économique de l'agriculteur sahélien.

Les décisions de production et de consommation sont séparables quand l'environnement économique est caractérisé par une série complète de marchés. Dans un contexte de marchés complets - principalement de la terre, du travail, des facteurs de production et du risque - l'agriculteur maximise son profit et donc son utilité dépendant d'une contrainte budgétaire incluant une partie de ces profits (Hammer, 1986). Les caractéristiques de la fonction d'utilité de l'agriculteur n'influencent pas les décisions productives. Dans le cas contraire, la séparation

des décisions de production et de consommation ne tient plus et les décisions de production dépendent des préférences et des dotations de l'agriculteur. Le caractère aléatoire ou non du revenu du producteur accentue les conséquences de l'absence de marchés complets, notamment les marchés du risque. Le revenu de l'agriculteur sahélien - étant donné les caractéristiques de la production agricole et sa dépendance envers les conditions climatiques - est soumis à un certain niveau de risque qui le rend aléatoire d'une période à l'autre. Par ailleurs les marchés du risque, le crédit et l'assurance, sont imparfaits ou inexistantes en milieu rural sahélien. L'agriculteur sahélien ne peut donc qu'imparfaitement stabiliser son revenu et donc sa consommation. Dans une telle situation, les décisions de consommation (ou domestiques) et de production ne sont pas séparables (Drèze et Modigliani, 1972). Un argument supplémentaire concernant la non-séparation des décisions productives et domestiques nous est fourni par Becker (1965). Dans son analyse, le ménage est à la fois producteur de biens - par l'usage qu'il fait de biens et de son temps disponible - et maximisateur d'utilité. Bien que notre analyse soit sensiblement différente - nous nous intéressons en effet principalement à l'allocation de la richesse monétaire plutôt qu'à l'allocation du temps entre les différentes activités - nous étudions les décisions d'un agent à la fois producteur de richesse et maximisateur d'utilité. Cette dernière dépendant de sa production et donc de son revenu. Ainsi, dans ses décisions économiques productives - par exemple l'investissement ou l'utilisation d'un crédit - l'agriculteur sahélien se référera non seulement à des facteurs productifs mais aussi à des éléments liés à la satisfaction de ses besoins et de ceux de son entourage familial. L'attitude individuelle par rapport au risque incorporée dans la fonction d'utilité peut déterminer l'allocation des ressources entre les différentes activités productives. Le revenu et son niveau d'exposition au risque seront donc déterminants dans l'analyse des décisions productives de l'agriculteur sahélien; ces décisions étant déterminées par les préférences et la richesse de l'agent dans une situation de marchés incomplets. La non-séparabilité des décisions de production et de consommation en milieu rural sahélien sera un élément central de notre travail.

Le risque tiendra donc une place centrale dans notre analyse. Les éléments de risque

sont importants dans une étude de la relation entre crédit et investissement. En effet, un agriculteur sahélien désirant acquérir un nouveau moyen de production se trouve confronté à un certain nombre de risques : d'une part, un risque susceptible d'affecter son revenu et contre lequel il lui est difficile de se couvrir, et d'autre part, un risque lié à la mise en oeuvre d'une innovation productive. La relation entre crédit et investissement s'établit donc dans un contexte de risques multiples qu'il convient de prendre en compte. Notre analyse du caractère incitatif du crédit dans la décision d'investissement aura comme principale préoccupation de déterminer le rôle du risque dans cette relation entre crédit et investissement en milieu rural sahélien.

Les outils de la microéconomie du risque nous semblent les plus appropriés pour traiter ce problème. Le risque est l'élément central de tout questionnement sur l'économie rurale sahélienne (Yung, 1992a). D'une part, en raison de l'importance de l'objectif de sécurité dans les stratégies productives des agriculteurs sahéliens, et d'autre part, en raison des risques affectant l'activité agricole et de l'imperfection des moyens existant pour s'en protéger. Plus généralement, l'importance du risque dans l'analyse économique se trouve exacerbée par la précarité économique des agents étudiés. Une pauvreté accrue, et donc une situation d'insécurité économique est un facteur supplémentaire d'exposition au risque.

Il est nécessaire d'apporter certaines précisions quand au concept de risque que nous emploierons et ses différents développements.

Dans le cadre de notre étude nous emploierons indifféremment les termes de risque et d'incertitude. Quand nous employons ces termes isolément, nous supposons qu'ils ont la même signification. Nous ne prenons donc pas en compte la distinction classique (Knight, 1921) entre risque et incertitude suivant que l'aléa étudié est probabilisable ou non. Certains développements de la théorie du risque ont remis en cause la pertinence de cette distinction (Savage, 1954). Pour appréhender les situations d'incertitude forte, nous emploierons les termes d'incertitude irréductible ou de risque inassurable, traduisant l'expression de *background risk* de Ross (1981). Nous en donnons une définition dans la deuxième partie de notre analyse.

Par ailleurs, un certain nombre de critères peuvent être employés pour distinguer les

risques, spécifiquement dans les pays en voie de développement. Fafchamps (1997) en distingue six :

- \_ la fréquence de réalisation du risque;
- \_ l'intensité du risque, cette intensité étant forte dans le cas d'une maladie mortelle par exemple;
- \_ le caractère autocorrélé ou non des risques auxquels doit faire face l'agent, une mauvaise récolte pouvant entraîner la malnutrition, elle-même source de réalisation de nouveaux risques;
- \_ collectif ou idiosynchratique suivant la taille du groupe touché par les conséquences du risque et le niveau de corrélation du risque entre les agents; cet élément étant particulièrement important dans la détermination de l'efficacité des mécanismes assurentiels;
- \_ affectant le revenu ou l'utilité, ce dernier élément concernant plus particulièrement les capacités physiques de l'agent;
- \_ le risque rituel qui est lié à des événements prévisibles ou non destinés d'une manière générale à maintenir la cohésion communautaire et à leurs conséquences en terme de temps et de dépenses monétaires, les dépenses liées à une naissance ou au décès d'un proche en font partie.

Nous mettrons principalement l'accent sur le risque affectant le revenu et sur son niveau de généralité - collectif ou idiosynchratique - qui nous permettra d'étudier le fonctionnement des mécanismes de lutte contre le risque et ses conséquences.

Notre point de vue microéconomique nous impose de développer notre analyse du point de vue de l'individu. Etant donné les outils théoriques existants, et notamment les développements récents de la théorie des choix en incertitude, l'approche microéconomique nous permet de prendre en considération dans les décisions individuelles des objectifs économiques et des objectifs non économiques. La nécessaire prise en compte d'objectifs extra-économiques est liée à l'intégration de l'agriculteur sahélien dans un ensemble plus vaste que l'on peut appeler l'unité domestique agricole. Les décisions productives individuelles devront en partie se référer à cette entité. Reardon et *al.* (1992) donnent la définition suivante de l'unité domestique agricole sahélienne : c'est un ensemble de trois éléments : (i), une exploitation agricole produisant des produits agricoles avec du travail domestique, d'autres input variables

et un capital foncier; (ii), une main-d'oeuvre familiale fournissant du travail domestique et gagnant éventuellement un certain revenu salarial; (iii), une unité domestique de consommateurs dépensant un revenu monétaire pour satisfaire la maximisation de son utilité. Dans un tel contexte, la production agricole a en grande partie pour objectif de satisfaire les besoins familiaux. Ainsi, comme le soulignent Yung et Bosc (1992), les références (objectifs et stratégies) des unités de production familiales en matière de gestion ne sont pas strictement économiques, mais aussi sociales. La poursuite d'objectifs de reproduction sociale peut peser d'un poids plus lourd que la poursuite d'objectifs strictement économiques et, au sein de ceux-ci, le souci de sécurité (alimentaire ou économique) peut l'emporter sur l'objectif d'optimisation des facteurs de production. Analytiquement, cette sécurité passe par une recherche de stabilité intertemporelle du revenu à un certain niveau permettant d'assurer la reproduction sociale de la communauté. En résumé, on peut dire que l'utilité du producteur agricole sahélien est fonction croissante du revenu et décroissante de son instabilité.

Au total, pour tenter de répondre à la question du rôle du crédit dans le processus d'investissement en milieu rural sahélien, nous partirons de l'analyse de la décision d'investissement. Une fois les critères de cette décision fixés, nous analyserons le rôle du crédit dans ce mécanisme décisionnaire.

Notre démarche sera de partir des résultats de travaux empiriques pour établir nos principales hypothèses de travail, puis de déterminer les outils théoriques nécessaires à l'analyse de notre sujet, pour enfin établir un raisonnement théorique nous permettant de déterminer le caractère incitatif ou non du crédit dans la décision d'investissement agricole en milieu rural sahélien. Notre méthode s'inspirera en cela de celle proposée par Rosenzweig et Wolpin (1993) qui dans une problématique sensiblement proche de la nôtre se proposent d'estimer les paramètres sous-jacents aux décisions d'investissement pour ensuite estimer les préférences par rapport au risque et enfin analyser précisément les stratégies déterminant les décisions économiques.

Dans une première partie, nous étudierons la décision d'investissement en milieu rural sahélien. A l'aide des résultats de travaux empiriques, nous analyserons la formation du revenu de l'agriculteur sahélien et les stratégies qu'il suit dans ses décisions économiques. Nous mettrons en avant le rôle central du revenu dans les décisions économiques, notamment la décision d'investissement. Nous établirons l'importance de certains éléments à prendre en compte dans notre analyse tels que la nature spécifique du risque revenu ou la multiplicité des risques auxquels doit faire face l'agriculteur sahélien quand il investit. Dans une deuxième partie, Nous établirons les instruments théoriques nécessaires à notre analyse. D'une part, ceux permettant de prendre en compte l'objectif de sécurité de l'agriculteur sahélien, et d'autre part, ceux considérant la spécificité des risques dans l'analyse des choix individuels en incertitude. Dans une troisième partie, à l'aide des outils théoriques précédemment établis et des hypothèses issues de la première partie nous déterminerons les conditions du caractère incitatif ou non du crédit dans la décision d'investissement agricole en milieu rural sahélien.

**PREMIERE PARTIE**

**RISQUES, REVENU ET INVESTISSEMENT EN MILIEU RURAL SAHELIEN**

## INTRODUCTION DE LA PREMIERE PARTIE

L'investissement productif est d'une manière générale associé à l'incertitude. Il constitue en effet une projection sur l'avenir et engendre un certain coût. L'analyse de la décision d'investissement nécessite donc de connaître certaines "caractéristiques" de l'agent décideur. En premier lieu, il est important de déterminer les propriétés du revenu de l'investisseur, et si ce revenu est susceptible d'être affecté par la décision d'investissement. Dans une entreprise concurrentielle d'un pays industrialisé, celui ou ceux qui décident d'un investissement ont un revenu le plus souvent salarié qui ne sera que marginalement affecté par les conséquences de l'investissement. La décision d'investissement se fera selon des critères de rentabilité future basée sur les flux de revenu futur de l'investissement. Le cadre d'analyse de l'agriculture sahélienne et de la décision d'investissement agricole est sensiblement différent. On se situe en effet ici dans un contexte d'agriculture familiale où l'agent décideur de l'investissement tire la majeure partie de son revenu de l'activité agricole. L'investissement entrepris influencera donc directement le revenu de l'agriculteur sahélien et de son entourage. La question est donc de savoir si la décision d'investissement est indépendante du revenu. Autrement dit, les décisions productives sont-elles indépendantes des décisions domestiques relatives au revenu et à la consommation ? Drèze et Modigliani (1972) ont montré que cette indépendance des décisions de production et de consommation est remise en cause quand le revenu est incertain et que les marchés du risque sont imparfaits. Cette question de l'existence d'un risque revenu et des possibilités existantes de s'en protéger est particulièrement importante dans notre interrogation sur la relation entre le crédit et l'investissement. S'il y a indépendance entre les décisions productives et domestiques, la relation entre crédit et investissement sera basée sur la capacité de financement du décideur et sur la comparaison entre le coût du crédit et l'estimation des flux futurs de revenu issus de l'investissement. Sinon, il y a nécessité de prendre en compte le revenu et sa formation dans l'analyse de la relation entre crédit et investissement. L'enjeu de cette première partie est donc de savoir si nous nous situons dans le cadre analytique du revenu permanent ou dans celui d'un modèle de type producteur-consommateur où les décisions de production et de consommation ne sont pas séparables. C'est cette hypothèse centrale de notre analyse que nous tâcherons de déterminer dans cette partie. Pour ce faire, nous utiliserons un

certain nombre d'études empiriques menées en milieu rural sahélien et relatives à la formation du revenu, aux marchés du risque et aux comportements d'investissement dans un tel environnement.

Dans un premier chapitre, nous analyserons la formation du revenu de l'agriculteur sahélien afin de déterminer les risques susceptibles de l'affecter. Nous détaillerons les moyens mis en oeuvre pour faire face à ces risques et leur degré d'efficacité. A partir de ces résultats, nous étudierons dans le deuxième chapitre la décision d'investissement. Nous insisterons notamment sur des éléments de définition de l'investissement en milieu rural sahélien, et déterminerons dans quelle mesure sa mise en oeuvre est affectée par la variable revenu.

## CHAPITRE I AGRICULTURE SAHELIENNE ET RISQUE REVENU

### INTRODUCTION

L'exposition au risque du revenu est un élément décisif de l'analyse des décisions économiques de l'agriculteur sahélien. Elle détermine en effet les critères de décision de la production agricole. Selon les hypothèses du modèle de revenu permanent, si le revenu d'un agent est intertemporellement stable, ses décisions de consommation et de production seront indépendantes. Deux types de solutions sont envisageables : soit le revenu de l'agent est stable, soit il dispose de marchés lui permettant de faire face aux fluctuations de son revenu. Pour pouvoir analyser les décisions à caractère productif de l'agriculteur liées au crédit et à l'investissement, il est donc indispensable de connaître, d'une part, l'existence ou non d'un risque affectant son revenu, et d'autre part, les moyens disponibles pour faire face à un tel risque.

Le revenu de l'agriculteur sahélien est principalement lié à l'activité agricole. Le risque de l'activité agricole dépend de l'environnement dans lequel elle se situe. Cet environnement, tant dans ses dimensions naturelles que socio-économiques forme les relations de production en milieu rural sahélien. Celles-ci seront déterminées par une série d'éléments tels qu'une aspiration à des revenus plus élevés et une réduction des risques, des contraintes matérielles et technologiques dans un environnement naturel spécifique, des contraintes techniques et de comportement pesant sur l'acquisition et la transmission de l'information (Binswanger et Rosenzweig, 1986). L'étude du risque au niveau de la production agricole nécessite donc la connaissance des caractéristiques matérielles et techniques de la production agricole au Sahel.

Face au risque productif agricole et à ses conséquences sur la consommation, le recours

aux marchés du risque est déterminant. Ces marchés du risques sont principalement ceux de l'épargne, du crédit et de l'assurance. Les stratégies productives optimales des agriculteurs des pays en voie de développement dépendent étroitement de leur accès à ces marchés (Carter et Wiebe, 1990). Ce sont ces marchés qui permettront ou non d'obtenir un revenu stable dans le temps. En milieu rural sahélien comme dans la majorité des pays en voie de développement, les marchés formels du risque restent très peu accessibles aux agents. Pour l'agriculteur sahélien, cela se traduit par une imperfection des marchés du risque. Dans une situation d'imperfection de ces marchés, les décisions productives seront déterminées par les préférences et le niveau de richesse de l'agent et non pas seulement par la recherche d'un profit. Ainsi, dans un tel cas et dans un objectif de recherche de sécurité économique et alimentaire, l'agriculteur choisira d'utiliser une partie de ses ressources en temps et en capital notamment à des activités de diversification de son revenu (Morduch, 1985). Cette diversification lui permettant de réduire l'exposition de son revenu au risque. Plus généralement, l'absence de marchés accessibles pour faire face au risque revenu amène le développement de stratégies individuelles d'auto-protection qui traduit une volonté de gestion du risque par des pratiques de lissage du revenu (Ehrlich et Becker, 1972). Parallèlement, le recours à l'épargne et la création d'institutions endogènes de partage du risque permet de pallier à l'insuffisance des marchés formels de partage du risque.

Nous détaillerons dans une première section les caractéristiques de l'agriculture sahélienne, notamment en terme de fin - l'objectif de la production agricole qui déterminera la stratégie productive - et de moyens. Dans une deuxième section, nous analyserons les risques affectant le revenu de l'agriculteur sahélien. La troisième section sera consacrée aux marchés du risque en milieu rural sahélien et à leur niveau d'efficacité du point de vue de l'agriculteur. Nous examinerons dans une quatrième section les conséquences du fonctionnement de ces marchés sur les décisions productives et la composition du revenu global de l'agriculteur sahélien. Ceci nous permettra de déterminer l'ampleur de l'exposition au risque du revenu de l'agriculteur sahélien.

## SECTION I AGRICULTURE SAHELIENNE : ORGANISATION ET CONDITIONS DE PRODUCTION

### 1 Une agriculture familiale

#### A/ Décisions de production agricole et organisation sociale

L'organisation sociale de l'agriculture sahélienne se réfère globalement à trois niveaux : ethnico-familial, villageois et individuel.

L'appartenance ethnico-familiale d'un individu renvoie à ce que l'on peut nommer sous le terme de communauté (Mahieu, 1989). Au sein d'une communauté, la responsabilité lignagère est un élément important de l'organisation sociale sahélienne (Broekhuyse et Sall, 1986) et amène à un certain nombre de droits et d'obligations suivant la position occupée dans ce lignage. Ces droits et obligations se matérialisent pas des flux de ressources influençant l'allocation du temps et de la richesse de l'individu.

Le niveau villageois d'organisation sociale est relié plus ou moins étroitement à celui de la communauté. Certains villages peuvent être le lieu de coexistence de plusieurs ethnies renvoyant à des systèmes communautaires différents. Ainsi certains groupes de population organisés sur un modèle familial et lignager tels que les Mossi du Burkina-Faso ne connaissent pas le modèle villageois d'organisation (Gruénais, 1985). D'une manière générale, le système de référence communautaire reste prééminent sur le système villageois.

Le niveau familial d'organisation sociale est particulièrement important en milieu rural sahélien (Coquery-Vidrovitch, 1981), et son analyse va nous permettre d'établir un certain nombre d'hypothèses quant aux décisions économiques prises par l'agriculteur sahélien. En effet, si certaines décisions concernant la production agricole se prennent au niveau communautaire, notamment l'attribution des parcelles de culture ou l'organisation de la main-d'oeuvre sur les champs "collectifs", les principales décisions productives se prennent au niveau

familial.

La famille élargie regroupe les communautés de production, de consommation et d'accumulation; les deux premières pouvant se confondre (Gastellu, 1980). Au sein de cette famille élargie, certaines décisions sont du ressort exclusif du chef de famille<sup>5</sup>, notamment la gestion du foncier, la mobilisation de la force de travail, la responsabilité de la production vivrière et la redistribution des revenus monétaires (Pochier, 1992). Ces décisions productives sont donc prises individuellement par le chef de famille en référence à sa communauté familiale de consommation. La production agricole vivrière devant être suffisante pour satisfaire la consommation de la famille élargie. Le chef de la famille élargie, celui que nous appellerons dans la suite de notre travail, l'agriculteur sahélien, ou encore l'agent décisionnaire, aura pour objectif dans ses décisions productives de satisfaire le niveau de consommation de son cercle familial.

## B/ Evolution récente

La période récente, marquée notamment par de graves périodes de sécheresse et par la dégradation de la situation économique générale des pays de la zone sahélienne, a vu le développement de deux phénomènes susceptibles de remettre en cause l'organisation sociale du monde rural sahélien : la monétarisation croissante des besoins<sup>6</sup> et le développement de nouvelles formes d'organisation de l'économie domestique. La croissance des échanges et des besoins monétaires a amené les populations sahéliennes à développer les moyens de se procurer

---

<sup>5</sup>Il faut cependant souligner que l'on peut observer une division sexuelle des décisions productives suivant le type de production et les moyens mis en oeuvre pour la réaliser. Cette division est susceptible de changer. Von Braun et Webb (1989) observent ainsi en Gambie que la culture du riz passe de la responsabilité des femmes à celle des hommes sous l'influence d'un processus de changement technique.

<sup>6</sup>Une partie importante de la consommation calorique des populations rurales sahéliennes passe par des achats. Reardon (1993) estime qu'en zone rurale sahélienne, au moins 50% de la consommation de grains provient d'achats. Cet achat céréalier ne répond pas nécessairement à une situation de déficit de production important, à la suite d'une forte sécheresse par exemple. Il participe aussi du mode normal de gestion du stock céréalier par des achats en période sèche de bas prix des céréales, et permet de gérer la période de soudure pendant laquelle les besoins alimentaires sont importants et les prix élevés (Lombard, 1989).

un revenu sous forme monétaire. D'une part, au niveau de la production agricole par la mise en culture de spéculations commerciales, et d'autre part, par la mise en oeuvre d'activités économiques, liées ou non à l'agriculture, permettant l'obtention d'un revenu monétaire. Ainsi, l'agriculteur sahélien cherchera donc de plus en plus à commercialiser une partie de sa production pour répondre à des besoins de type monétaire. Cette commercialisation sera facilitée dans certaines zones réunissant deux éléments : d'une part, la compatibilité du milieu naturel considéré avec le développement des cultures commerciales, notamment grâce à la disponibilité en terre; et d'autre part, la présence de marchés rémunérateurs. On peut alors assister au passage d'une agriculture vivrière, largement autarcique et centrée sur des objectifs de reproduction à une agriculture capable de nourrir les membres de la famille et de dégager des revenus monétaires mais plus dépendante des variations de prix des spéculations (Tallet, 1996).

Par ailleurs, de nouvelles formes d'économie domestique remettent en cause certaines formes communautaires d'organisation. Ainsi, les migrations prolongées des populations masculines de certaines zones sahéliennes et l'augmentation des besoins de nature monétaire peuvent amener à une certaine autonomisation budgétaire des femmes qui se trouvent de fait moins dépendantes du seul revenu agricole, dont la gestion est du ressort du chef de famille. Dans certaines zones rurales, la réduction de l'unité de production autour de la famille nucléaire peut amener certaines difficultés d'organisation de la production agricole (Marchal, 1985), notamment concernant la mobilisation de la main-d'oeuvre nécessaire pendant les périodes de pointe du calendrier cultural.

### C/ Stratégies paysannes au Sahel

Si l'organisation sociale de l'agriculture sahélienne est soumise à un certain nombre de tensions, elle reste globalement basée sur un cadre familial. Même si la production agricole peut revêtir une moindre importance dans le revenu général de la famille, elle reste la principale source de revenu, en nature ou monétaire. Les principales décisions productives restent du

ressort du chef de famille, qu'elles concernent les productions céréalières traditionnelles ou celles destinées à la commercialisation. Le cadre familial de l'organisation productive et le respect d'un certain nombre d'obligations de type communautaire imposent à l'agent décisionnaire de satisfaire à un certain niveau de production, directement consommée ou commercialisée.

De cette rapide analyse de l'organisation familiale de la production agricole sahélienne, deux éléments sont importants à souligner. D'une part, le caractère familial du mode de production impose certaines contraintes quand à la gestion du facteur de production travail dans l'organisation de la production. D'autre part, la responsabilité d'une partie importante de la ration alimentaire familiale, ainsi que l'importance des relations communautaires existantes et les obligations en terme de transferts qui en découlent imposent la réalisation d'un certain niveau de production. La non réalisation de ce niveau nécessaire de production agricole pouvant remettre en cause la poursuite de l'activité agricole et la fin d'un certain mode d'existence. Les décisions productives, dans leur rapport aux risques existants, en tiendront compte. Notamment en privilégiant la sauvegarde à long terme de la famille et de ses moyens d'existence. C'est ce que l'on appelle généralement un objectif de reproduction.

Ainsi, l'agriculteur sahélien cherchera à maximiser non seulement le volume produit, mais aussi à en assurer la stabilité intertemporelle d'une saison productive à l'autre. Cette hypothèse caractéristique des comportements des agricultures de semi-subsistance (Binswanger et Rosenzweig, 1986) nous permet de mettre l'accent sur deux éléments déterminants des décisions productives de l'agriculture sahélienne : un double objectif de maximisation et de sécurisation intertemporelle du revenu.

Les stratégies paysannes au Sahel sont donc duales. Les stratégies de reproduction restent prédominantes et se traduisent par des décisions productives marquées par un souci de limitation des risques. Des stratégies de maximisation des ressources disponibles sont aussi à l'oeuvre et peuvent se traduire par la mise en oeuvre de stratégies de spécialisation productive plus rémunératrices et plus risquées (Club du Sahel, 1996).

## 2 Conditions de production

### A/ Conditions agro-climatiques de production

Les conditions agro-climatiques de production regroupent les caractéristiques du milieu naturel ayant une influence sur la production agricole. Nous détaillerons rapidement les éléments climatiques et pédologiques.

Etant donné l'étendue géographique couverte par la région sahélienne, on y constate une grande variété des conditions climatiques et des sols. On peut globalement distinguer du nord au sud quatre zones climatiques - de la plus sèche à la plus humide - selon leur niveau pluviométrique annuel : sahélienne, soudanienne, soudano-sahélienne et soudano-guinéenne; cette dernière zone ne concerne qu'une faible étendue des pays sahéliens. Globalement, le climat est semi-aride à une seule et courte saison des pluies appelée hivernage. Le climat est d'autant plus sec que l'on se déplace vers le nord de la zone. Cette variation de la pluviométrie détermine la longueur du cycle végétatif annuel et donc le calendrier des pratiques agricoles. La saison des pluies délimite une saison agricole réduite, qui dure 2 à 4 mois, centrée sur les mois de juillet et août. A l'hivernage succède une période sans pluie de 8 à 10 mois où les activités agricoles sont alors concentrées sur les zones irriguées et sur les zones de décrue, principalement les bas-fonds. Ces caractéristiques climatiques déterminent les activités principales qui y sont pratiquées : élevage au nord et agriculture pluviale et élevage au sud.

Sur une période récente, le Sahel a été marqué par une succession de périodes de sécheresse importante : au début des années soixante-dix et au début des années quatre-vingt. La conséquence directe au niveau de la production agricole en a été un déplacement vers le sud de la limite nord des cultures. Cette baisse accentuée de la pluviométrie se traduit directement par une réduction de la durée du cycle optimal de culture; les variétés à cycle "long" accusant une forte baisse de rendement dans une telle situation. La combinaison de ce facteur climatique et d'éléments liés au comportement humain a abouti à ce que l'on appelle la désertification, qui

concerne l'ensemble des variables agro-climatiques tels que le couvert végétal ou les sols<sup>7</sup>.

On peut globalement distinguer selon les caractéristiques de leur sol quatre catégories de milieu (Bertrand, 1992) : les milieux cuirassés sur grès argileux, les milieux dunaires, les milieux à argiles gonflantes et les milieux alluviaux. Les conditions de fertilité pour un milieu considéré sont fortement variables, et dépendent notamment des aménagements qui y sont pratiqués, tels que les dispositifs de drainage ou anti-érosifs.

Par ailleurs, les sols sont fortement soumis aux mécanismes d'érosion éolienne et hydrique qui réduisent leur niveau de fertilité. L'alternance de saisons climatiques contrastées - une longue saison sèche et une courte saison des pluies - exerce une pression sur la fertilité des sols. Ceux-ci connaissent à terme une dégradation de leur structure qui se traduit par un ruissellement des eaux plutôt que leur infiltration, et une érosion de la couche arable (Barbier et Ruas, 1994). L'érosion des sols est accentuée par la dégradation sensible du couvert végétal - herbacé et arboré - dans certaines zones (Rochette, 1989).

La rigueur des conditions agro-climatiques et l'aggravation récente des déficits pluviaux caractérisent les zones climatiques de la zone sahélienne.

## B/ Conditions techniques de production

L'agriculture sahélienne est essentiellement pluviale et se pratique sur un seul cycle cultural étant donné les conditions climatiques. Les cultures de décrue et l'irrigation sont pratiquées le long des fleuves Niger et Sénégal notamment, mais restent globalement marginales. La pratique de l'irrigation demandant d'importants investissements.

On constate une prédominance des céréales dans l'espace cultivé. La part de l'assolement consacré aux céréales est généralement supérieure à 50% et peut atteindre 80% au Burkina-Faso par exemple (FAO, 1996). Les superficies cultivées en céréales pluviales sont composées d'un nombre limité d'espèces, où dominent les cultures du mil et du sorgho. A ces

---

<sup>7</sup>Rochette (1989, p.445) fournit une analyse détaillée des formes de désertification par zones géographiques.

deux céréales dominantes essentiellement vivrières sont associées d'autres cultures faisant l'objet d'une commercialisation<sup>8</sup> telles que l'arachide, le coton et le maïs pour les zones les plus septentrionales, ou encore le riz dans les zones de bas-fonds et certaines vallées de fleuve bénéficiant d'aménagements hydro-agricoles.

Le processus de production agricole sahélien se caractérise par la faiblesse du détour productif mis en oeuvre. Ce dernier étant déterminé par la combinaison des facteurs de production appliquée, plus précisément par l'importance du capital dans cette combinaison. Au moins le processus productif intègre de capital dans sa réalisation, au plus le détour de production est faible. Les principaux facteurs de production employés sont le travail et la terre. Les technologies utilisées sont simples, souvent manuelles. La mécanisation sous forme de traction animale connaît un certain développement qui reste cependant limité par son coût; la présence d'une culture de rente nécessaire à la rentabilité d'un tel investissement est une des conditions de son développement (Savadogo et *al.*, 1995a). D'une manière générale, pour la zone considérée, les quantités d'engrais utilisées sont minimes, et sont concentrées sur les surfaces rizicoles et arachidières destinées à la commercialisation quand l'environnement économique est favorable (Yung et Bosc, 1992). Le maintien de la fertilité est essentiellement assuré par la jachère.

Au total, on peut affirmer que l'intensité capitaliste de l'agriculture sahélienne est faible et que la production agricole dépend de la conjugaison de trois éléments : la force de travail, l'étendue des surfaces cultivées et le temps disponible (Marchal, 1989).

En conséquence, le potentiel de production en milieu sahélien est principalement déterminé par les conditions climatiques, plus précisément par l'alimentation hydrique de la culture, c'est-à-dire par le total et la répartition des précipitations.

---

<sup>8</sup>Nous appelons culture commerciale une production échangée contre de l'argent par l'agriculteur au lieu d'être directement consommée (Drèze et Sen, 1989).

## SECTION II REVENU AGRICOLE ET RISQUES

### 1 Le risque technologique covariant

#### A L'aléa climatique

Dans l'étude d'un processus de production en incertitude, un risque de nature technologique agit sur le volume de production réalisé. Dans le contexte de l'agriculture sahélienne, ce risque affecte le volume de la récolte réalisée à l'issue d'une saison productive. On est donc ici en présence d'un risque de mauvaise récolte que l'on peut définir comme étant l'absence de liaison sûre et garantie entre un certain volume d'intrants et une certaine quantité de produit, pour une qualité donnée des intrants et du produit, et en un point donné du temps (Couty, 1989). En milieu rural sahélien - étant donné les conditions agro-climatiques et techniques de la production - le risque de mauvaise récolte est essentiellement d'origine climatique; il est lié à l'incertitude concernant la durée du cycle pluviométrique au cours d'une saison productive. Le mode extensif d'exploitation<sup>9</sup> agricole, lié à la faible artificialisation du milieu et à la pratique d'un système de jachère rend la production agricole particulièrement aléatoire dans le contexte climatique sahélien. En effet, à risque climatique de même intensité, les conséquences sur le niveau de la production agricole sont d'autant plus significatives que le caractère extensif du système d'exploitation est marqué (Grouzis et Albergel, 1989). Ainsi, dans un exemple sénégalais, Juncker et *al.* (1992) estiment qu'une baisse de la pluviométrie de 30% entraîne une réduction de 50% de l'espérance de production.

Les conséquences des variations pluviométriques sur la production agricole dépendent de la région et des cultures considérées. Certaines céréales s'avèrent plus résistantes que d'autres au manque de pluie. Ainsi Carter (1997) établit une comparaison des rendements à

---

<sup>9</sup>Nous emploierons dans la présente étude le terme d'agriculture extensive au sens de l'économie rurale tel qu'il est défini par Boussard (1987, p.10); c'est-à-dire une distinction selon la composition en facteurs de production plutôt que selon le volume de production à l'unité de surface. Un mode de production extensif se caractérisera donc par une utilisation proportionnellement plus importante du facteur terre par rapport aux autres facteurs de production.

l'hectare de différentes cultures entre une année à pluviométrie normale et une année de sécheresse et entre une zone sahélienne et soudanienne au Burkina-Faso. On constate que pour une réduction de 16% de la pluviométrie, le rendement du mil baisse de 59% et celui du sorgho de 65% en zone sahélienne, tandis que pour une même réduction pluviométrique en zone soudanienne, la réduction est respectivement de 26% et de 31%. Ce risque de mauvaise récolte a une dimension covariante à une certaine échelle. D'une manière générale, notre niveau de covariance du risque de mauvaise récolte sera celui du village. Il permet en effet d'analyser un éventuel écart d'exposition au risque climatique entre les agriculteurs d'un même village. C'est au niveau villageois que se mettent en place les différents dispositifs d'échanges entre les agriculteurs à des fins assurantielles. Etant donné la relative homogénéité des techniques de production employées, les variations inter-annuelles de la pluviométrie affecteront l'ensemble des agriculteurs d'un même village. On peut donc établir l'existence d'un risque covariant de mauvaise récolte au niveau villageois.

La relation entre la pluviométrie et la récolte obtenue ne dépend pas uniquement des facteurs liés à l'environnement et aux techniques utilisées. Le risque du revenu agricole de nature technologique et covariant est en effet affecté par des éléments à caractère non aléatoires : les contraintes. Ces dernières ont une importance particulière en milieu rural sahélien dans l'expression du risque productif.

## B/ Les contraintes

Les contraintes sont des éléments non aléatoires qui s'imposent aux individus et qui modulent l'expression du risque, l'ampleur de ses conséquences. Une partie importante des contraintes affectant le risque productif est de nature environnementale<sup>10</sup>. Elles peuvent être définies selon Edlin (1989a, p.20) comme étant des "*éléments généralement connus*,

---

<sup>10</sup>La limite entre risque et contrainte est difficile à appréhender. Un climat aride peut être considéré comme une contrainte car il s'impose à l'activité humaine sur une période longue (à l'échelle humaine), tandis que l'occurrence d'un déficit pluviométrique interannuel constitue un risque. Suivant la durée considérée, le facteur climatique peut donc être considéré comme une contrainte ou un risque.

*relativement permanents, et qui peuvent être maîtrisés de façon assez durable par des traitements appropriés". Elles sont de nature agro-climatique.*

Au-delà de ces contraintes liées à l'environnement naturel de production, on peut distinguer deux catégories de contraintes affectant le risque agricole et dépendant ou non des conditions climatiques. D'une part, une contrainte productive liée essentiellement à la disponibilité du facteur travail, et d'autre part, une contrainte extra-productive liée à l'environnement démographique que connaissent certaines zones régions sahéniennes et agissant sur l'espace cultivable.

La contrainte de disponibilité en main-d'oeuvre est liée aux caractéristiques agro-climatiques et techniques de l'agriculture sahénienne. En effet, la variabilité temporelle de la pluviométrie, dans un contexte d'agriculture pluviale et à faible détour de production, implique le strict respect du calendrier cultural des différentes décisions de production telles que les semailles, l'entretien des cultures, le désherbage et la récolte<sup>11</sup>. Binswanger et Rozensweig (1986) soulignent ainsi qu'une déviation du calendrier optimal implique un déclin des rendements plus ou moins important. Il importe donc de pouvoir disposer de main-d'oeuvre pendant ces périodes optimales. L'absence de paysans sans terres et une certaine homogénéité technique des exploitations sur un espace donné sont source de covariance dans l'utilisation du facteur travail. Cela réduit les possibilités de salariat. L'emploi de main-d'oeuvre familiale au sein des exploitations est donc la principale source de facteur travail. La disponibilité en facteur travail - ici le principal facteur de production - est donc limitée par la taille de la famille, plus précisément, par le nombre de ses actifs. En l'absence d'un marché du travail salarié en milieu rural sahéni, la disponibilité en facteur travail est donc une contrainte sur la production agricole. En effet, une insuffisance de main-d'oeuvre à certaines périodes peut empêcher un agriculteur de profiter des périodes pluviométriques optimales, et donc augmenter le risque de mauvaises récoltes.

---

<sup>11</sup>Par exemple, la date de mise en culture est déterminante. On estime ainsi que la perte moyenne engendrée par jour de retard de l'installation des cultures par rapport à la date de semis sur la première pluie utile est de 1% de rendement pour l'arachide (Pocthier, 1992).

Par ailleurs, la forte croissance démographique que connaissent certaines régions sahéniennes est susceptible d'agir comme une contrainte sur la production agricole. Une augmentation de la population en zone rurale accroît la demande d'espace de culture<sup>12</sup>. L'espace cultivable n'étant pas sans limite, on peut parvenir à une réduction de l'espace disponible par agriculteur. Plus spécifiquement l'augmentation du nombre d'exploitation dans un espace fixe aboutit à la réduction de l'espace dévolu à la jachère, et remet donc en cause la capacité productive des sols. La pratique de la jachère étant déterminante dans le mode de production extensif sahélien, la croissance démographique est donc source de contrainte sur la production agricole en affectant à terme le rendement des cultures.

## 2 Le risque idiosyncratique

### A/ Risque productif idiosyncratique

Les conditions agro-climatiques de production, au-delà de leur dimension covariante à l'échelle villageoise, ont une dimension plus restreinte qui s'applique à un agriculteur et à son unité de production familiale. On peut ainsi parler de risque micro-climatique se matérialisant par une variation spatiale intra-annuelle de la pluviométrie; Rochette (1989) utilise à ce sujet le terme de "pluviométrie par tâches". De courtes et violentes pluies créent des variations pluviométriques entre les villages et entre les champs d'un même village. Ces variations micro-climatiques sont à l'origine d'un risque agricole idiosyncratique car non corrélé entre les unités de production familiales. Ce risque idiosyncratique revêt autant d'importance que le risque covariant dans la croissance de la production agricole (Edlin, 1989b). Suivant la région et la culture considérée, les risques idiosyncratiques peuvent même avoir plus d'influence que les risques covariants dans le risque agricole global d'origine climatique (Carter, 1997). Carter

---

<sup>12</sup>Grouzis et Albergel (1992) ont ainsi observé pour la région de Boulsa au Burkina-Faso une augmentation de 3% par an des surfaces cultivées pour un taux de croissance démographique de 2,6%.

(1997) établit ainsi la plus grande influence des risques idiosyncratiques en zone soudanienne qu'en zone sahéenne par rapport au risque covariant. il est important de noter que le risque climatique idiosyncratique peut jouer dans les deux sens et permettre à un agriculteur d'obtenir un niveau de production satisfaisant dans une situation de déficit pluviométrique interannuel.

D'autres types d'événements non climatiques à caractère particulier peuvent affecter directement la production agricole. Les ravages d'insectes ou encore l'attaque des cultures par certaines maladies peuvent être à l'origine d'une baisse des rendements et donc d'une réduction du revenu agricole.

## B/ Risque idiosyncratique de "cycle de vie"

Nous avons constaté que la main-d'oeuvre disponible est un élément déterminant de la production agricole en milieu rural sahéen. Le facteur travail doit être en quantité suffisante eu égard aux besoins familiaux et être flexible pour respecter les exigences du calendrier cultural. Tout événement remettant en cause cette disponibilité du facteur travail est donc susceptible de remettre en cause le volume la production agricole. On regroupera ce type d'événement sous le terme de risque idiosyncratique de "cycle de vie" (Binswanger et Rosenzweig, 1986). La précarité des conditions de vie des populations rurales au Sahel justifie l'importance de ce risque de cycle de vie. Un environnement sanitaire peu favorable et un accès au soins difficile et coûteux renforcent l'occurrence de maladies plus ou moins graves. La maladie d'un actif dans l'unité de production familiale, le manque d'accès aux soins pouvant aboutir à un décès, réduit le travail disponible pour l'activité agricole et rend plus difficile le respect du calendrier cultural. La précarité des conditions sanitaires, en ayant un impact négatif sur le processus de production, est un élément constitutif du risque agricole. D'une manière générale, les économies rurales pauvres sont caractérisées par une très forte incidence des risques sanitaires (Fafchamps, 1997). Les maladies infectieuses telles que tétanos ou tuberculose et les infections parasitaires transmises par l'eau et les insectes affectent un nombre très important de personnes dans ces pays.

D'autres événements non directement sanitaires et affectant l'agriculteur et son entourage constituent des risques idiosyncratiques. Ainsi, les dommages causés aux habitations par des conditions climatiques particulières ou aux récoltes par les animaux peuvent remettre en cause la réalisation d'un niveau de production suffisant (Udry, 1990).

### 3 Le risque prix

#### A/ La commercialisation sous contrainte

La recherche de sécurité et la poursuite d'un objectif de reproduction sont des éléments déterminants de la stratégie des agriculteurs sahéliens. Cela se traduit par la volonté de produire la plus grande part possible de la consommation alimentaire familiale; la mise sur le marché d'une partie de la production étant marginale. La majeure partie de la production céréalière est destinée à l'autoconsommation, seul 10 à 15% de la production sont commercialisés<sup>13</sup> (Egg et Grégoire, 1992). On est en présence d'une agriculture de semi-subsistance. Dans une telle situation, la commercialisation d'une partie de la production vivrière s'effectue sous contrainte en réponse à un besoin ponctuel et spécifique tel que le remboursement de dette ou des dépenses de soin (Club du Sahel, 1996). Ce besoin revêtant un caractère assez fortement contraignant. Dans une telle optique, la mise sur le marché ne répond pas à des signaux de prix mais est essentiellement guidée par la recherche d'un certain montant monétaire à un moment déterminé. Cette partie monétaire du revenu agricole est donc dépendante du prix du marché et des mécanismes de formation des prix des produits agricoles vivriers.

Les marchés céréaliers sahéliens possèdent deux caractéristiques principales, ils sont étroits et instables (Egg et Grégoire, 1992). Certaines caractéristiques structurelles de l'agriculture sahélienne constituent un frein au développement des marchés céréaliers, et donc

---

<sup>13</sup>Par ailleurs, une partie des échanges céréaliers se fait hors marché, par exemple lors de transferts au sein d'une même famille entre milieu rural et urbain.

à leur étroitesse. Ainsi, la covariance de la production au niveau villageois au cours d'une saison et un certain isolement géographique lié au manque d'infrastructures n'offrent pas d'opportunité d'échanges réguliers entre les agriculteurs en excédent et ceux en déficit au cours d'une même saison productive (Binswanger et M<sup>c</sup> Intire, 1987). Par ailleurs, le manque de structures de stockage est aussi un facteur de faiblesse du marché céréalier. La faible commercialisation de la production vivrière contribue à l'étroitesse des marchés céréaliers sahéliens et donc à une partie de son instabilité. L'étroitesse d'un marché étant facteur de volatilité des prix des biens qui y sont traités. D'une manière représentative pour la majorité des agriculteurs sahéliens, Yung (1992b, p.307) résume ainsi la situation du marché céréalier pour le producteur sénégalais : *"Très peu rémunérateur en bonne année et même en année normale du fait de l'exiguïté du marché, il est faiblement rémunérateur pendant les fortes périodes de commercialisation, même durant les années de mauvaise récolte. Il est fortement spéculatif en année moyenne (...) et très fortement spéculatif en mauvaise année."*

Pour la majorité des agriculteurs sahéliens qui opèrent dans un contexte agricole de semi-subsistance, le prix des produits vivriers et plus spécifiquement celui des céréales constitue un risque dans la formation du revenu agricole. Cette formation monétaire d'une partie du revenu agricole s'effectue largement sous la contrainte d'un besoin spécifique; elle est donc largement soumise aux fluctuations du marché.

#### B/ Réponse positive aux marchés rémunérateurs

L'existence de débouchés monétaires permet à certains agriculteurs de monétariser une partie de leur production agricole. Cette commercialisation volontaire de la production agricole concerne les produits vivriers et de rente.

La proximité d'un marché urbain important est une forte incitation à la production d'un surplus commercialisable de produits vivriers. Dans ce contexte périurbain, les agriculteurs sont fortement intégrés au marché et y sont présents durant toute l'année, notamment par la vente de produits maraîchers et fruitiers (Club du Sahel, 1996). Cette commercialisation périurbaine

atteint cependant rapidement une limite spatiale étant donné la mauvaise qualité des infrastructures de transport.

Un environnement technique et agro-climatique favorable permet la production de cultures de rente telles que le coton ou l'arachide et une élasticité prix positive de l'offre de ces produits (Savadogo et *al.*, 1995a). Les débouchés monétaires relativement stables et rémunérateurs de ces productions constitue une forte incitation à leur mise en oeuvre. On observe ainsi une croissance annuelle d'environ 7% des superficies cotonnières au Mali et au Burkina Faso entre 1961 et 1994, tandis que l'accroissement annuel des superficies vivrières ne dépassait pas 1,8% pour la même période (Club du Sahel, 1996). Les marchés de l'arachide et du coton peuvent être considérés comme relativement rémunérateurs et sécurisés. La récente dévaluation du franc CFA ayant accentué ces caractéristiques.

### SECTION III EFFICACITE DES MARCHES DU RISQUE EN MILIEU RURAL SAHELIEN

#### 1 Incomplétude des marchés formels du risque et institutions endogènes

##### A/ Limites des institutions formelles

L'importance du risque affectant leur revenu incite les agriculteurs à chercher dans leur environnement les moyens de faire face aux conséquences négatives de la réalisation du risque revenu sur leur niveau de consommation. Cette répartition des risques - c'est-à-dire cette recherche d'une forme d'assurance - peut se faire par des échanges, d'une part, dans le temps par le recours au crédit et à l'épargne, et d'autre part, selon les états de la nature par la

participation à un dispositif de partage des risques, c'est-à-dire d'assurance<sup>14</sup>. Les caractéristiques des marchés du risque - l'intermédiation financière et l'assurance - en milieu rural sahélien ont des conséquences importantes sur les mécanismes d'assurance du revenu.

L'assurance de type formelle est absente en milieu rural sahélien. Elle ne permet de couvrir ni les risques covariants liés à la production agricole, ni les risques particuliers touchant l'agriculteur ou son entourage. Le marché du crédit formel connaît certaines caractéristiques propres au milieu rural de nombreux pays en voie de développement et qui le rendent imparfait dans son fonctionnement. On peut citer trois éléments qui empêchent le marché formel du crédit sahélien de remplir son rôle d'intermédiaire financier et de marché du risque (Besley, 1994) : la rareté des garanties liées notamment à la faible valeur marchande des éventuels biens nantissables, le sous-développement des institutions complémentaires telles que l'assurance qui introduit une externalité positive avec le fonctionnement du marché du crédit en réduisant l'importance du problème de défaillance de l'emprunteur et, la covariance des risques dans un espace donné. L'imperfection ou l'inexistence d'institutions formelles de partage du risque conduit au recours à des solutions individuelles, l'épargne, ou collectives et informelles<sup>15</sup>, la création d'institutions endogènes de partage des risques<sup>16</sup>. Selon leur mode de fonctionnement, ces réponses individuelles et institutionnelles rempliront un objectif assurantiel par rapport au risque revenu. L'émergence d'institutions de nature endogène s'explique de la manière suivante : lorsqu'un marché est manquant, c'est-à-dire quand le coût lié à l'échange crée une désutilité supérieure au gain d'utilité fourni par ce marché, ce marché n'est pas utilisé pour la transaction. Celle-ci passe par une institution de nature endogène permettant cette transaction, ou n'a pas

---

<sup>14</sup>Nous nous plaçons ici dans l'optique de marchés du crédit et d'assurance comme répondant à des gains d'échange dans le temps et selon les états de nature (Besley, 1995a).

<sup>15</sup>Nous considérons comme informel une institution ou un mécanisme d'échange se situant en dehors d'un cadre réglementaire officiel (Hugon, 1991).

<sup>16</sup> Les marchés du risques en milieu rural sahélien sont marqués par un important phénomène d'information imparfaite. Cette imperfection est inhérente à ce type de marché; l'intervention publique étant dans le cas présent inefficace (Stiglitz, 1993). Par ailleurs, un des rôles essentiels des marchés financiers et d'assurance est d'obtenir et de traiter l'information. Dans une telle situation, on assiste à la création d'institutions endogènes remplissant partiellement le rôle d'intermédiaire financier et de partage des risques.

lieu (de Janvry et *al.*, 1991). Malgré leur différence de nature, les décisions d'épargne, de crédit et d'assurance seront liées en milieu rural sahélien. L'incomplétude des marchés du risque et principalement les limitations dans les possibilités d'assurance implique la non-séparation de ces décisions et de ces marchés (Besley, 1995a).

## B/ L'épargne

Dans les pays en voie de développement, deux éléments peuvent être à l'origine du comportement d'épargne : une préférence pour la précaution face à une incertitude future, et un moyen de contourner la difficulté à emprunter (Besley, 1995b). Si ces deux incitations à l'épargne sont assez fortement liées et se justifient en milieu rural sahélien, il semble cependant que le comportement de précaution revête une certaine importance. Si peu de travaux d'enquête sont disponibles à ce sujet, certaines études empiriques peuvent justifier l'importance de la précaution dans la décision d'épargner. On peut ainsi citer une enquête de l'USAID menée au Niger en 1986 (Mathis, 1992) sur le comportement d'épargne des populations rurales. Selon cette enquête, la majeure partie des ménages avaient réalisé une épargne au cours de l'année étudiée. Une grande partie de cette épargne est placée dans une tontine (80%) ou chez un garde-monnaie (14%). Seul 13% des ménages avaient réalisé au cours de l'année précédant l'enquête une épargne autre que saisonnière. Cette épargne est donc essentiellement liée aux variations transitoires des conditions d'approvisionnement alimentaire. Plus précisément, la fréquence de l'épargne dépend de la saisonnalité de la production agricole. Par ailleurs, 68% de l'épargne réalisée sont affectés sous forme de grains. Les marchés céréaliers étant volatils et fortement liés aux variations saisonnières, l'épargne joue un rôle de prévention contre les variations de ces marchés et leurs conséquences sur l'approvisionnement céréalier domestique. La sécurité alimentaire à l'horizon d'une année productive est ici l'objectif principal du comportement d'épargne. Par ailleurs, l'accumulation d'actifs productifs tels que le bétail est susceptible de représenter une forme d'épargne importante en milieu rural sahélien bien que certains auteurs soient réservés à ce sujet (Fafchamps et *al.*, 1996). D'une manière générale,

l'épargne sous forme monétaire reste peu développée en milieu rural sahélien.

Le manque de structures d'intermédiation financière décentralisées et la monétarisation incomplète des relations économiques en sont à l'origine. Cependant, quand de telles institutions sont disponibles en milieu rural sahélien, l'épargne collectée est importante. Dans ce cas, l'épargne peut non seulement répondre à un objectif de précaution, mais aussi permettre de dépasser la contrainte de liquidité que connaissent de nombreux agriculteurs sahéliens en raison de leur accès limité à l'emprunt et de la faiblesse du revenu obtenu sous forme monétaire. Les différentes formes de tontines, très développées au Sahel, peuvent être considérées comme étant partiellement des dispositifs d'épargne. Selon, la place de l'individu dans l'obtention de la somme globale en jeu, la participation à une tontine peut se traduire soit par un crédit, soit par une épargne. Cependant, leur fonctionnement - notamment leur caractère partiellement aléatoire - ne permet pas à ces dispositifs tontiniers de jouer un rôle d'assurance dans le lissage de la consommation.

## C/ Les institutions endogènes de partage du risque

### a Règles de fonctionnement

L'imperfection des marchés formels de partage des risques et les limitations dans les possibilités d'épargne font jouer un rôle assurantiel à un certain nombre de formes informelles de prêts en milieu rural sahélien. Ce passage d'une partie des relations de crédit à un rôle d'assurance est lié au caractère contingent de telles relations<sup>17</sup>. En milieu rural sahélien, les unités de production familiales empruntent quand elles supportent une variation défavorable sur leur revenu, et prêtent dans le cas d'une variation favorable de leur revenu. Un tel système de crédit informel, suivant son niveau de fonctionnement joue un rôle direct de mise en

---

<sup>17</sup>Un bien contingent se caractérise non seulement par ses propriétés physiques, son lieu et sa date de disponibilité, mais aussi par un événement dont la réalisation conditionne sa livraison. Ainsi, la conclusion de contrats contingents entre des individus se traduit par un échange d'engagements à livrer des biens ou des services dans le futur si certains états de la nature se réalisent.

commun des risques (Eswaran et Kotwal, 1989). Les sommes dues sur un prêt dépendent de la réalisation de certains événements aléatoires sur la production et la consommation. Ainsi, la réciprocité de la relation de prêt, de nature contingente, est reportée selon les besoins et les disponibilités des individus. Cette forme de solidarité revêt alors un caractère assurantiel (Fafchamps, 1992).

Ce type de crédit contingent est basé sur des groupes fondés sur une solidarité communautaire non volontaire, une contrainte d'appartenance s'impose aux individus d'un même groupe familial ou ethnique (Dupuy, 1990). Les prêts issus de ce type de structure ne comprennent pas d'intérêt mais impliquent des liens de réciprocité, l'emprunteur devant rembourser sa dette en travail, ou le prêteur s'attend à recevoir des prêts réciproques. La participation à des formes de crédit assurantiel se fait à plusieurs niveaux. On peut ainsi distinguer les échanges intra-familiaux, relatifs à la famille élargie et assimilables à des transferts, et les échanges inter-familiaux, de dimension plus large, villageoise notamment. On peut par exemple citer les *kafos* villageois gambiens qui parmi les multiples rôles qu'ils remplissent, ont un rôle assurantiel important. Ces institutions ont un rôle d'aide d'urgence des membres entre eux, et permettent par exemple de financer des dépenses hospitalières, des frais de tribunal, ou encore les réparations d'habitation consécutives à des intempéries importantes (Shipton, 1994).

Dans une certaine mesure, les transferts au sein de la famille élargie, dans ses dimensions horizontales et verticales, peuvent offrir une forme d'assurance à ses membres. Cette forme assurantielle revêt cependant un caractère largement contraignant (Mahieu, 1989). Les individus les plus âgés détiennent des biens accumulés pouvant servir d'assurance aux plus jeunes (Binswanger et M<sup>e</sup> Intire, 1987). Cette possibilité n'est cependant que marginale, et la cession de biens durables ou de bétail en cas de mauvaise saison agricole ne peut représenter qu'une solution extrême. Plus généralement, les transferts qui ont lieu au sein de la famille élargie peuvent jouer un rôle dans la prise en charge de certains risques touchant un membre de la famille, et ainsi lui assurer un certain niveau de sécurité.

## b Conditions d'existence

Au niveau villageois, deux caractéristiques permettent aux relations de prêts contingents de fonctionner et de remplir un rôle d'assurance pour les individus y participant. D'une part l'absence d'asymétrie d'information entre les agents, et d'autre part, le caractère répété des relations de crédit. Dans les pays en voie de développement, les marchés formels du crédit et de l'assurance en milieu rural sont marqués par l'imperfection de l'information véhiculée par ces marchés. La segmentation de l'espace économique dans ces zones est un des facteurs de cette imperfection de l'information. Cependant, cette segmentation a pour corollaire une certaine homogénéité de ces espaces segmentés, et donc une moindre imperfection de l'information y circulant. Ainsi, les relations contingentes de crédit se situant dans un espace villageois ne sont que peu marquées par des phénomènes d'asymétrie d'information entre les agents y participant (Udry, 1994). En effet, dans un espace géographique et social relativement homogène tel que tout ou partie d'un espace villageois, l'information est accessible et les coûts de contrôle sont réduits (Besley, 1994). Cette proximité permet principalement de faire face aux problèmes de hasard moral, c'est-à-dire les difficultés de discernement des actions de l'emprunteur. Cette proximité entre les co-contractants permet d'établir des mécanismes de contrôle et de coercition en cas de défaillance, et donc de faire fonctionner un dispositif d'assurance (Arnott et Stiglitz, 1991). Par ailleurs, la relative uniformité des activités productives génératrices de revenus au sein d'un village sahélien renforce cette fluidité de l'information entre prêteurs et emprunteurs. Binswanger et Rosenzweig (1986), soulignent à propos de l'intermédiation financière en milieu rural que si les emprunteurs et les déposants sont associés à l'agriculture, le prêteur ne fera pas face à un manque d'information important et le déposant pourra être capable de prêter directement sans intermédiation. Plus généralement, il existe en milieu rural un certain nombre de signaux communément observables corrélés avec le revenu et la richesse individuelle.

Ces relations de partage des risques deviennent effectives par la répétition des situations de risque, la générosité présente se trouve alors justifiée par une réciprocité future. Cette répétition des situations dans le temps rend cette coopération supportable dans le long terme;

les comportements opportunistes peuvent être pénalisés dans le futur. Cette approche des relations de réciprocité contingentes sous forme de jeux répétés (Kimball, 1988) est justifiée par certaines caractéristiques des relations villageoises dans les sociétés rurales. En effet, dans un tel milieu, les familles restent en contact relativement étroit pendant un certain nombre de générations, et les besoins de répartition des risques sont importants.

En milieu rural sahélien, la précarité des conditions d'existence et l'importance des liens de nature communautaire permettent l'existence des telles relations de prêts contingents. Ces derniers y remplissent un rôle assurantiel important (Graham, 1994). A propos des réseaux financiers informels ruraux sahéliens, Caputo (1988, p.18) précise : *"le réseau de solidarité inter-familial joue apparemment le rôle d'un circuit d'allocation des surplus et de couverture des déficits temporaires.(...) Ce réseau a pour objet principal d'assurer la sécurité alimentaire des communautés intéressées et de renforcer leur cohésion sociale à travers le financement de différentes fêtes et cérémonies."* L'auteur souligne ainsi le double aspect des relations de prêts contingents au Sahel : assurantiel car garantissant un certain niveau de sécurité, et communautaire car restreint à un groupe limité d'agents. L'enquête de l'USAID menée en milieu rural nigérien et citée précédemment (Mathis, 1992) constate ce caractère communautaire des prêts à vocation assurantielle; 67% des ménages interrogés ont fourni au cours d'une période d'une année une aide à d'autres ménages dont 54% à des parents et 10% à des amis ou voisins.

## 2 Efficacité des marchés du risque en milieu rural sahélien

### A/ L'épargne

L'épargne en milieu rural sahélien relève largement d'un comportement de précaution face aux variations de la consommation. Cependant, on peut considérer que l'épargne n'a qu'un potentiel limité de protection contre les risques en milieu rural sahélien. Par sa nature transitoire, elle n'offre qu'une protection partielle contre des phénomènes étendus dans le temps.

Par ailleurs, les opportunités d'épargne sont souvent contraintes en milieu rural sahélien, ceci pour deux raisons principales (Besley, 1995b) : d'une part, l'influence négative de l'inflation, notamment sur les prix des biens de consommation, qui érode le pouvoir d'achat futur de l'épargne; cet argument se trouve renforcé par la récente dévaluation du franc CFA qui a concerné les pays sahéliens; d'autre part, face à de possibles conséquences négatives, la difficulté à résister à certaines obligations familiales qui peut amener l'épargne à faire l'objet de transferts (Mahieu, 1989). L'épargne en nature réalisée sous forme de bétail peut remplir un rôle assurantiel non négligeable face aux conséquences des variations de revenu. La capitalisation sous forme de bétail est plus largement répandue dans les zones les plus arides de l'espace sahélien. En cas de choc climatique important tel qu'une sécheresse, la vente de bétail permet de stabiliser le niveau de consommation en dépit de la baisse de la production agricole (Reardon et Taylor, 1996). Le rôle assurantiel du bétail en période de sécheresse prolongée est cependant limité par deux éléments : son coût de renouvellement et sa vulnérabilité à un déficit pluviométrique trop prolongé.

## B/ L'assurance informelle

L'efficacité des systèmes informels d'assurance est liée aux caractéristiques du revenu des agents y participant. Ainsi on peut affirmer que ce système d'assurance sera d'autant plus efficace que les revenus des agents y participant ne seront pas corrélés. Coate et Ravallion (1993) ont ainsi montré par une série de tests que l'efficacité de ces dispositifs augmente quand la distribution des revenus des participants devient moins covariante. En milieu rural sahélien, une grande partie du revenu et de la consommation est liée à l'agriculture; ses caractéristiques techniques la rendent fortement dépendante des conditions climatiques. Dans un espace géographique donné, le niveau de production agricole entre les différentes unités de production familiales est donc fortement covariant. Les risques affectant le niveau de la production, c'est-à-

dire le risque de mauvaise récolte, affectent l'ensemble des unités de production familiales<sup>18</sup>. La protection contre les risques liés à l'activité agricole n'est donc pas possible avec un système d'assurance basé sur des contrats contingents, tel qu'il a été précédemment décrit. Les systèmes de crédit/assurance ne peuvent pas protéger contre les risques covariants. La prédominance de l'activité agricole limite l'étendue de l'assurance aux risques de nature idiosyncratiques. En cas d'accident climatique grave provoquant une famine les règles de réciprocité, de charité, de crédit, voire de soutien familial ne peuvent que difficilement remplir leur rôle assurantiel (Drèze et Sen, 1989).

Dans son analyse de l'exposition objective au risque, Carter (1997) teste l'efficacité de différents modes de réciprocité, selon que celle-ci porte sur tout ou partie du surplus dégagé, et selon les relations horizontales ou verticales. En zone sahélienne, à fort risque agricole covariant, l'efficacité assurantielle de la réciprocité est faible. En zone de transition, à fort risque agricole idiosyncratique, l'efficacité de l'assurance informelle est élevée et réduit sensiblement l'exposition au risque. Comparativement aux autres moyens de protection contre le risque revenu ou ses conséquences, les transferts de nature assurantielle ont une bien moindre importance quantitative; leur importance dans la protection contre les conséquences de la variation du revenu est donc marginale (Reardon, 1994).

Par ailleurs, certaines évolutions socio-économiques peuvent remettre en cause l'efficacité assurantielle des transferts intra et inter-familiaux. Ainsi, la dissimulation du revenu par la pratique d'activités autres qu'agricoles peut remettre en cause la sécurité alimentaire de la communauté (Fafchamps, 1992). Cette incitation à la dissimulation peut être particulièrement forte pour des jeunes désireux d'émancipation sociale.

Les marchés du risque tant formel qu'informel - ou de création endogène - ne permettent pas à l'agriculteur sahélien de compenser les variations de son revenu d'origine

---

<sup>18</sup>Dans un exemple d'une communauté villageoise de pêcheurs, Platteau et Abraham (1987) étendent la couverture des risques de l'assurance informelle à ceux liés à l'activité productive principale. Le niveau des prises de poissons étant faiblement corrélé parmi les pêcheurs.

agricole. Etant donné un objectif de sécurité alimentaire et économique important, cette incomplétude des marchés du risque aura pour conséquence de modifier les critères de décision relatifs à la formation du revenu. Ainsi, les décisions productives seront marquées par la limitation des risques, tandis que la diversification des sources de revenu constitue un moyen de réduire l'exposition globale du revenu au risque.

#### SECTION IV NON SEPARABILITE DES DECISIONS DE PRODUCTION ET DE CONSOMMATION ET EXPOSITION DU REVENU AU RISQUE

##### 1 Décisions productives et risques

###### A/ Pratiques agricoles anti-aléatoires

Le lissage du revenu mené par l'agriculteur sahélien se traduit par des pratiques de diversification des risques. Celle-ci s'effectue à deux niveaux : celui des pratiques productives agricoles, et celui de la recherche de sources extra-agricoles de revenu.

D'une manière générale, en matière de décisions productives agricoles l'attitude par rapport au risque productif peut résulter soit de l'artificialisation du milieu, c'est-à-dire une maîtrise supérieure sur l'environnement, soit d'une adaptation à ses conditions (Milleville, 1989). Leur part respective dans les pratiques est due aux conditions particulières du milieu, la nature des espèces exploitées, l'état des techniques et la disponibilité des facteurs de production. En milieu rural sahélien, les pratiques agricoles résultent majoritairement du processus d'adaptation, qui - étant donné les conditions de production - se traduit par un mode de production extensif. L'espace cultivable est donc un élément important dans les pratiques par rapport au risque productif de l'agriculteur sahélien.

Plus précisément, les pratiques adoptées pour atténuer les risques reposent sur deux types de diversification : la combinaison de plusieurs types de cultures (Couty, 1989) qui permet de profiter de leurs réactions différentes aux aléas climatiques, et la diversification spatiale de la production qui permet de tirer partie des potentialités productives différentes d'un espace de culture donné. La diversification des espèces cultivées sur des zones écologiques distinctes et à des périodes différentes est une méthode largement utilisée dans l'agriculture paysanne africaine (Moris, 1989). On peut détailler ces pratiques de diversification face aux différentes formes du risque productif agricole en milieu rural sahélien de la manière suivante (Yung, 1992a) :

\_ *risque de nature covariant sur la durée du cycle pluviométrique*; diversification des variétés de céréales utilisées, meilleure combinaison de diverses variétés et espèces sur une même parcelle, étalement dans le temps des dates des semis, notamment par l'utilisation de variété à cycle court pouvant être plantée sur une période plus longue (Chavas et al., 1991);

\_ *risque micro-climatique*; dispersion des parcelles et des dates de semis en fonction des toposéquences;

\_ *accentuation de la sécheresse*; diminution de la quantité de fumure organique à l'unité de surface pour éviter de brûler les plantes, dispersion de la fumure sur un plus grand nombre de champs, absence de démariage du mil correspondant à un choix de limiter la production en bonne occurrence pluviométrique mais de préserver un plus grand nombre de chances de production en cas de forte sécheresse.

Ces stratégies de diversification du risque agricole reposent sur des pratiques extensives et donc sur la disponibilité en terres cultivables. D'une manière générale on peut affirmer que face à l'incertitude sur la durée du cycle pluviométrique, les agriculteurs jouent plusieurs types d'hivernage et donc plusieurs variétés semencières aux aptitudes bien contrastées. Dans cette perspective, il est nécessaire, que chaque type de variété semencière se révèle par lui même capable d'assurer pour l'essentiel un niveau de récolte suffisant. Pour assurer un certain niveau d'autoconsommation familiale, chacune des principales "mises semencières" doit être "jouée" sur une superficie significative. Dans une telle optique, la stratégie de diversification va de pair

avec la stratégie d'extension des superficies. Ainsi, si l'agriculteur sahélien utilise les potentialités techniques diverses des espèces, des sols et des conditions climatiques dans ses décisions par rapport au risque, il effectue aussi un choix concernant la surface cultivée, quand cela lui est possible.

Une autre stratégie de gestion du risque agricole est la recherche de flexibilité du travail dans les pratiques agricoles (Fafchamps, 1993). Face à une incertitude de dimension temporelle, les décisions agricoles sont prises au cours du temps quand de nouvelles informations deviennent disponibles, résolvant une partie de l'incertitude. Dans une telle situation, la disponibilité en facteur travail est déterminante.

## B/ Efficacité et conséquences de pratiques agricoles anti-aléatoires

Au niveau productif, la lutte contre le risque repose essentiellement sur des pratiques extensives de dispersion dans l'espace et dans le temps, et de diversification des cultures. L'efficacité de ces mécanismes dépend de deux éléments : le niveau de risque et la zone agro-climatique considérée.

Nous nous appuyerons ici sur les résultats de Carter (1997) concernant le Burkina-Faso et concernant l'exposition au risque du revenu d'agriculteurs sahéliens<sup>19</sup>. Par nature, cette étude opère à certaines simplifications - au niveau des pratiques de diversification par exemple - qui peuvent en limiter la portée. Néanmoins, elle est une des seules études menées en milieu rural sahélien qui permette de mesurer l'impact de différentes pratiques de lissage du revenu et de la consommation sur le niveau de risque du revenu de l'agriculteur sahélien. L'auteur emploie la notion d'exposition objective au risque qu'il définit comme étant la probabilité de faire appel à d'autres droits et actifs qu'agricoles pour réaliser le niveau minimal de consommation de subsistance. Le risque revenu ainsi défini n'est que partiel, et ne prend pas en compte la diversification extra-agricole du revenu par exemple. Cette analyse de l'efficacité des pratiques

---

<sup>19</sup>Cette analyse se base sur des données collectées par l'ICRISAT au Burkina Faso entre 1981 et 1983, auprès de 100 ménages répartis sur deux zones climatiques : sahélienne et de transition (soudano-sahélienne).

développées face au risque productif agricole porte sur les cultures de mil et de sorgho, céréales aux caractéristiques productives différentes. Le sorgho étant une culture plus risquée que le mil, mais ayant un rendement supérieur dans les zones agro-climatiques les plus favorisées. Carter analyse l'efficacité des diversifications spatiale et culturelle en zone climatique sahélienne et de transition. Dans tous les cas de figure, la diversification spatiale du risque agricole a un impact positif sur l'exposition au risque. La réduction du risque est supérieure en zone de transition car le risque agricole idiosyncratique y est plus élevé qu'en zone sahélienne. La diversification culturelle est contrastée suivant les conditions climatiques. En zone sahélienne - où le risque climatique général est le plus élevé - la conjugaison du mil et du sorgho a un effet négatif sur le rendement espéré et augmente le risque par rapport à une pratique de monoculture du mil. Au total, selon cette étude, l'impact de la diversification spatiale et culturelle sur l'exposition au risque objectif est : en zone sahélienne, une réduction de l'exposition au risque, celle-ci restant cependant à un niveau élevé; en zone de transition, une réduction sensible de l'exposition au risque dépendant de la dotation de l'agriculteur, en terre cultivable notamment. Ces pratiques anti-aléatoires voient donc leur impact limité, d'une part, par les conditions agro-climatiques de production, et d'autre part, par l'espace cultivable disponible.

L'intégration de l'analyse de Carter dans le contexte social sahélien a pour conséquence une réduction de l'impact des pratiques culturelles anti-aléatoires. Certaines régions connaissent en effet une croissance démographique importante, facteur de pression sur l'espace cultivable disponible et donc sur la mise en place de pratiques de diversification productive. La prise en compte du facteur démographique et de la pression sur l'espace cultivables qui en résulte remettent en cause certains des résultats précédents. Reardon et Matlon (1989) comparent le niveau de l'insécurité alimentaire<sup>20</sup> entre une zone sahélienne et une zone soudano-sahélienne au Burkina Faso à la suite de la période de sécheresse du début des années quatre-vingt. En prenant en compte l'ensemble des dispositifs disponibles pour faire face au risque revenu et à

---

<sup>20</sup>L'insécurité alimentaire est ici définie selon les critères de l'OMS comme étant une ration alimentaire journalière inférieure à 80% de 2850 calories.

ses conséquences sur la consommation, les auteurs constatent une insécurité alimentaire plus importante dans la zone soudano-sahélienne, pourtant plus favorisée climatiquement. Dans cette zone, une plus forte densité de population qu'en zone sahélienne limite les ressources foncières disponibles et place les agriculteurs dans des situations plus risquées<sup>21</sup>. Parallèlement à la croissance démographique, certains changements sociaux peuvent aussi être à l'origine d'une pression accrue sur l'espace cultivable disponible. Ainsi, l'atomisation des unités de production familiale en unités plus petites augmente l'espace cultivable nécessaire et pousse à la mise en culture des terres les moins productives (Marchal, 1985). Cette évolution sociale contribue à accroître le risque agricole.

Plus généralement, Bernus et *al.* (1993) observent en Afrique sahélienne une dégradation des conditions de production sous l'effet conjugué de la pression démographique et de la stabilité des techniques culturales. On constate la rupture de l'équilibre entre pratiques agricoles extensives et abondance de terres cultivables. Lorsque l'espace est libre et ouvert, la terre et la fertilité du sol ne sont pas des facteurs limitatifs pour l'agriculteur sahélien. Quand l'espace cultivable devient restreint, les anciennes pratiques anti-aléatoires deviennent prédatrices pour le milieu naturel (Milleville, 1989). L'évolution socio-démographique que connaît le milieu rural sahélien est un facteur de réduction de l'efficacité des pratiques productives visant à réduire l'exposition du revenu agricole au risque.

La persistance d'un certain niveau de risque affectant le revenu agricole ainsi que la croissance des besoins monétaires sont une incitation importante à la diversification du revenu.

## 2 Diversification du revenu

---

<sup>21</sup>Deux autres éléments sont à l'origine de cette insécurité alimentaire accrue en zone soudano-sahélienne. D'une part, la disponibilité de bétail pouvant servir d'assurance en cas de variation négative importante de la production en zone sahélienne, et d'autre part, une moindre efficacité des pratiques anti-aléatoires des agriculteurs soudano-sahélien en cas de sécheresse sévère; phénomène auquel les agriculteur de la zone sahélienne sont plus habitués et plus préparés (Reardon, 1994).

## A/ Activités extra-agricoles

Le mode de production extensif est un facteur de limitation du risque affectant le revenu agricole. Cependant, un certain nombre d'éléments limitent la spécialisation agricole et rendent nécessaire le recours à des sources de revenu diversifiées pour faire face au risque revenu. Les principaux freins à la spécialisation, au moins à court terme, sont les rendements bas et instables, la brièveté de la saison productive, la fixité de la taille du ménage, une irrigation limitée, et la faible productivité du travail agricole (Reardon et *al.*, 1992). La pratique de diversification a un rôle déterminant dans la recherche d'une réduction du risque revenu; son rôle face au risque revenu sera d'autant plus efficace que la réalisation du revenu diversifié n'est pas corrélée avec la réalisation du revenu agricole. Parallèlement à l'objectif de stabilité du revenu, la diversification du revenu permet d'augmenter le revenu, et d'obtenir un revenu sous forme monétaire, ce que ne permet que partiellement l'activité agricole vivrière. La capacité d'accroissement du revenu dépend des termes de l'échange entre secteur agricole et non-agricole - c'est-à-dire des rapport des prix - et des opportunités extérieures de revenu, liées aux activités minières ou de plantation, à la présence proche d'une ville, et aux activités d'amont et d'aval de la production agricole (Reardon, 1994). La variation interannuelle des activités de diversification du revenu leur permet de remplir ce double rôle anti-aléatoire et d'enrichissement. Reardon (1994) observe ainsi que les activités de diversification sont plus importantes les années de sécheresse dans le nord de la zone sahélienne pour compenser les pertes de récolte. Dans les régions du sud plus favorisées climatiquement, l'augmentation de la diversification durant les bonnes années permet de valoriser la production agricole.

Cette diversification du revenu peut se faire dans le secteur agricole mais en dehors de l'exploitation de l'agriculteur - les activités hors-exploitation - ou par la mise en oeuvre d'activités extra-agricoles<sup>22</sup>. D'une manière générale la dépendance des activités de diversification vis-à-vis du secteur agricole dépend des conditions agro-climatiques et

---

<sup>22</sup>Nous détaillons en annexe 1 la composition du revenu des ménages en Afrique Sahélienne d'après le résultat d'un certain nombre d'études empiriques.

économiques de production. On peut ainsi constater que dans les zones climatiques sahéliennes, où les conditions agro-climatiques sont les plus difficiles, les agriculteurs se tournent vers les activités les moins liées à la production agricole, comme les migrations et les activités dans les villes locales. Cette diversification est une réponse à l'accroissement du risque agricole consécutif à une période de sécheresse. Dans les zones les plus favorisées, la diversification est plus orientée vers les activités liées à la production agricole et cherche à tirer partie des opportunités de revenu supplémentaire offertes par une saison productive favorable (Reardon, 1994). On a ici une illustration du double rôle de la diversification du revenu, comme moyen de faire face au risque revenu et d'augmenter ce revenu.

Plusieurs critères de distinction peuvent être appliqués pour différencier ces activités : selon la proximité géographique, l'appartenance sectorielle ou encore selon le type de risque considéré (Savadogo et *al.*, 1995b)<sup>23</sup>. En milieu rural sahélien, les activités extra-agricoles sources de revenus connaissent une certaine diversité et se traduisent par une pluriactivité souvent issue des ressources locales. Une partie de ces activités est liée au secteur primaire avec par exemple les cultures fruitières, la collecte et la vente de bois et de charbon. Une autre partie concerne les activités de transformation telles que la vannerie ou le tissage, et des activités de services se rapportant principalement au commerce agricole ou non ou encore au transport (Savadogo et *al.*, 1995b). Par ailleurs, la migration est un moyen de se procurer un revenu indépendant des ressources locales, qu'elles soient agricoles ou non, et donc de diversification du revenu (Lericollais, 1989). Si les pratiques migratoires ne sont pas dénuées de risques, ces derniers sont de nature différente du risque agricole. Ces flux migratoires au départ du Sahel sont soit saisonniers, soit de longue durée<sup>24</sup>.

L'ensemble de ces activités peut se différencier par leur composition plus ou moins importante en travail par rapport au capital, et donc connaître des coûts de mis en oeuvre

---

<sup>23</sup>Les auteurs distinguent entre stratégies mises en oeuvre face à un risque revenu transitoire et face à un risque revenu chronique. Ainsi, selon cette approche la durée d'une migration est fonction de l'ampleur du risque revenu.

<sup>24</sup>Il faut cependant souligner que les pratiques migratoires ont une fonction sociale et culturelle importante dans les pays du Sahel (Monimart, 1989).

différents.

## B/ Diversification des sources du revenu et niveau de richesse

L'impact de la diversification du revenu sur le risque revenu de l'agriculteur sahélien dépend de la corrélation entre ce revenu diversifié et le revenu agricole de sa propre activité. La diversification peut prendre deux aspects : les activités agricoles hors-exploitation qui concernent les activités agricoles ou non qui ne dépendent pas directement de l'activité agricole principale, et les activités extra-agricoles. Une moindre corrélation entre les diverses sources de revenu implique une plus grande diversification et donc une moindre exposition au risque revenu global (Dercon, 1996). Par exemple, en situation de risque climatique général important, la diversification des sources du revenu sera d'autant plus efficace qu'elle porte sur des activités extra-agricoles plutôt que sur des activités hors-exploitation. On observe ainsi en zone sahélienne, où le risque climatique est le plus important, une tendance à une diversification externe au milieu, par des pratiques migratoires par exemple (Reardon et Taylor, 1996).

En milieu rural sahélien, l'analyse de l'efficacité de la diversification du revenu se heurte à l'existence de contraintes d'accès à la mise en oeuvre de ces activités extra-agricoles ou hors-exploitation. L'importance de ces contraintes - notamment en terme de capital disponible - ne permet pas d'isoler le rôle du revenu diversifié dans l'exposition au risque, et oblige à considérer les ressources disponibles, c'est-à-dire le niveau de richesse. La diversification du revenu étant liée au niveau de richesse, la mesure de son efficacité anti-aléatoire est difficile à déterminer. On se situe donc ici dans un schéma d'analyse différent de celui de la théorie du choix de portefeuille en raison de fortes contraintes à l'accès aux sources extra-agricoles et agricoles hors-exploitation de revenu (Reardon et *al.*, 1992). Selon ce cadre d'analyse et sous l'hypothèse d'une aversion au risque décroissante en richesse, ce sont les individus les moins riches et donc les plus aversifs au risque qui recherchent le plus les moyens de diversifier leur revenu pour ainsi en réduire l'exposition au risque.

La relation entre niveau de richesse et activités extra-agricoles au Sahel est due, d'une

part, au coût de ces activités, et d'autre part, aux contraintes de disponibilités monétaires (Reardon et Taylor, 1996). Les activités agricoles hors-exploitation ou extra-agricoles à faible coût et intensives en travail sont relativement rares en milieu rural sahélien. En effet, le salariat est peu développé en raison notamment de l'absence de paysans sans terre et de l'importance du travail familial dans l'activité agricole. Par ailleurs, de nombreuses activités de diversification du revenu nécessitent une certaine dépense monétaire pour être entreprises. Le coût du voyage pour les migrations ou celui du matériel pour l'artisanat par exemple. L'accès limité au crédit en milieu rural sahélien introduit une barrière à la mise en oeuvre de ces activités coûteuses. Seuls les individus les plus riches disposant de fonds suffisants ou présentant les garanties nécessaires à un crédit sont en mesure de diversifier leur revenu en direction des activités coûteuses. La diversification du revenu - tout en étant efficace par rapport au risque revenu (Reardon et *al.*, 1992) - est limitée dans son application par les coûts qu'elle implique. Cette relation positive entre niveau de richesse et diversification du revenu se trouve renforcée par le fait que les activités de diversification les plus coûteuses sont aussi celles qui sont les plus rémunératrices. D'après une analyse de la sécurité alimentaire au Burkina-Faso de Savadogo et *al.* (1995b), on observe ainsi que les activités de diversification les plus rémunératrices - le transport, la couture, l'établissement d'une buvette - sont aussi parmi celles qui nécessitent le plus de dépense monétaire. Le double rôle de la diversification du revenu, accroître le revenu et réduire le caractère aléatoire du revenu, est à l'origine d'un mécanisme cumulatif permettant aux revenus les plus importants d'entreprendre les activités les plus rémunératrices.

Au total, la diversification du revenu est efficace face au risque revenu, mais elle connaît des limites d'accès liées à l'existence de barrières à l'entrée. On peut donc affirmer que les agriculteurs sahéliens sont fortement incités à diversifier leur revenu, mais qu'une minorité d'entre eux - les moins contraints financièrement - en obtient un revenu stable.

## CONCLUSION

L'agriculture de semi-subsistance sahélienne est caractérisée par un objectif important de sécurité et par la sévérité des conditions de production. L'environnement agro-climatique est marqué par une plus ou moins grande aridité, tandis que les techniques productives sont peu intensives. Dans cet environnement, le revenu agricole est soumis à un certain nombre de risques affectant son volume et sa valeur. Le recours aux marchés du risque s'avère inefficace pour protéger le revenu des risques. Les marchés de l'assurance et du crédit formels sont inexistants ou incomplets, en raison notamment d'une segmentation et de coûts de transaction qui empêchent une réallocation efficace des ressources. Les mécanismes d'épargne sont limités et n'offrent qu'une protection partielle contre les risques. Face à l'insuffisance des institutions formelles de partage et de répartition des risques, des institutions endogènes permettent le partage d'une partie du risque auquel doit faire face l'agriculteur sahélien. Ces institutions, par leur caractère social et géographique restreint ne peuvent couvrir qu'une partie des risques, ceux de nature idiosyncratiques. Il apparaît donc que face aux fluctuations de son revenu agricole, l'agriculteur sahélien ne peut trouver dans son environnement économique les moyens d'y faire face. Cette incomplétude des marchés - ici les marchés du risque - implique une non-séparabilité des décisions de production et de consommation. Les décisions productives sont donc prises en fonction des préférences et du niveau de richesse. Le motif de sécurité sera donc important dans les décisions productives. Les préférences étant largement déterminées par la satisfaction des besoins de l'agriculteur et de son entourage familial. Le niveau de richesse de la majeure partie des agriculteurs sahéliens étant relativement faible. Cette recherche de sécurité concernant le niveau de revenu se traduira par des pratiques productives agricoles anti-aléatoires et par une diversification extra-agricole du revenu. Cependant, ces deux moyens de lissage du revenu ne permettent pas d'obtenir l'élimination du risque affectant le revenu. Les pratiques productives contre le risque se traduisent par une extensification accrue du mode de production, facteur à terme d'aggravation du risque agricole. Le développement d'activités extra-agricoles est limité dans son ampleur par le coût qu'il implique.

Les agriculteurs sahéliens doivent donc faire face à un risque revenu important contre lequel ils ne peuvent s'assurer efficacement. On peut illustrer ceci par les résultats de l'étude de

Reardon et *al.* (1992) réalisée au Burkina-Faso au début des années quatre-vingt. Les auteurs estiment que la variation inter-annuelle du revenu agricole est en moyenne de 67% en zone sahélienne, de 52% en zone soudanienne et de 45% en zone guinéenne. Pour les mêmes zones, la variation inter-annuelle du revenu total est en moyenne respectivement de 41%, 40% et 31%.

Au total il nous paraît important de souligner deux éléments. D'une part, l'analyse des décisions économiques de l'agriculteur sahélien doit suivre un cadre de type producteur-consommateur. Les décisions de consommation ne sont donc pas séparables des décisions de production. Notre étude de la décision d'investissement devra prendre en compte le revenu de l'agriculteur ainsi que ses préférences que nous assimilerons dans notre étude à son attitude individuelle par rapport risque. Cette dernière dépendant largement de la satisfaction des besoins alimentaires et économiques, et des moyens disponibles pour remplir cette tâche; ou d'une manière synthétique du niveau de richesse de l'individu. Etant donné la précarité économique des populations rurales sahéliennes et l'exposition de leur revenu - agricole et extra-agricole - au risque, le motif de sécurité sera important dans les décisions économiques de l'agriculteur. D'autre part, le risque affectant le revenu de l'agriculteur sahélien est irréductible, l'agent ne disposant d'aucun moyen efficace lui assurant une parfaite sécurité économique. Nous verrons que cette irréductibilité du risque revenu a des conséquences importantes dans l'analyse théorique de l'attitude individuelle par rapport au risque.

## CHAPITRE II INVESTISSEMENT AGRICOLE ET REVENU EN MILIEU RURAL SAHELIEN

### INTRODUCTION

L'investissement dans de nouvelles techniques productives est une question centrale de l'analyse des agricultures des pays sahéliens. Cependant, certaines caractéristiques économiques du secteur agricole de ces pays rendent cette problématique délicate à analyser. Ainsi, la non-séparabilité des décisions domestiques et productives donne un caractère particulier à l'analyse des pratiques d'investissement en milieu rural sahélien. En effet, la décision d'investissement dépend, d'une part, de facteurs productifs - les caractéristiques du changement technique et leur compatibilité avec une augmentation de la production - et, d'autre part, de facteurs domestiques dont le principal est la nécessité d'un certain niveau de sécurisation de la production agricole. Ce double aspect de l'investissement agricole se retrouve dans l'objectif global que l'on peut assigner à un tel processus en milieu rural sahélien. Cet objectif peut revêtir deux aspects contradictoires. Dans la perspective générale du développement agricole au Sahel, on privilégie des objectifs de long terme principalement liés à la préservation des conditions naturelles de production. On privilégiera alors plutôt l'investissement permettant l'augmentation de la productivité du sol en préservant son niveau de fertilité. Par contre, une stratégie individuelle d'investissement sera plutôt orientée vers l'augmentation de la productivité du travail afin de libérer du temps pour d'autres activités. L'opposition n'est pas si nette dans la réalité, et l'on peut déterminer un certain nombre de motivations à l'investissement en milieu rural sahélien (Yung et Bosc, 1992) : l'atteinte d'un degré supérieur de sécurité alimentaire, l'augmentation

de la productivité du travail, la recherche de gains monétaires, l'augmentation de la rémunération du travail familial, la restauration de la fertilité des sols, ou encore l'émancipation sociale et économique.

Ces différentes stratégies sous-jacentes à la décision d'investir sont liées à l'importance des variables domestiques dans la décision d'investir. Le niveau et la composition du revenu de l'agriculteur sahélien détermineront l'objectif principal poursuivi par l'agriculteur sahélien mettant en oeuvre un investissement agricole.

Cette importance du revenu dans la décision d'investissement est à mettre en relation avec deux éléments que nous détaillerons dans ce chapitre : le coût et le risque du processus d'investissement agricole. Nous considérons en effet que l'investissement implique un coût monétaire. Cela justifie l'importance du revenu et de l'éventuel recours au crédit. Par ailleurs, nous accordons une grande importance à la spécification du risque d'investissement. Ce que nous considérons comme investissement nécessite un processus de changement technique. Ce dernier introduit une incertitude liée à l'apprentissage nécessaire de la technique de production nouvelle. Ce risque particulier à l'innovation aura une certaine influence sur la décision individuelle de l'agriculteur car il peut impliquer un certain coût.

Nous analyserons dans une première section les différentes caractéristiques de l'investissement agricole en milieu rural sahélien. Nous insisterons sur la nature des risques liés à une telle pratique. Dans une seconde section, nous mettrons en relation pratiques d'investissement et revenu de l'agent décisionnaire. Nous nous appuierons pour cela sur un certain nombre d'études empiriques.

## SECTION I INVESTISSEMENT AGRICOLE EN MILIEU RURAL SAHELIEN : DEFINITION ET CONDITIONS D'ADOPTION

## 1 Définition et typologie

### A/ Définition

Pour être opératoire, notre analyse de l'investissement en milieu rural sahélien nécessite certaines restrictions quant à sa définition. Nous définirons l'investissement selon deux critères : les conditions de sa mise en oeuvre et ses caractéristiques productives. La mise en oeuvre de l'investissement est coûteuse et nécessite un processus d'apprentissage.

#### a. Une pratique coûteuse

Quelque soit le secteur d'activité économique, la décision d'investissement nécessite par nature une dépense monétaire. Le coût lié à l'investissement est ici un élément particulièrement important étant donné la faible assise financière de la majorité des agriculteurs sahéliens. Dans le contexte productif de notre analyse - l'agriculture familiale sahélienne - on peut établir une relation entre notre approche de l'investissement et la notion de dépenses productives telle que l'emploie Waters (1973) dans un contexte d'agriculture africaine. En effet, dans une étude des petites exploitations agricoles africaines, Waters (1973) distingue entre, d'une part, les dépenses monétaires directement productives, entreprises en dehors de sa famille immédiate, dans le cadre de la production céréalière par exemple; et d'autre part, les dépenses monétaires indirectement productives résultant d'une imbrication de la sphère domestique et de la sphère de la production, telles que les dépenses de santé ou d'éducation. Ces dernières affectant la production à plus ou moins long terme. Les dépenses monétaires indirectement productives peuvent être considérées comme des éléments du capital productif d'une exploitation familiale, étant donné l'importance du facteur travail dans le processus de production. Cependant, la problématique du rôle du capital humain dans la production agricole sort du cadre de cette analyse. Nous ne prendrons en compte que les dépenses en facteurs de production directement utilisés à des fins productives et privilégions ainsi l'aspect changement technique productif de

l'investissement agricole. Par ailleurs, nous considérons que la dépense monétaire liée à l'investissement est engagée à titre individuel. L'agriculteur dépense personnellement une certaine somme monétaire pour un investissement dont il bénéficiera au niveau de son exploitation. Nous excluons ainsi les investissements directement productifs qui engagent plusieurs agriculteurs et sont d'un bénéfice collectif. Ce type d'investissement s'effectue par la mobilisation de plusieurs agriculteurs d'un même espace de culture et concerne principalement l'établissement d'infrastructures destinées à assurer une meilleure fertilité d'une zone de culture<sup>25</sup>.

#### b. Nécessité d'un processus d'apprentissage

Nous inscrivons l'investissement agricole dans une dynamique d'innovation. C'est le caractère innovant de l'investissement - lié au changement technique - qui est à l'origine de la dimension risquée de l'investissement (Boussard, 1987). Le changement introduit dans les pratiques productives par l'investissement va nous permettre d'établir la particularité du risque lié à la pratique d'investissement.

On peut distinguer deux types de changement technique en milieu rural sub-saharien (Binswanger et Pingali, 1988) : (i) l'augmentation de l'utilisation d'un input déjà familier, c'est-à-dire une substitution de facteur, ou certains changements culturels tels qu'un semis plus intensif ou l'application de fertilisants organiques; (ii) l'introduction de techniques productives nouvelles nécessitant un processus d'apprentissage. C'est cette seconde catégorie de changement technique que nous prendrons en compte. Ce temps d'adaptation à la technique nouvelle, lié à un nécessaire processus d'apprentissage, fournit au risque d'investissement une double dimension; objective et subjective que nous analyserons.

La nécessité d'un processus d'apprentissage nous permet, au-delà du risque productif

---

<sup>25</sup>La construction d'un barrage en gabion par exemple fait partie de ces investissements agricoles dont la responsabilité est assurée par un certain nombre de personnes et qui bénéficient à plusieurs agriculteurs. Rochette (1989) en donne plusieurs exemples d'application.

lié à des facteurs objectifs (variations climatiques, maladies, respect du calendrier cultural), de prendre en compte l'élément subjectif du risque lié à l'investissement : un accroissement de l'aléa productif en présence d'une technique de production nouvelle (Feder et *al.*, 1985). Plus précisément, la nécessité d'un certain apprentissage se situe dans la relation entre la technique nouvelle et sa mise en oeuvre. C'est cette conjugaison d'une technique et d'une pratique qui constitue le processus d'investissement agricole en milieu rural sahélien. En effet, certaines pratiques peuvent donner à un nouvel intrant productif un aspect innovateur ou non. Ainsi, l'épandage d'engrais, suivant sa concentration à l'unité de surface, peut être assimilé à une pratique conservatoire visant au maintien de la fertilité du sol, ou à un moyen risqué d'accroissement de la productivité à l'unité de surface (Coulibaly et *al.*, 1993). Dans ce dernier cas, l'application d'engrais modifie les pratiques de culture et nécessite un certain apprentissage, concernant notamment le dosage des quantités d'engrais par rapport aux variables climatiques et pédologiques. Dans le premier cas, il constitue une pratique défensive de recherche de sécurité productive.

### c. Investissement agricole et productivité

On distingue couramment deux catégories d'investissement productif : de capacité et de productivité. Nous nous intéresserons ici aux investissements de productivité, c'est-à-dire ceux qui augmentent la quantité produite par unité de facteur de production, travail ou terre. Ces investissements s'inscrivent en effet, d'une part, dans la problématique du développement agricole au Sahel, liée principalement à la productivité par unité de surface, et d'autre part, répondent aux principales motivations de l'agriculteur sahélien, notamment l'augmentation de la productivité du travail. La relation entre ces deux catégories de productivité revêt un aspect particulier en milieu rural sahélien.

Le processus d'investissement productif se traduit par une variation du stock de capital. En milieu rural sahélien l'accroissement du stock de capital entrant dans le processus de production a une influence sur la productivité des deux autres facteurs, le travail et la surface

cultivée. Dans une situation de croissance démographique et de raréfaction de l'espace cultivé, la notion de productivité à l'unité de surface peut être la seule réellement significative (Timmer, 1988). En fait, ces deux types de productivité répondent à des objectifs différents en milieu rural sahélien. L'augmentation de la productivité par unité de surface répond à l'objectif de réduire le caractère extensif de la production et donc de préserver les ressources naturelles. Par ailleurs, l'augmentation de la productivité du travail poursuit un objectif d'économie du facteur rare qu'est le travail. Cette économie permet d'entreprendre des activités rémunératrices de diversification du revenu. Ainsi pour les populations rurales sahéliennes, l'espace cultivable a longtemps été perçu comme quasi-infini, le volume de production par unité de surface n'a ici qu'une signification relative<sup>26</sup>. Par contre, les ressources en travail ont été et restent le facteur de production limitant dans un contexte d'agriculture extensive et de calendrier cultural contraignant. Le choix entre les deux catégories de productivité s'effectuera suivant les motivations des producteurs concernés par le changement technique. Les conditions agro-climatiques et le type d'exploitation sont ici les éléments déterminants. D'une part, certains agriculteurs sont prêts à mettre en oeuvre une innovation technique si elle ne modifie pas leurs stratégies culturales et permet de libérer du temps pour entreprendre des activités de diversification du revenu. Ils seront donc concernés par les techniques permettant un accroissement de la productivité du travail. Au-delà de conditions économiques propres à l'agriculteur, l'aridité des conditions de production est une incitation à diversifier le revenu en dehors de l'activité agricole. D'autre part, les agriculteurs dont les principaux objectifs sont de développer leur exploitation et d'augmenter la production agricole mettront en oeuvre des techniques augmentant la productivité par unité de surface (Dugue, 1991). L'investissement permet alors d'augmenter la production agricole et ainsi de mieux répondre aux signaux du marché<sup>27</sup>. Ceci dans des conditions de main-d'oeuvre suffisante et de pression sur l'espace

---

<sup>26</sup>On peut citer l'exemple de Brossier (1989) d'une opération de vulgarisation agricole au Mali, où l'auteur précise que le rendement par unité de surface n'a pas de sens pour la population et n'existe pas dans la langue locale.

<sup>27</sup>On peut ainsi observer une relation entre l'utilisation d'intrants coûteux et le caractère commercial ou non de la culture. Dans une même exploitation, Savadogo et al. (1994) observe une utilisation prioritaire de l'engrais sur les cultures commerciales - coton et maïs - et un mode de culture plus traditionnel sur les cultures de subsistance, sorgho et mil.

cultivable disponible. La motivation à cette catégorie d'investissement est plus forte dans les régions les plus favorisées climatiquement.

## B/ Typologie des investissements

### a. Investissement de productivité ou de conservation

Un certain nombre de critères peuvent être employés pour distinguer les investissements agricoles en milieu rural sahélien. On peut ainsi distinguer les différents types de changement technique suivant leur coût, leur action sur la productivité des facteurs de production, ou encore leur influence sur le processus de production, c'est-à-dire le niveau de changement qu'ils introduisent dans les méthodes de production et la gestion des facteurs de production. Eu égard à la spécificité de l'agriculture sahélienne - notamment l'évolution du milieu naturel ou le risque climatique important - les approches de l'investissement agricole en milieu rural sahélien peuvent être différentes selon que l'on privilégie certaines caractéristiques de l'agriculture sahélienne par rapport à d'autres. La recherche d'une sécurité alimentaire accrue implique des investissements dans les cultures contre-aléatoires (Bonfils, 1987), tandis que la priorité de la lutte contre le phénomène de désertification nécessite le développement de dispositifs de conservation des eaux et des sols (Rochette, 1989). Notre objectif n'est pas ici de formuler un avis sur la pertinence des différents types de changement technique applicables à l'agriculture sahélienne. Nous chercherons plutôt dans les différentes catégories d'investissements agricoles disponibles en milieu rural sahélien celles qui correspondent le plus à nos critères de définition précédents. Etant donné ces éléments de définition, nous privilégierons les investissements agricoles impliquant un certain niveau de transformation du processus de production et dont l'application est individuelle.

Une première distinction peut être effectuée entre les investissements de productivité, tels que les engrais, et les investissements de conservation, tels que les aménagements anti-érosifs ou de conservation des eaux. Les premiers répondent à un objectif d'accroissement à

court terme de la production agricole, les seconds à des objectifs de long terme de conservation des eaux et des sols (Matlon et Spencer, 1984). Les deux catégories d'investissement augmentent la productivité mais selon des modalités et une durée différentes. On peut retrouver le même type de distinction chez Binswanger et Pingali (1988) en prenant le coût monétaire du changement technique comme facteur de différenciation entre les investissements de conservation et ceux de productivité, plus intensifs en intrants et donc plus coûteux. Cette distinction nous semble cependant incomplète, certains intrants de productivité coûteux tels que les engrais peuvent jouer un rôle conservatoire en favorisant la végétation et donc la protection des sols face à l'érosion et au lessivage (Grepperud, 1997).

Tout en maintenant cette différenciation entre techniques conservatoires et de productivité, nous la détaillons en prenant en compte les conséquences de la mise en oeuvre d'une nouvelle technique productive sur le processus de production. Ceci afin de mettre en évidence l'importance de l'apprentissage dans ce processus d'investissement. Nous utiliserons la typologie développée par Yung et Bosc (1992), classant les innovations appliquées à l'agriculture vivrière sahélienne selon leur action sur le milieu considéré et le degré de changement qu'elles impliquent au niveau de l'unité de production agricole. Ainsi, le processus d'innovation n'est pas seulement considéré dans sa dimension technique mais surtout dans la manière dont il affecte le processus de production, et au-delà - les domaines domestiques et productifs étant étroitement imbriqués - les changements socio-économiques qu'il implique.

#### b. Typologie selon l'action sur le système de production

Selon l'analyse de Yung et Bosc (1992) on peut distinguer trois types d'investissements en agriculture vivrière sahélienne suivant leur effet sur le système de production : additif, modificatif et transformateur.

L'investissement de nature additive est une innovation de relativement faible coût et modifiant peu le système de production. Il regroupe principalement le traitement et l'utilisation de semences sélectionnées telles que des variétés à cycle court. Ce type d'innovation ne modifie

pas le système de production mais permet une flexibilité supérieure de la production et donc un meilleur respect du calendrier cultural optimal.

L'investissement modificatif change le fonctionnement de l'exploitation agricole et s'avère généralement plus coûteux que celui de nature additive. Il consiste en la mécanisation plus ou moins lourde d'opérations culturales, et l'emploi d'engrais sur les cultures commerciales. Ces innovations ont une action sur les productivités du travail et de la terre et peuvent prendre un certain nombre de formes. Ainsi, la mécanisation comprend autant l'achat de semoir que l'utilisation de traction animale dont les coûts sont différents tout en étant importants relativement aux niveaux de richesse des agriculteurs sahéliens. La mécanisation augmente la productivité du travail une fois une certaine période d'apprentissage passée, et permet un meilleur respect du calendrier cultural optimal. Les outils de sarclage permettent ainsi de réduire le temps de désherbage qui occupe de 40 à 70% du temps de travail sur la culture (Yung et Bosc, 1992). La traction animale - sous réserve qu'elle soit adaptée au terroir d'utilisation - permet par ailleurs une augmentation des rendements par une meilleure préparation du sol, un meilleur respect du calendrier cultural et une meilleure conservation de l'humidité (Savadogo et *al.*, 1995a). La traction animale, peut aussi remplir un objectif plus orienté vers la recherche de sécurité que d'augmentation de la productivité en autorisant un accroissement des surfaces mises en culture. Son caractère modificatif des méthodes culturales est alors moins évident.

L'investissement agricole de type transformateur entraîne d'importants changements du système de production. Il concerne principalement deux catégories de changement technique : les opérations de conservation des eaux et des sols et la mise en place de dispositifs d'irrigation. L'élément central de ces innovations productives est l'amélioration des ressources en eau, facteur déterminant pour l'agriculture sahélienne. D'un point de vue agronomique, la maîtrise des ressources hydriques est primordiale. En effet, lorsque les conditions d'alimentation en eau d'une culture s'améliorent, l'importance des autres facteurs de production est accrue. Ces actions se traduisent par des actions de construction d'aménagements anti-érosifs et de reconstitution de la fertilité du sol par une maîtrise supérieure des ressources hydriques. Ces

aménagements sont d'un coût monétaire relativement peu élevé mais peuvent nécessiter une importante mobilisation en travail pour leur réalisation. Ils peuvent donc s'inscrire dans un contexte collectif. Ainsi, les charrettes et l'outillage nécessaires à l'aménagement de cordons pierreux peuvent être achetés et employés de manière collective (Rochette, 1989, et Dugué et Yung, 1992). La réalisation de périmètres irrigués nécessite la proximité d'un fleuve et implique souvent l'intervention d'un organisme extérieur fournissant l'expertise technique et tout ou partie des fonds nécessaires. De tels aménagements sont en effet très coûteux en matériel et en temps de travail. L'utilisation de ces dispositifs nécessite un certain délai d'apprentissage dû au changement dans les conditions d'alimentation en eaux ou dans la répartition des zones de fertilité d'un espace de culture donné.

Bien que notre analyse de la relation entre crédit et investissement ne nécessite pas de spécification précise du type de changement technique considéré, on peut déterminer certains éléments reliant l'investissement et notre cadre d'analyse. Les investissements agricoles modificateurs nous paraissent le plus correspondre à notre définition de l'investissement. D'une part, ils sont relativement coûteux et justifient donc un éventuel recours au crédit, et d'autre part, leur utilisation optimale nécessite un certain apprentissage, surtout pour la mise en oeuvre de la mécanisation. Les investissements de type additifs ne correspondent qu'incomplètement à ces critères; ils ne nécessitent pas un apprentissage suffisant pour que l'on puisse parler de risque lié à l'innovation. Les changements techniques transformateurs correspondent pour partie à nos critères. Ils sont d'un certain coût et les transformations qu'ils impliquent nécessitent un certain délai d'adaptation, notamment une nouvelle gestion du calendrier cultural. Les aménagements de conservation des eaux, en modifiant l'alimentation hydrique des cultures à certaines périodes, nécessitent par exemple un changement de certains moments du calendrier cultural. Cependant, certains de ces aménagements mis en oeuvre collectivement n'entrent pas dans le cadre de notre analyse.

## 2 Investissement agricole et risques

## A/ Risque monétaire

La précarité des conditions de vie d'une grande partie des agriculteurs sahéliens et l'imperfection des marchés du risque donnent un rôle particulier au risque d'investissement. L'impossibilité d'obtenir un revenu stable dans le temps relie les décisions économiques domestiques et productives en milieu rural sahélien. Dans un tel contexte, les risques liés à la mise en place d'un investissement productif seront déterminants dans la décision d'investir. Le risque lié à l'investissement met en relation deux éléments : le revenu de l'agriculteur sahélien et le coût de l'innovation entreprise. D'une manière générale, au plus ce coût sera important par rapport au revenu disponible, au plus le risque d'investissement sera important. Par ailleurs l'aspect plus ou moins durable de l'investissement influe sur l'importance du risque d'investissement. Ce risque sera défini par la probabilité d'obtenir un supplément de revenu issu de la pratique d'investissement inférieur au coût de cet investissement. Etant donné le caractère coûteux de l'investissement, le risque d'investissement se traduit donc par des probabilités de perte ou de gain monétaire. Yung et Bosc (1992) emploient le terme de risque monétaire à ce sujet, et le caractérisent suivant son importance et la durée de ce risque. Ils distinguent ainsi deux catégories de risque monétaire lié à l'investissement en milieu rural sahélien :

- \_ le risque monétaire sensible couru sur une seule campagne impliqué par une dépense conséquente en capital circulant ou consommations intermédiaires disparaissant au cours d'un seul cycle de production;
- \_ le risque sensible monétaire mais étalé sur plusieurs campagnes impliqué par une dépense conséquente en capital fixe.

Cette distinction est importante dans l'appréhension du risque d'investissement par l'agriculteur sahélien. Bien que nécessitant une dépense globalement moins importante, l'application d'engrais pourra être perçue comme plus risquée que la mise en oeuvre d'une mécanisation légère dont la dépense est étalée sur plusieurs périodes. Une dépense d'engrais est en effet engagée sur une seule période et doit être profitable pendant cette période. L'absence de profit lié à la pratique de cet investissement peut être lourde de conséquences sur

le budget de l'agriculteur sahélien. L'outillage de mécanisation est globalement plus coûteux mais sert sur plusieurs périodes, peut être revendu ou servir de garantie pour la contraction d'un prêt.

En rapprochant cette caractérisation du risque suivant sa durée, le type de changement technique engagé, et son coût, on peut obtenir une vue synthétique de l'intensité du risque et des coûts des changements techniques.

Tableau 1 Intensité du risque et des coûts des changements techniques<sup>28</sup>

|  |  |
|--|--|
| <i>Changements techniques de type additifs</i>                   |  |
| Coût monétaire faible<br>Risque faible                           | Utilisation de semences sélectionnées,<br>traitement des semences  |
| <i>Changements techniques de type modificatifs</i>               |  |
| Coût monétaire important<br>Risque étalé sur plusieurs campagnes | Mécanisation légère ou lourde (labour)<br>des opérations culturales  |
| Risque couru sur une campagne                                    | Epandage d'engrais sur cultures pluviales,<br>de rente ou céréalières, intensification<br>coûteuse en intrants |
| <i>Changements techniques de type transformateurs</i>            |  |
| Faible coût monétaire<br>Risque faible                           | Conservation des eaux et des sols,<br>réalisation de cordons pierreux,<br>aménagement de bas-fonds, etc.       |

Source : d'après Yung et Bosc (1992)

Le changement technique de type modificatif se caractérise à la fois par un risque important et par certains éléments qui atténuent l'ampleur de ce risque. En effet, malgré son coût important, la mécanisation offre un risque étalé sur plusieurs périodes. Par ailleurs, si l'épandage d'engrais présente un risque important couru sur une seule période, il est possible de ne l'appliquer que sur une partie des surfaces cultivées, et ainsi de limiter le risque (Boussard, 1987). L'investissement transformateur paraît moins risqué en raison de son coût relativement faible impliquant un risque monétaire du même ordre. Cependant, nous verrons

---

<sup>28</sup>La corrélation existant entre les différents éléments de ce tableau n'est pas toujours vérifiée de manière complète, mais elle constitue une bonne appréciation du rapport entre changement technique et le couple coût/risque monétaires.

dans la section suivante que l'implication du revenu dans la décision d'investir modifie cette appréciation.

Cependant le risque monétaire lié à la pratique d'investissement n'est que la conséquence de la réalisation d'autres risques. Il résulte de la perte monétaire consécutive de la réalisation négative des risques objectif - lié aux conditions de production - et subjectif - lié à la mise en oeuvre de l'innovation - de l'investissement.

## B/ Risques objectif et subjectif de l'investissement

Au-delà du niveau de risque lié à l'investissement, il est nécessaire de s'interroger sur son origine. Le risque d'investissement a deux composantes principales : objective et subjective (Feder *et al.*, 1985).

Le risque d'investissement de nature objective renvoie à des éléments exogènes susceptibles d'affecter le rendement monétaire de l'investissement. Ce risque, de par sa nature exogène, est indépendant des décisions de l'agriculteur. Il possède les caractéristiques du risque agricole analysé dans la section précédente. La réalisation de ce risque dépend donc, d'une part, d'éléments environnementaux liés à l'aléa climatique ou les dommages causés par des insectes par exemple, et d'autre part, des caractéristiques de l'environnement économique, telle que la variation du prix des céréales. Ce dernier élément est particulièrement important, étant donné l'importance de la présence de marchés suffisamment rémunérateurs dans la décision d'investissement. Ces risques de nature objective occupent une part importante dans la composition du risque d'investissement. Cependant, ils ne sont pas particuliers à la mise en oeuvre d'un investissement agricole, mais se rattachent plutôt au risque agricole en général.

Une seconde dimension du risque d'investissement permet de prendre en compte l'aspect innovation introduit par l'investissement, et ainsi de mettre en relation dépense monétaire et changement technique : le risque d'investissement d'origine subjective. Par opposition au risque objectif, le risque subjectif d'investissement dépend des décisions de l'agriculteur sahélien. Il est lié à l'absence de savoir-faire de l'agriculteur sahélien vis-à-vis de cette nouvelle technique de

production, et donc à la nécessité d'un certain apprentissage.

La mise en pratique de nouvelles méthodes de production nécessite un certain processus d'apprentissage. L'absence de familiarité avec cette technique introduit un risque que l'on qualifiera de subjectif car étroitement dépendant de l'individu considéré (Feder, 1980). L'innovation productive nécessite en effet l'apprentissage de nouveaux gestes techniques ainsi que son adaptation aux caractéristiques de l'espace mis en culture. Par ailleurs certains changements importants dans le déroulement du calendrier cultural sont nécessaires et impliquent un déplacement des périodes de pointe de travail<sup>29</sup>. Ces changements, liés à la mécanisation de certaines opérations par exemple, nécessitent un certain temps d'adaptation. On peut ainsi définir le risque subjectif lié au changement technique comme étant la part de l'aléa productif lié à la période d'apprentissage d'une nouvelle pratique productive. L'importance de ce risque subjectif dépend en partie du savoir individuel quant à la technique de production nouvellement introduite; c'est-à-dire au niveau d'information disponible relative à la nouvelle technique productive (Feder et *al.*, 1985). Les institutions de vulgarisation et l'entourage de l'agriculteur sont les principaux vecteurs de cette information technique. Plus généralement, la durée d'appropriation d'une nouvelle technique productive dépend, d'une part, de l'aspect novateur de la nouvelle technologie et de sa complexité, et d'autre part, du degré de similarité entre les nouvelles compétences requises et les techniques productives déjà disponibles (Basant, 1991).

Le risque subjectif lié au changement technique revêt une grande importance dans le cadre de l'agriculture familiale sahéenne. En effet, la forme familiale de l'unité de production agricole se caractérise par une transmission intergénérationnelle de l'expérience. Ceci est à l'origine de l'existence d'une "expérience spécifique" (Rosenzweig et Wolpin, 1985) propre à l'unité de production familiale et aux terres qu'elle cultive. Cette connaissance précise du rapport entre décisions productives et terres cultivées est décisive dans un mode de production

---

<sup>29</sup>Le risque productif sahéen est de nature temporel, l'incertitude sur la saison culturale étant levée progressivement. Le risque temporel valorise fortement la connaissance du rapport entre événement climatique et décision productive (Chavas et *al.*, 1991). Le changement technique change la connaissance nécessaire et introduit donc une incertitude.

extensif. L'"expérience spécifique" d'une unité familiale de production se traduit par l'existence d'un contrat implicite et de long terme entre les membres d'une famille concernant le savoir technique lié à la production agricole. Cette expérience spécifique est d'une importance particulière en milieu rural sahélien où une connaissance approfondie de la relation entre pratiques culturelles et milieu permet d'entreprendre des stratégies contre-aléatoires, notamment par une diversification spatiale de la production agricole. Plus généralement, les savoirs techniques locaux sont inscrits dans la société à laquelle ils appartiennent. Selon Dupré (1991), ces savoirs n'ont que peu d'existence en dehors des rapports sociaux et de la stratification sociale où ils sont mis en oeuvre.

L'introduction d'une nouvelle technique de production est donc à l'origine d'un risque subjectif lié à deux facteurs : la dépréciation du savoir technique familial (Rosenzweig, 1988) et l'apprentissage nécessaire à sa mise en oeuvre. C'est ce dernier élément qui nous concerne plus spécifiquement ici. L'importance des variations climatiques intra-annuelles et inter-annuelles renforce le niveau nécessaire d'apprentissage. Le risque subjectif est ainsi non seulement lié au savoir de l'agriculteur, mais aussi à l'importance de l'aléa climatique affectant les cultures.

En raison de la difficulté à en établir une mesure, peu de données sont disponibles quant au rapport entre la durée de l'apprentissage de nouvelles techniques agricoles et un retour sur investissement positif en milieu rural sahélien. On peut cependant citer Savadogo et *al.* (1995a) qui, dans une analyse concernant l'adoption de la traction animale par des agriculteurs au Burkina-Faso, estiment à quatre ans le délai d'apprentissage de la traction animale; les rendements nets étant inférieurs à ceux précédant l'adoption de la traction animale pendant cette période. Dans un exemple non-sahélien mais relativement proche climatiquement, Germain et Poussin (1989) établissent une relation entre aléa climatique et durée d'apprentissage d'une nouvelle technique de production. Dans cette étude menée en zone de savane ivoirienne marquée par une variabilité interannuelle importante des conditions climatiques, ils estiment à dix ans minimum le délai nécessaire pour que l'expérience de la pratique de l'agriculture motorisée soit équivalente à celle de l'agriculture manuelle. L'importance de ce délai étant en

partie due à la nécessaire adaptation de la nouvelle technique productive aux conditions aléatoires de production. Concernant l'acquisition de nouvelles semences, l'adoption est dans un premier temps toujours partielle et ne concerne qu'une partie de l'espace cultivé (Guillaud, 1991). Cette démarche progressive d'adoption d'un nouvel intrant se trouve renforcée en période de crise climatique accentuée.

## SECTION II DETERMINANTS ECONOMIQUES DE L'INVESTISSEMENT AGRICOLE

D'après notre hypothèse de non-séparabilité des décisions de production et de consommation, on peut affirmer que les décisions d'investissement agricole en milieu rural sahélien ne s'effectuent pas uniquement selon des critères de rendement. On peut distinguer trois facteurs influençant la décision d'investissement (Binswanger et Rosenzweig, 1993) : l'attitude individuelle par rapport au risque, le niveau de richesse et les conditions agro-climatiques de production. Nous ferons l'hypothèse d'une adaptation de l'investissement à son environnement naturel. Les déterminants que nous analyserons seront d'ordre strictement économique et dépendront du revenu de l'agent et du risque impliqué par la décision d'investir. Nous précisons préalablement l'importance de l'environnement économique dans la décision d'investir.

### 1 Environnement économique incitatif

L'aspect déterminant de l'environnement économique dans la décision d'investir est lié au caractère coûteux de l'investissement. Il est ainsi nécessaire que l'investissement génère un revenu monétaire supplémentaire, et donc que les cultures donnent lieu à une commercialisation. Cela justifie que l'agriculteur sahélien puisse recourir au crédit pour faire

face aux dépenses d'investissement.

#### A/ Marchés rémunérateurs du produit

Les investissements modificatifs que nous privilégions dans notre analyse ont pour caractéristique d'être relativement coûteux. Les cultures auxquels ils sont appliqués doivent donc permettre la réalisation d'un revenu monétaire supplémentaire, sinon l'agriculteur n'aurait que peu d'intérêt à investir individuellement. Deux éléments déterminent l'aspect rémunérateur de l'investissement : le caractère commercial de la culture et l'existence de débouchés suffisamment rémunérateurs. La relation entre investissement coûteux et culture commerciale est établie empiriquement. On peut ainsi observer une nette distinction entre les cultures commerciales et vivrières au sein d'une même exploitation dans l'application du changement technique. L'innovation technique est prioritairement appliquée aux cultures commerciales, tandis que les cultures vivrières restent cultivées selon un mode extensif à faible détour de production (Savadoغو et *al.*, 1994). De même Yung (1992c) observe que dans le cadre de l'introduction d'engrais chez des agriculteurs du bassin arachidier sénégalais on constate une adoption sur la culture arachidière commerciale, et un refus sur la culture du mil, vivrière. Par ailleurs, la présence d'une culture de rente est déterminante pour la rentabilité et l'adoption de la traction animale (Savadoغو et *al.*, 1995a). Au-delà du caractère commercial de la culture concernée par l'investissement, le caractère suffisamment rémunérateur du prix de vente et l'existence de circuits de commercialisation sont des éléments déterminants de l'adoption de l'investissement agricole. Ces débouchés commerciaux comprennent la présence d'infrastructures permettant cette commercialisation et celle d'un marché qui peut être la proximité d'une ville ou l'exportation pour le coton ou l'arachide par exemple.

#### B/ Disponibilité du crédit<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup>Nous limitons notre analyse au crédit comme déterminant direct de l'investissement, le crédit étant une source de capital ex-ante de la décision d'investissement. Il faut toutefois souligner que le crédit peut être un déterminant indirect

Dans le secteur agricole des pays en voie de développement, on peut d'une manière générale constater une relation positive entre disponibilité en crédit et investissement agricole (Binswanger, 1989). Si le crédit n'est pas absolument déterminant à l'adoption d'une nouvelle technique de production, il en constitue cependant une incitation. Cette disponibilité est importante étant donné le coût de l'investissement et la faible assise financière des agriculteurs sahéliens. Il permet, a priori, aux agriculteurs les moins favorisés et ne disposant pas d'un capital financier suffisant d'acquiescer de nouveaux moyens de production. Parallèlement aux conditions de commercialisation précédentes, le caractère incitatif du crédit dépend en partie de la monétarisation de la production. Si la relation entre crédit et investissement n'a pas fait l'objet d'analyse empirique précise en milieu rural sahélien, certaines études générales soulignent le caractère incitatif important du crédit. Les différentes situations de changements techniques en milieu rural sahélien analysées par Yung et Bosc (1992) révèlent une relation positive entre la disponibilité de crédit et le changement technique coûteux. Ils constatent dans le bassin arachidier sénégalais un mouvement d'équipement des producteurs et un recours important à l'engrais pendant le fonctionnement des structures de crédit. L'arrêt de ces structures a arrêté l'investissement en équipement productif. Du point de vue de l'équilibre budgétaire de l'agriculteur sahélien, le recours au crédit se justifie d'autant plus que le changement technique entrepris nécessite un temps d'apprentissage important. Dans une telle situation le crédit permet de répartir la dépense d'investissement dans le temps, et de compenser la réduction provisoire du rendement des cultures concernées, le rendement de l'investissement ne devenant positif qu'au terme de la période d'apprentissage.

Nous constaterons cependant dans la suite de notre analyse que la prise en compte des seuls aspects positifs du crédit - apport immédiat de liquidités monétaires et remboursement différé - dans sa relation avec la mise en oeuvre d'investissements agricoles n'est pas suffisante. L'établissement du caractère incitatif du crédit dans la décision d'investissement est en effet généralement établi uniquement sur des hypothèses de niveau de revenu. Les agriculteurs étant

---

de l'investissement en permettant de faire face aux conséquences de la variation du revenu et donc en favorisant la prise de risque par son rôle assurantiel.

pauvres et l'investissement agricole coûteux, la disponibilité du crédit est nécessaire à l'investissement. Nous verrons que la prise en considération du caractère risqué du revenu de l'agriculteur sahélien modifie sensiblement ce raisonnement, et que la disponibilité du crédit peut ne pas être une incitation à investir.

## 2 Revenu aléatoire et pratique d'investissement

### A/ Revenu aléatoire, attitude par rapport au risque et investissement

L'aspect coûteux et risqué de l'investissement, d'une part, et d'autre part, la non-séparabilité des décisions économiques domestiques et productives nous permettent d'établir un lien entre décision d'investissement et caractéristiques du revenu de l'agriculteur investisseur. Deux éléments permettent d'établir cette relation : l'existence d'une contrainte de disponibilité monétaire et l'attitude par rapport au risque de l'agriculteur sahélien.

#### a. Contrainte de disponibilité monétaire

La richesse monétaire disponible est le lien le plus évident entre décision d'investissement et revenu. Nous avons établi dans le chapitre précédent une relation entre niveau de revenu et richesse monétaire disponible, notamment par l'intermédiaire de la diversification du revenu. L'investissement dans une nouvelle technique de production étant coûteux, le lien entre économie domestique et productive - la non séparation budgétaire entre ces deux pôles - permet d'établir la relation entre revenu et dépense d'investissement agricole. L'importance du montant de richesse monétaire disponible est accentuée en milieu rural sahélien où les marchés formels du crédit rural ne fonctionnent pas ou très partiellement. La conjugaison d'un crédit fortement contraint et d'un niveau moyen de richesse monétaire assez faible est à l'origine de l'existence d'une contrainte monétaire. Dans une telle situation de contrainte

monétaire forte, les revenus extra-agricoles peuvent être des substituts au capital emprunté et permettre l'investissement (Reardon et *al.*, 1994). Savadogo et *al.* (1994) constatent que les revenus extra-agricoles sont statistiquement fortement significatifs dans l'adoption de la traction animale. Les auteurs en déduisent la présence d'un crédit fortement contraint ne permettant pas de dépasser la contrainte monétaire.

#### b. Revenu et attitude par rapport au risque productif

Au-delà du niveau de revenu, notamment sous forme monétaire, c'est la présence d'un revenu incertain et la protection incomplète fournie par les marchés du risque qui permettent d'établir le lien entre revenu et investissement en milieu rural sahélien. L'attitude individuelle par rapport au risque est déterminée par deux types de facteurs : les préférences individuelles et l'environnement économique. Dans cet environnement économique, le fonctionnement des marchés du risque est déterminant dans l'attitude par rapport au risque (Masson, 1972). Plus précisément, la capacité à répartir intertemporellement les risques affectant le revenu et la consommation détermine fortement l'attitude par rapport au risque (Eswaran et Kotwal, 1990). L'efficacité des marchés du risque est donc importante dans cette problématique. Par ailleurs, une des caractéristiques principales de l'investissement agricole est son caractère risqué. En situation de non-séparabilité des décisions de consommation et de production, le niveau de risque affectant le revenu, en influant sur l'attitude par rapport au risque, conditionne la décision d'investissement. Etant donné la précarité des conditions d'existence en milieu rural sahélien et l'objectif de sécurité alimentaire et économique recherché par l'agriculteur sahélien, on peut faire l'hypothèse qu'il ne sera pas favorable au risque. Il y sera d'autant moins favorable que son revenu est faible et aléatoire. En dehors de toute référence théorique, il semble vraisemblable que l'agriculteur sahélien sera aversif au risque, et que cette aversion sera décroissante avec l'augmentation du niveau de richesse<sup>31</sup>. On peut donc mettre en relation la décision

---

<sup>31</sup>Nous analyserons d'une manière plus approfondie la relation entre niveau de richesse et attitude par rapport au risque dans la deuxième partie.

d'investissement dans la technique productive risquée et les caractéristiques du revenu de l'agriculteur sahélien par l'intermédiaire de son attitude par rapport au risque.

## B/ Pratiques d'investissement et revenu en milieu rural sahélien

### a. Analyse de la relation entre revenu et investissement

D'après notre analyse l'agriculteur sahélien investissant dans une nouvelle technique de production devra prendre en compte deux risques de nature différente : le risque revenu et le risque d'investissement. Notre approche accordant une place centrale au risque et à son appréhension, c'est la prise en compte de ces deux facteurs de risque qui permet d'analyser la décision d'investissement en milieu rural sahélien. Nous avons vu dans le premier chapitre que le risque revenu est principalement déterminé par la capacité de l'agriculteur sahélien à stabiliser intertemporellement ses flux de revenu, principalement par la diversification. Par ailleurs, nous avons constaté que d'une manière générale on pouvait établir une relation de causalité positive entre revenu stable et niveau de revenu élevé. Le risque subjectif d'investissement est principalement lié au niveau de changement qu'il introduit dans les méthodes de production. Certaines analyses empiriques nous permettent, d'une part, d'établir une relation entre décision d'investissement et revenu, et d'autre part, de croiser les deux critères - niveau de risque de l'investissement et niveau de revenu - permettant d'analyser les pratiques d'investissement agricole suivant le revenu en milieu rural sahélien.

Le niveau de risque affectant le revenu de l'agriculteur est un élément déterminant de la décision d'investissement. Au moins deux éléments liés au risque revenu sont donc à prendre en compte, d'une part, la diversification des sources de revenu, et d'autre part, et d'une façon plus marginale, l'existence d'institutions assurantielles de répartition des conséquences sur la consommation de la réalisation du risque revenu. Le rôle de ce dernier facteur n'est pas vérifié empiriquement en zone rurale sahélienne faute d'analyse s'y rapportant. Cependant, étant donné l'influence marginale des dispositifs assurantiels sur la stabilité du revenu (Reardon, 1994, et

Carter, 1997), on peut supposer qu'il n'entre que faiblement dans la constitution de la décision d'investir. La composition du revenu de l'agriculteur, notamment la part occupée par les revenus extra-agricoles, est un élément décisif de la décision d'investissement. Les ressources monétaires extra-agricoles influencent positivement la décision d'investir de deux manières. En permettant l'obtention d'un revenu moins exposé au risque, les ressources extra-agricoles autorisent l'agriculteur sahélien à entreprendre des activités économiques plus risquées. Par ailleurs, la nature monétaire des revenus extra-agricoles est susceptible de générer des transferts vers l'activité agricole et l'investissement. En dehors de la profitabilité et du risque de l'agriculture, le réinvestissement des revenus extra-agricoles dans l'agriculture dépend d'un certain nombre de facteurs liés au fonctionnement du marché des capitaux (Reardon et *al.*, 1994). La présence d'une contrainte de crédit importante et donc d'un accès limité aux capitaux favorise la substitution des revenus extra-agricoles au crédit pour l'investissement. Par ailleurs, la disponibilité de ressources monétaires issues d'activités extra-agricoles peut servir de garantie lors de la contraction d'un crédit.

En milieu rural sahélien, l'existence de revenus extra-agricoles sert de point de départ à l'accumulation de facteurs de production permettant une intensification productive (Rochette, 1989). Dugué (1991) dans une analyse du comportement d'innovation d'agriculteurs dans la région du Yatenga au Burkina-Faso met en relation innovation technique et composition du revenu. Le changement technique porte principalement sur des innovations relativement peu coûteuses monétairement mais demandant un certain surplus de travail. Il observe ainsi que certains agriculteurs refusent l'innovation technique et privilégient la recherche de revenus extra-agricoles. D'autres producteurs sont favorables à certaines innovations si elles permettent de libérer le temps nécessaire à la mise en oeuvre d'activités extra-agricoles génératrices de revenu. On retrouve ici un élément important dans le choix entre les différents types d'activités génératrices de revenu que nous avons précisé dans le chapitre précédent : la prise en compte par l'agriculteur sahélien des termes de l'échange entre secteur agricole et non-agricole (Reardon, 1994). Une dernière catégorie de producteurs est favorable à l'innovation technique - elle correspond à leurs besoins - mais certains peuvent être contraints dans cette démarche par

leur faible capacité d'investissement. Dans leur étude concernant l'adoption d'un équipement en traction animale coûteux au Burkina-Faso, Savadogo et *al.* (1994) constatent que les revenus extra-agricoles sont fortement significatifs dans l'investissement en traction animale.

A travers ces quelques études empiriques, le revenu et son degré d'exposition au risque semblent donc jouer un rôle important dans l'adoption de techniques productives nouvelles. La composition du revenu en ressources extra-agricoles permet une moindre exposition du revenu au risque et une plus grande richesse monétaire mobilisable pour l'investissement. Il semble donc que le niveau de richesse de l'agriculteur sahélien soit significatif dans l'adoption d'innovations productives coûteuses.

#### b. Influence du revenu sur la nature de l'investissement

On peut affiner l'analyse de la relation entre revenu et investissement en distinguant entre les différents types d'investissement mis en oeuvre selon leur niveau de risque. En effet le changement technique n'est pas réservé aux agriculteurs disposant d'un important niveau de revenu extra-agricole. En dehors de situations d'extrême précarité, les agriculteurs sahéliens ont des pratiques d'innovation. Cependant, le niveau de risque de ces pratiques - par les changements qu'elles introduisent - est différent suivant la composition du revenu du producteur.

Dans son analyse de nombreuses situations d'innovations techniques en milieu rural sahélien, Yung (1992a) établit une relation positive entre niveau de richesse et innovations modificatrices, coûteuses et risquées. Ces innovations sont principalement l'épandage d'engrais et la mécanisation des cultures, leur mise en oeuvre correspond à une recherche de valorisation accrue des ressources - travail et terre - disponibles. Il constate qu'une assise financière plus importante - issue principalement d'activités extra-agricoles permet de mieux maîtriser les conséquences du risque agricole et donc de mettre en oeuvre des changements techniques coûteux. Ces changements techniques permettant une augmentation de la production agricole, par extension des surfaces cultivées, et du rendement des cultures. Les producteurs ayant un

revenu global moindre entreprennent des innovations moins risquées et moins coûteuses leur permettant de limiter les risques et d'obtenir un revenu agricole moins aléatoire. Ainsi Yung (1992a) observe que les agents dont le revenu est plus faible développent des innovations "défensives", plus centrées sur la recherche de sécurité et la reproduction que sur la maximisation du rendement agricole. Les changements techniques ont dans cette situation la particularité d'être peu coûteux. Ces investissements concernent surtout des petites opérations d'aménagement de conservation des eaux et des sols qui permettent d'obtenir une sécurisation supplémentaire de la production pour un coût relativement faible.

On peut donc constater une relation positive entre niveau de revenu et prise de risque dans le processus d'innovation de la part des agriculteurs sahéliens. Les agriculteurs disposant d'un revenu moins important mettant en oeuvre des innovations techniques moins risquées. Cette observation confirme notre hypothèse précédente d'individus d'autant moins favorables au risque que leur revenu est faible.

## CONCLUSION

L'investissement agricole en milieu rural sahélien a certaines particularités dues à deux types de facteurs : d'une part, la spécificité du milieu naturel sahélien et l'importance de ce milieu dans le processus de production agricole, et d'autre part, la relative précarité économique et le risque affectant le revenu de l'agriculteur sahélien. Le processus d'investissement sera donc soumis à certaines tensions, entre la nécessité de préserver le capital naturel productif à long terme et celle de s'assurer un certain niveau de revenu d'une saison productive à l'autre. Nous privilégions dans notre analyse les investissements de productivité, permettant d'augmenter la production pour une unité de travail ou de surface cultivée. Le choix entre ces deux catégories de productivité dépendant des motivations de l'agent décideur. Les bases de notre définition de l'investissement sont la nécessité d'une dépense monétaire et d'un apprentissage plus ou moins

long pour mettre en oeuvre cet investissement.

Ces caractéristiques nous permettent de souligner une spécificité du changement technique : l'introduction d'un risque de nature subjective lié à l'apprentissage de cette nouvelle technique de production. Ce risque revêt une importance particulière en milieu rural sahélien, le savoir technique étant le fruit d'une transmission inter-générationnelle. Cette connaissance "spécifique" permettant d'établir le lien entre une pratique productive et son milieu d'application.

Le fait que l'investissement agricole soit une pratique risquée et coûteuse fait dépendre sa mise en oeuvre d'éléments domestiques et productifs étant donné la non-séparabilité des décisions de production et de consommation pour l'agriculteur sahélien. Un certain nombre d'études empiriques permettent d'établir une relation entre décision d'investissement et revenu. Les individus au revenu le plus bas et le plus incertain investiront moins et différemment que ceux dont le revenu est plus élevé et plus stable inter-temporellement. Les agents dont le revenu est le plus élevé mettent en oeuvre des investissements coûteux et risqués tel que la mécanisation de certaines tâches à l'aide de la traction animale. Les agents les plus vulnérables économiquement mettent en oeuvre des investissements plus tournés vers la limitation du risque productif et permettant d'augmenter la productivité du travail. Ceci afin de dégager du temps pour des activités extra-agricoles sources de revenu monétaire et de réduction du risque revenu. Selon notre hypothèse d'un investissement agricole caractérisé par son coût et son risque subjectif d'apprentissage, les caractéristiques du revenu de l'agent décisionnaire sont des éléments centraux de la décision d'investir en milieu rural sahélien.

## CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE

De notre analyse empirique de la décision d'investissement en milieu rural sahélien, il ressort l'importance du revenu dans cette décision. Plus précisément, le niveau de risque du revenu et les moyens disponibles pour y faire face.

Le revenu de l'agriculteur sahélien est d'une manière générale affecté d'une incertitude irréductible. On a en effet constaté, d'une part, que le revenu agricole est soumis à risque important dû à une forte dépendance de la production par rapport aux conditions climatiques, et d'autre part, que les moyens de faire face à ce risque revenu sont imparfaits. La diversification du revenu implique un certain coût, tandis que les dispositifs d'épargne et de crédit-assurance atteignent rapidement une certaine limite dans leur efficacité face aux conséquences du risque revenu. Il en résulte une non-séparabilité des décisions économiques domestiques et productives.

Nous avons constaté la variété des comportements d'investissement agricole en milieu rural sahélien. Conformément à notre hypothèse de non-séparabilité des décisions économiques productives et domestiques, on observe empiriquement une relation importante entre revenu - son niveau et sa composition - et la pratique d'investissement. Cette dernière est risquée et coûteuse, il est donc logique que soient pris en compte des éléments liés à l'économie domestique dans sa mise en oeuvre.

Au total, trois éléments sont principalement à retenir à l'issue de cette analyse empirique du revenu et de l'investissement en milieu rural sahélien :

- \_ le revenu de l'agriculteur est soumis à une incertitude irréductible;
- \_ l'investissement est à l'origine d'un risque subjectif lié à l'apprentissage nécessaire à sa mise en oeuvre, ce risque subjectif spécifique à l'innovation est indépendant du risque revenu;
- \_ la nécessaire prise en compte de facteurs domestiques tels que le risque revenu et la recherche d'un certain niveau de sécurité économique dans l'analyse des décisions productives tel l'investissement.

Ces trois éléments auront une influence sur le choix des outils nécessaires à l'analyse de

la relation entre le crédit et l'investissement. L'analyse de la décision d'investissement devra ainsi considérer l'existence de risques multiples : le risque affectant le revenu et celui spécifique à la mise en oeuvre de l'investissement. Par ailleurs, les hypothèses concernant l'attitude individuelle par rapport au risque devront prendre en compte l'importance du motif de sécurité dans la rationalité individuelle en situation risquée. Nous établirons dans la deuxième partie les principales hypothèses de rationalité et les instruments théoriques nécessaires à l'analyse de la relation entre crédit et investissement agricole en milieu rural sahélien.

**DEUXIEME PARTIE**  
**RATIONALITE INDIVIDUELLE EN SITUATION DE RISQUES MULTIPLES ET**  
**D'INCERTITUDE IRREDUCTIBLE : POINT DE VUE THEORIQUE**

## INTRODUCTION DE LA DEUXIEME PARTIE

L'étude empirique de la décision d'investissement agricole en milieu rural sahélien nous a permis de souligner l'importance du revenu et des risques auxquels l'agriculteur sahélien doit faire face. Trois éléments paraissent particulièrement importants : la recherche de sécurité économique et alimentaire de la part de l'agriculteur sahélien dans les stratégies productives qu'il met en oeuvre, la nature irréductible du risque affectant le revenu, et la spécificité du risque subjectif d'investissement. Au total, quand l'agriculteur sahélien effectue une décision d'investissement agricole, d'une part, il doit le faire par rapport à un objectif de recherche d'un certain niveau de sécurité, d'autre part, il est dans une situation de décision en présence de risques multiples, le risque subjectif d'investissement et l'incertitude irréductible affectant le revenu. Etant donné leur importance, ces éléments sont à intégrer dans notre analyse de la relation entre le crédit et l'investissement. Il est donc nécessaire de déterminer les outils théoriques nous permettant de conduire cette analyse.

Notre analyse des instruments théoriques portera sur deux domaines, d'une part, celui de la rationalité individuelle en situation d'incertitude, et d'autre part, les outils théoriques disponibles permettant d'analyser les choix individuels en situation de risques multiples. La recherche de sécurité dans les stratégies productives renvoie à un questionnement sur la rationalité de l'agriculteur sahélien en situation d'incertitude. Il est nécessaire de déterminer une approche conciliant la recherche de sécurité et une logique maximisatrice propre à la logique de l'investissement. Nous avons constaté dans la première partie que ces deux types de stratégie peuvent être mis en oeuvre par l'agriculteur sahélien. En effet, une partie de la surface cultivée peut être occupée par des cultures vivrières pour lesquelles la recherche de limitation des risques est prioritaire, tandis qu'une autre partie peut l'être avec une culture commerciale, l'objectif étant alors de maximiser le revenu monétaire issu de cette culture. La problématique de la rationalité individuelle en incertitude est une question importante, principalement dans le cadre des économies des pays en voie de développement. Il est en effet nécessaire dans un tel cadre de considérer à la fois des exigences domestiques de recherche de sécurité, et des

décisions économiques de production et d'investissement dont la sécurité n'est pas forcément l'unique objectif. Rechercher la sécurité économique pour soi-même et pour son entourage ne signifie pas le rejet de toute prise de risque et de toute recherche d'une augmentation du revenu. Le cadre d'analyse de l'espérance d'utilité et les instruments de mesure de l'attitude par rapport au risque qui y sont reliés connaissent certaines limites dans cette conjugaison de la sécurité et de la maximisation. Cependant, certaines avancées théoriques récentes nous permettent d'atteindre cet objectif. Le concept de prudence développé par Kimball (1990) - tout en restant dans le cadre général de l'espérance d'utilité - permet de prendre en compte le motif de sécurité dans les décisions économiques.

La prise en compte de la multiplicité des risques dans l'analyse des choix en incertitude a donné lieu à de nombreux développements théoriques. Un certain nombre de restrictions sur les fonctions d'utilité ou sur les risques ont permis l'établissement de concepts permettant d'analyser l'attitude individuelle par rapport au risque dans des situations de risques multiples et d'incertitude irréductible. L'aversion forte au risque de Ross (1981) est un des concepts ayant le caractère de généralité le plus important de cette catégorie. Il a donné lieu à un certain nombre de développements permettant d'analyser un grand nombre de situations.

Dans le troisième chapitre, nous examinerons la question de la rationalité individuelle en milieu rural sahélien selon notre exigence de concilier recherche de sécurité et maximisation. Nous appliquerons un modèle prudentiel aux décisions productives de l'agriculteur sahélien. Dans le quatrième chapitre, après avoir établi les limites de l'aversion au risque d'Arrow-Pratt dans un contexte d'incertitude irréductible et de risques multiples, nous détaillerons les bases théoriques et les développements de l'aversion forte au risque de Ross.

## **CHAPITRE III RATIONALITE INDIVIDUELLE ET RISQUES EN MILIEU RURAL SAHELIEN**

### **INTRODUCTION**

L'étude de la rationalité individuelle en situation de risque est objet de multiples controverses quand à la détermination d'un critère pertinent d'analyse. C'est un élément déterminant de la micro-économie de l'incertain qui donne lieu à des interprétations radicalement différentes des décisions économiques individuelles. En effet, selon que l'on considère qu'un individu peut avoir une perception relativement précise des conséquences futures de ses actes et qu'il jouit d'une certaine autonomie dans ses décisions, ou que l'on considère que ses décisions obéissent à certaines règles se situant en dehors du contrôle individuel et qu'il ne peut que très partiellement évaluer les conséquences de ses décisions, l'analyse des décisions individuelles emploiera des moyens et obtiendra des conclusions très diverses. Cette question du critère de rationalité est particulièrement importante dans l'étude des comportements individuels dans les pays en voie de développement. La précarité des conditions de vie et l'imperfection ou l'inexistence de certains marchés peuvent rendre obscurs à l'analyse certains comportements. Il serait alors tentant de s'en remettre à des explications culturelles de comportements économiques difficilement analysables avec les outils théoriques traditionnels de l'économie. Le milieu rural sahélien connaît certaines particularités qui nécessitent un approfondissement des concepts existants. Par ailleurs, dans notre étude de la

relation entre le crédit et l'investissement, il nous est nécessaire d'établir un critère permettant de distinguer les différences de comportement face à une telle décision. Ce critère doit permettre de prendre en compte les motivations sous-jacentes des différentes stratégies productives. Ces motivations peuvent être liées à la recherche de sécurité ou à la volonté de maximiser un revenu.

Les décisions de l'agriculteur sahélien en situation d'incertitude sont marquées par la recherche d'un certain niveau de sécurité alimentaire et économique. Les décisions sous-jacentes de la relation entre le crédit et l'investissement seront donc marquées par ce motif de sécurité. Il importe donc d'utiliser une approche théorique de la rationalité individuelle en situation risquée intégrant la recherche de sécurité. C'est ce critère de rationalité individuelle qui nous permettra d'analyser le caractère incitatif du crédit dans la décision individuelle d'investissement. Au-delà de cette nécessaire prise en compte de la sécurité dans les décisions, il importe de prendre en compte dans notre analyse théorique certaines particularités de l'agriculture familiale sahélienne. Ainsi, nous avons constaté que le revenu de l'agriculteur sahélien est soumis à une incertitude inassurable. Le caractère irréductible du risque revenu est donc à considérer étant donné l'importance des propriétés du revenu dans les décisions productives en agriculture sahélienne. De même, dans la décision d'investissement, l'agriculteur sahélien a un certain niveau de contrôle sur le niveau de risque auquel il s'expose. Le risque d'investissement a une dimension endogène qu'il faut prendre en compte.

Il existe un certain nombre de critères de rationalité individuelle en situation d'incertitude. On peut rapidement citer l'espérance d'utilité, le critère *safety-first*, les modèles de rationalité limitée se référant par exemple à la théorie des conventions, ou encore les récents développements de la théorie dichotomique<sup>32</sup> qui sépare forme fonctionnelle de l'utilité et fonction de transformation des probabilités. Le modèle d'espérance d'utilité est le plus couramment employé en analyse économique. Cependant, il souffre de certaines limites dues à une trop grande généralité du concept. Des développements théoriques récents -

---

<sup>32</sup>On pourra par exemple consulter Munier (1995) pour une analyse générale de certains de ces critères, et Bouzit (1995) pour une application à l'agriculture dans les pays en voie de développement.

principalement l'approche prudentielle de Kimball (1990) - permettent de dépasser ces limites et de prendre en compte la recherche de sécurité et les risques de nature irréductible ou endogène.

Dans une première section, nous nous interrogerons tout d'abord sur les avantages comparés des critères d'espérance d'utilité et *safety-first*, pour ensuite établir certaines limites du concept d'aversion au risque dans le cadre de notre analyse. Dans une seconde section, nous justifierons notre choix du concept de prudence pour analyser les comportements économiques de l'agriculteur sahélien. Nous montrerons que ce concept permet de prendre en compte les situations d'incertitude irréductible et de risque endogène.

## SECTION I AGRICULTURE FAMILIALE ET ATTITUDE INDIVIDUELLE PAR RAPPORT AU RISQUE : ATOUTS ET LIMITES DES APPROCHES TRADITIONNELLES.

### 1 Modèles alternatifs de rationalité individuelle en incertitude

#### *A/ Le critère *safety first**

L'analyse des décisions en incertitude suivant la grille d'analyse "safety-first" et ses extensions, si elle est relativement peu utilisée a une certaine pertinence dans l'étude des décisions en agriculture familiale dans les pays en voie de développement. C'est-à-dire les stratégies productives privilégiant un certain niveau de sécurité économique dans leurs décisions. Le critère *safety-first* se situe en dehors du modèle d'espérance d'utilité. Il évalue les situations risquées selon une pondération du rendement de la loterie et de son risque. L'agent décideur fait une distinction entre les réalisations de sa fonction objectif selon qu'elles excèdent

ou non un seuil, en dessous duquel le décideur ne veut pas descendre (Eeckhoudt et Gollier, 1992). Les variations de richesse sous le seuil fixé seront des situations risquées pour le décideur. On a donc dans ce type de modèle une fonction objectif se présentant sous la forme d'une inégalité. Roumasset (1976, p.37) définit le risque dans un tel modèle comme étant "*la probabilité qu'une variable aléatoire (généralement le revenu net) prendra une valeur inférieure à un minimum critique ou un niveau catastrophique*". La détermination de ce minimum critique est une question centrale de l'approche safety-first. Ce critère d'évaluation des situations risquées permet de considérer la volonté de sécurité du décideur.

Bien que présentant un attrait certain, cette approche n'a trouvé que relativement peu d'applications dans l'analyse des décisions en environnement risqué, tous domaines confondus. Cependant, un certain nombre d'analyses l'ont appliquées au milieu de l'agriculture paysanne. Moscardi et de Janvry (1977) emploient une version du modèle safety-first dans l'analyse de la diffusion de nouvelles technologies parmi les paysans mexicains. La fonction objectif de l'agriculteur est la suivante : maximisation de  $d$  avec :  $Pr(r \leq d) \leq \alpha$  ;  $Pr$  étant l'opérateur de probabilité,  $d$  le niveau revenu net de subsistance de l'unité familiale,  $r$  le revenu net aléatoire et  $\alpha$  la probabilité acceptée de catastrophe que l'on suppose faible. Roumasset (1976) souligne les limites de ce type de modèle, contraire à une conception du niveau de subsistance déterminé par la situation de l'agent décisionnaire.

Par ailleurs, Roumasset (1976) distingue deux principales limites à l'approche safety-first en général : le caractère exogène de certaines variables et l'absence d'une valeur espérée dans la fonction objectif. Ainsi, L'agent choisirait une alternative dont la probabilité de défaillance est très légèrement inférieure à une autre même si cette dernière présente une valeur espérée dix fois supérieure. L'auteur, dans une analyse du risque en agriculture paysanne aux Philippines propose une version personnelle du modèle safety-first permettant de prendre à la fois en compte les objectifs de sécurité et de rendement. L'ajout de règles lexicographiques au critère safety-first permet de considérer ce double objectif. Ce modèle, nommé "*Lexicographic Safety First*" se traduit par une maximisation de la valeur espérée en situation favorable et la minimisation de la probabilité de désastre sinon. Avec une telle structure des préférences, un

agent décisionnaire deviendra plus hostile au risque si le niveau de subsistance augmente sans que la probabilité de désastre ne baisse. La flexibilité des décisions que permet le critère LSF, notamment suivant l'atteinte ou non d'un certain niveau de sécurité, reflète bien le processus décisionnaire de l'agriculteur sahélien. En effet, comme nous l'avons constaté dans le premier chapitre, celui-ci recherche, par le choix d'une technique de production déterminée, une certaine flexibilité dans l'allocation des facteurs de production.

Une autre caractéristique de cette approche concerne les hypothèses quant aux capacités cognitives des agents décisionnaires. Par rapport à la forme générale de rationalité économique qui se caractérise par le principe de la maximisation sous contrainte, le modèle de type LSF proposé par Roumasset (1976) est plus un modèle de satisfaction que d'optimisation, en cela il se rapproche de la rationalité limitée de type simonienne. L'ordonnancement lexicographique nécessite moins d'information que la maximisation. Du point de vue du décideur, cette approche facilite le rejet d'un nombre important d'alternatives avant la poursuite de la démarche de raisonnement vers d'autres éléments de la prise de décision; les choix sont pris de manière séquentielle. Ce type d'approche *safety-first* avec des règles lexicographiques correspond à un processus cognitif plausible. La séquentialité du processus de décision est une caractéristique importante de l'agriculture comme l'a souligné Fafchamps (1993).

Les modèles de type *safety first* - notamment leurs développements lexicographiques - paraissent donc de bonnes approximations de l'attitude par rapport au risque d'agriculteurs dans un cadre de semi-subsistance. Cependant, le modèle standard possède d'évidentes limites et permet difficilement d'analyser les pratiques de changement technique par exemple<sup>33</sup>. Par ailleurs, sa variante lexicographique, malgré ses qualités descriptives, reste trop peu développée au niveau théorique, et ne paraît pas pouvoir prendre en compte certaines situations particulières telles que la présence de risques multiples indépendants dans les décisions individuelles.

---

<sup>33</sup>Dans la littérature récente, le critère *safety first* peut être cité pour décrire le comportement des agriculteurs les plus proches du niveau de subsistance ou situant leur activité dans un contexte particulièrement hostile, chez Savadogo et al. (1995a) par exemple. Cependant, le critère n'est pas intégré dans un cadre théorique d'analyse.

## B/ Le critère d'espérance d'utilité

L'étude du comportement individuel en situation de risque est principalement basée sur la théorie de l'utilité espérée. Cette théorie axiomatisée par von Neumann et Morgenstern (1947) est la plus largement utilisée dans l'analyse économique en situation de risque. Dans sa dimension normative, la théorie de l'espérance d'utilité montre qu'un agent rationnel se comporte comme un maximisateur de l'utilité espérée; cette dernière étant, pour un acte, la somme des produits des probabilités et des utilités sur toutes les conséquences possibles<sup>34</sup>.

La théorie de l'espérance d'utilité développée par von Neumann et Morgenstern (1947) permet, sous certaines conditions, d'associer un indice d'utilité à chacun des résultats possibles des loteries et d'exprimer la fonction d'utilité de l'individu  $U(.)$  par une mesure d'espérance d'utilité. Sous l'hypothèse d'espérance d'utilité, un individu se comporte en situation de choix risqué au moyen d'une fonction d'utilité, choisissant la distribution qui lui permet de maximiser l'espérance mathématique de cette fonction.

On aboutit à un concept d'utilité permettant de mesurer les différences entre les préférences à partir d'une forme cardinale d'utilité<sup>35</sup>. La fonction d'utilité von Neumann-Morgenstern permet de comparer des résultats certains de la même façon que l'utilité ordinale dans des contextes de certitudes. C'est cette cardinalité de l'utilité qui va permettre d'estimer le comportement individuel face au risque.

La théorie neumannienne étant basée sur des probabilités objectives, certains développements ont permis de dépasser les limites descriptives d'une telle approche. Ainsi, Savage (1954) dans une démarche axiomatique, applique le concept de probabilités

---

<sup>34</sup>La théorie de l'espérance d'utilité permet de dépasser les limites évidentes du critère de l'espérance mathématique (mises en évidence notamment par le paradoxe de Saint Petersburg dont on trouvera une analyse chez Laffont (1991, p.2) par exemple). En effet, le critère de l'espérance mathématique introduit une symétrie des gains et des pertes que l'on ne retrouve évidemment pas au niveau des utilités et désutilités économiques.

<sup>35</sup>La fonction d'utilité issue de l'utilité de von Neumann-Morgenstern est définie à une transformation affine strictement positive près, elle est donc cardinale.

subjectives<sup>36</sup> au critère d'espérance d'utilité. Cette analyse, à partir, d'une part, d'un préordre complet des choix sur l'ensemble des actes, et d'autre part, d'une série d'axiomes exprimant la rationalité individuelle sur ce préordre, permet d'associer les probabilités subjectives au calcul d'utilité espérée. L'axiomatique de Savage (1954) permet à la fois de définir une fonction d'utilité sur les conséquences et une distribution de probabilités subjectives sur les aléas. Par conséquent, la distinction classique de Knight (1921) entre une incertitude non probabilisable et un risque probabilisable objectivement perd une grande partie de sa pertinence.

Les analyses de von Neumann et Morgenstern et de Savage ont fait l'objet de nombreuses critiques. La pertinence de la théorie de l'espérance d'utilité a été remise en cause d'un point de vue normatif et descriptif, ceci sur de nombreux points. D'un point de vue descriptif, cette remise en cause a principalement porté sur l'axiome d'indépendance<sup>37</sup>; des analyses expérimentales ont notamment révélé un certain nombre de paradoxes<sup>38</sup>, montrant l'incohérence des choix des individus testés avec les axiomes de la théorie de l'utilité espérée.

Par ailleurs un certain nombre d'études menées principalement par des psychologues ont porté sur la perception individuelle des probabilités; notamment sur la surestimation dans les jugements individuels des événements à faible probabilité, la présentation des expériences (Kahneman et Tversky, 1981), ou encore sur l'importance de la familiarité avec l'objet étudié de la part de l'individu testé dans son estimation des probabilités. A ces interrogations sur les biais introduits par la perception individuelle des probabilités sur les problèmes de choix en incertitude, s'ajoutent des analyses plus générales sur les capacités cognitives des individus. Selon Munier (1984), l'axiome de continuité de Savage (1954) suppose des capacités

---

<sup>36</sup>Les probabilités subjectives dépendent de la perception qu'un individu donne de la vraisemblance de la réalisation d'un événement, tandis que les probabilités objectives se définissent à partir d'une mesure unique et indépendante de la perception individuelle.

<sup>37</sup>Cet axiome établit l'indépendance des préférences par rapport au mode d'obtention des distributions. Le classement individuel des conséquences ne dépend pas des états dans lesquels celles-ci se produisent et les probabilités subjectives quand à l'occurrence des états ne dépendent pas des conséquences qui leur sont associées. Cet axiome d'indépendance a pour principale conséquence d'établir la forme fonctionnelle spécifique de la fonction d'utilité, c'est-à-dire la linéarité des probabilités. Dans le cadre de l'espérance d'utilité, il n'y a donc pas transformation des probabilités.

<sup>38</sup>Le plus connu d'entre eux étant celui mis en évidence par Allais (1953), dont on trouvera une illustration à l'aide du triangle de Marschak-Machina dans Munier (1989) par exemple.

phénoménales d'évaluation<sup>39</sup>. L'auteur propose de baser l'analyse de tels problèmes sur la rationalité limitée simonienne. On trouve une démarche analogue dans certaines analyses économiques du comportement des agents en Afrique sub-saharienne. Ainsi Requier-Desjardins (1994) dans son application de l'économie des organisations à l'économie domestique en Afrique sub-saharienne remet en cause la possibilité d'élaboration de probabilités subjectives sur l'ensemble des possibles. De même, Favereau (1995) en s'appuyant sur certains résultats de la "prospect theory" de Kahneman et Tversky (1979), propose le recours à l'économie des conventions et à une forme limitée de la rationalité individuelle.

On peut cependant moduler ces critiques en considérant notre objet d'étude et en prenant en compte l'expérience de l'agent. Il est en effet raisonnable de considérer que dans des situations où l'agent décisionnaire a accumulé une expérience substantielle de la fréquence relative de différents résultats dans des circonstances similaires, une analyse basée sur les probabilités subjectives peut être appliquée (Roumasset, 1976). Ainsi, d'un point de vue descriptif, il nous semble que dans le cadre de la production agricole sahélienne, l'agent décideur puisse former avec une certaine précision des probabilités subjectives quant au résultat de ses décisions productives<sup>40</sup>. La stabilité temporelle des techniques de production, combinée à la transmission intergénérationnelle du savoir quant aux conditions de production ne met pas le décideur devant une incertitude absolue. Incertitude qui ne lui permettrait pas de projeter les conséquences de ses décisions dans l'avenir. Il est donc raisonnable de penser que l'agriculteur sahélien, dans ses décisions courantes concernant la production, est capable de caractériser avec une relative précision les différents risques auxquels il fait face, et d'estimer subjectivement les conséquences de ses actions dans un tel environnement.

Par ailleurs, nous verrons plus loin dans l'analyse qu'un certain nombre de développements théoriques basés sur l'hypothèse d'espérance d'utilité dans le domaine du

---

<sup>39</sup>Cet axiome suppose la capacité pour un individu de pouvoir apprécier les conséquences de la réalisation d'un des états du monde - ceux-ci étant infinis - sur un acte possible quelconque.

<sup>40</sup>Il faut en effet préciser que nous nous situons dans une problématique de décision et non de choix (Arrow, 1958). En effet, tandis que le choix renvoie à un acte "inconscient" ou non réfléchi, le processus de décision s'applique à un acte consciemment réfléchi.

comportement individuel face au risque nous permettent d'affiner grandement l'analyse et d'aboutir à des modélisations pertinentes vis à vis de la réalité empirique<sup>41</sup>.

## 2 L'aversion au risque d'Arrow (1965) et Pratt (1964)

### A/ Principes généraux et application à l'agriculture sahéenne

#### a La question de la détermination de l'attitude individuelle par rapport au risque

Le concept le plus généralement utilisé afin d'appréhender l'attitude individuelle par rapport au risque est celui d'aversion au risque (Pratt, 1964 et Arrow, 1965)<sup>42</sup>. Dans le cadre du modèle d'espérance d'utilité, ces auteurs ont établi un indice d'aversion au risque selon la forme de la fonction d'utilité individuelle, et donc selon le signe de la dérivée seconde de cette fonction. Une dérivée seconde négative et donc une fonction d'utilité concave indiqueront une aversion au risque de l'agent. L'aversion pour le risque parvient à prendre en compte d'une manière satisfaisante les comportements de production et leur relation avec le niveau de richesse du décideur. D'une manière générale ce concept fournit des résultats pertinents dans l'étude de problèmes généraux de production, d'assurance ou de choix de portefeuille en situation risquée. On peut ainsi - dans notre analyse des décisions économiques de l'agriculteur sahéen - appréhender l'attitude par rapport au risque par l'étude des choix de production. Cependant, la détermination de l'attitude individuelle par rapport au risque - aversion ou goût pour le risque - se heurte à un certain nombre de difficultés. Ces dernières sont d'ordre théorique et méthodologique.

---

<sup>41</sup>A ce titre, on peut citer Kast (1993, p.118) qui affirme que "*les exemples où une théorie ne correspond pas à la réalité des comportements observés n'invalident pas la théorie : ils suggèrent qu'elle doit être étendue, généralisée ou révisée pour prendre en compte des observations.*"

<sup>42</sup>Nous détaillons l'aversion au risque d'Arrow-Pratt dans le chapitre suivant.

D'un point de vue théorique, l'attitude individuelle par rapport au risque dépend d'un certain nombre d'éléments de nature différente. On peut ainsi citer des variables d'ordre économique tel le revenu, socio-psychologique dépendant de l'environnement humain ou encore socio-biologique. L'attitude par rapport au risque est influencée par de nombreuses variables. Schoemaker (1993) en distingue un certain nombre telles que la définition du problème, les croyances et perceptions de l'individu étudié, l'appréciation des événements en situation de certitude, les effets de contextes et le traitement de l'information, les considérations de portefeuille, les préférences induites, et l'attitude intrinsèque par rapport au risque. Ces éléments faisant appel à des champs théoriques distincts, on ne peut les prendre en compte dans leur ensemble dans le cadre de cette analyse économique.

D'un point de vue méthodologique, les études se heurtent à un problème qui est celui du test empirique de l'attitude par rapport au risque des agents étudiés. Ce problème est accru dans le cadre des populations rurales des pays en voie de développement et peut amener à sous-estimer les variables liées à l'environnement socio-économique au profit des préférences. De nombreux tests empiriques s'effectuent auprès d'un échantillon sous forme de "jeu", se matérialisant par des choix à effectuer entre des loteries alternatives. Cependant, il est impossible de tester les pertes éventuelles que les agents peuvent être amenés à subir (Binswanger et Sillers, 1983), ce qui peut amener à une sous-estimation des comportements de sécurisation. D'un ensemble de tests effectués sur des agriculteurs dans des environnements socio-économiques différents, il ressort une relative constance des attitudes par rapport au risque<sup>43</sup>. Binswanger et Sillers (1983) constatent ainsi sur l'ensemble des populations étudiées une aversion au risque modérée et relativement uniforme suivant le niveau de richesse individuel. Pour expliquer les différences dans l'adoption de techniques de production nouvelles, ils soulignent l'importance de l'environnement économique et institutionnel du producteur dans l'attitude par rapport au risque et donc dans les décisions productives, et relativisent ainsi le coefficient d'aversion au risque. Les auteurs observent ainsi une relation positive entre

---

<sup>43</sup>Binswanger et Sillers (1983) analysent les résultats de 5 enquêtes menées en Inde, aux Philippines, en Thaïlande et au Salvador dans le cadre d'agricultures familiales.

l'adoption de technologies de production nouvelles - donc plus risquées - et l'accès aux structures de crédit et de commercialisation des produits agricoles. Nous pensons cependant que ces deux éléments - environnement économique et institutionnel et aversion au risque - ne sont pas distincts, et que l'accès à certaines structures - de crédit ou de vulgarisation par exemple - est un élément déterminant de l'attitude par rapport au risque comme nous l'avons constaté dans le premier chapitre. Ainsi, dans une analyse effectuée dans le cadre d'une agriculture paysanne mexicaine, Moscardi et de Janvry (1977) observent l'importance des variables socio-économiques parmi les déterminants de l'attitude par rapport au risque des producteurs agricoles. Plus précisément, une partie du comportement individuel par rapport au risque est déterminée par la disponibilité d'"institutions" réduisant la prise de risque consécutive à l'adoption d'une technique de production nouvelle (l'adoption d'engrais dans leur analyse). Parmi celles-ci, les auteurs soulignent l'importance de l'accès à certaines institutions telles que le crédit solidaire, l'existence d'opportunités diversifiées de revenu, ou encore la taille de la famille du producteur considéré. D'une manière générale, ces variables socio-économiques agissant sur le comportement par rapport au risque de l'agriculteur s'intègrent dans la problématique du lissage du revenu et de la consommation que nous avons abordée empiriquement pour le cas sahélien dans le premier chapitre. Les possibilités de lissage du revenu et de la consommation ont une influence directe sur l'attitude par rapport au risque de manière évidente, celles-ci étant des réponses face à l'incertitude. Savadogo et *al.* (1995) ont ainsi établi une relation positive entre l'existence de revenus extra-agricoles et l'adoption de la traction animale en milieu rural sahélien<sup>44</sup>. La détermination précise, notamment par l'intermédiaire de tests, de l'attitude individuelle par rapport au risque se révèle donc difficile. L'analyse de certaines décisions de l'agriculteur sahélien va nous permettre d'en obtenir une estimation opératoire pour notre analyse.

---

<sup>44</sup>Il est important de souligner que ce n'est pas une relation directe de cause à effet; le potentiel agro-climatique du milieu considéré conservant une importance décisive dans la pratique d'investissement agricole. Ainsi, si Savadogo et *al.* (1995) établissent cette relation de manière significative en zone climatique guinéenne, la relation est positive mais non significative en zone soudano-sahélienne.

## b Approche par les décisions productives

Notre analyse empirique des décisions productives des agriculteurs sahéliens menée dans la première partie nous permet d'établir certains résultats en terme d'attitude par rapport au risque. D'un point de vue analytique, on peut étudier le comportement individuel par rapport au risque, et plus spécifiquement dans un contexte productif à partir de deux éléments : les préférences et les choix techniques de production. Les préférences étant difficilement observables et mesurables (Laffont, 1991), nous étudierons les choix techniques des agriculteurs sahéliens pour établir l'attitude par rapport au risque de l'agriculteur sahélien. Parmi les choix techniques, les décisions en matière d'intrant sont une source d'information importante<sup>45</sup>. Les choix d'intrant de l'agriculteur sahélien sont effectués suivant certains facteurs : d'une part, l'objectif à atteindre en terme de niveau de production, et d'autre part, les contraintes productive et économique. Les choix d'intrant déterminent une partie du niveau d'exposition au risque, le reste étant en dehors de son contrôle. Par exemple, en choisissant d'appliquer de l'engrais plutôt que de diversifier spatialement et temporellement sa production, l'agriculteur s'engage dans un processus de production plus risqué. Il semble donc possible de mettre en relation choix d'intrant et attitude par rapport au risque<sup>46</sup>.

Nous utilisons les résultats théoriques de Ramaswami (1992) qui met en relation choix techniques et attitude par rapport au risque dans le cadre de la production agricole. Ramaswami s'interroge sur la relation entre le risque productif et le choix d'input. Plus précisément, il

---

<sup>45</sup>Cette approche par les choix d'intrant se justifie en considérant le type d'incertitude à laquelle fait face l'agriculteur sahélien. En effet, l'incertitude principale s'imposant à l'agriculteur sahélien est une incertitude de nature technologique. Celle-ci se caractérise par l'écart entre la production planifiée et la production réalisée, c'est une incertitude liée au processus de production (Eeckhoudt et Gollier, 1992). Elle est, en agriculture sahélienne, liée au facteur climatique. Dans ce cas, les variables de décisions caractérisant l'attitude par rapport au risque se situe au niveau des intrants plutôt que du volume de production. On est en effet ici dans une problématique différente de celle, plus classique, analysée par Sandmo (1971) par exemple, et dans laquelle la principale incertitude porte sur le prix de la production réalisée. Dans une telle situation d'incertitude sur les prix, l'analyse est portée sur les décisions en matière de niveau production.

<sup>46</sup>Cette affirmation peut cependant être relativisée. On peut en effet considérer que c'est l'importance des contraintes - liées à l'intégration socio-économique de l'individu considéré - qui détermine le choix d'une technique productive par rapport à une autre, comme nous l'avons vu chez Moscardi et de Janvry (1977) par exemple. Toutefois, l'importance de ces contraintes étant fortement liée au niveau de richesse individuelle (nous avons constaté une relation entre niveau de richesse et accès au crédit dans le premier chapitre) une mise en relation du niveau de richesse et de l'attitude par rapport au risque est possible.

cherche à déterminer, pour un individu aversif au risque, le signe de la prime de risque marginale<sup>47</sup>. Ce signe déterminera la différence dans l'utilisation d'un intrant entre un individu aversif au risque et un individu neutre au risque. Si, pour un intrant donné, le signe de la prime marginale de risque est positif, un agent aversif au risque utilisera moins cet intrant qu'un agent neutre au risque. Ramaswami établit le résultat suivant<sup>48</sup> (p.863) : "*Pour toute fonction d'utilité concave, la prime de risque marginale pour l'intrant  $i$  est strictement positive (ou négative) si et seulement si l'intrant  $i$  est majorateur de risque (ou réducteur de risque) au niveau optimal d'utilisation d'intrant.*"

En interprétant ce résultat, on peut illustrer cette proposition à l'aide de l'exemple suivant : si l'on considère que l'engrais est un intrant aggravateur de risque<sup>49</sup> au sens où son utilisation accroît la probabilité de résultats extrêmes<sup>50</sup>, la prime de risque marginale liée à son utilisation est positive. On peut donc affirmer que les agriculteurs aversifs au risque l'utiliseront en quantité moindre que ceux neutres au risque. De même, il est vraisemblable d'affirmer qu'au plus l'aversion au risque sera forte, au moins l'agent considéré utilisera cet intrant. On peut faire un raisonnement symétrique avec l'intrant "surface cultivée" comme étant un intrant réducteur de risque. Nous avons en effet constaté dans le premier chapitre que l'utilisation accrue de l'intrant foncier permet une meilleure diversification spatiale des risques.

D'après notre étude empirique de la première partie on constate une relation entre l'utilisation de facteurs de production risqués et le niveau de richesse. Les facteurs de production réducteurs de risque étant proportionnellement plus utilisés par les agriculteurs les

---

<sup>47</sup> La prime de risque marginale - caractéristique d'un agent aversif au risque - est l'écart entre le coût d'input et le produit marginal espéré au niveau optimal d'utilisation d'input (Ramaswami, 1992, p.860).

<sup>48</sup> Nous en donnons la démonstration en annexe 2.

<sup>49</sup> Au sens de Rothschild et Stiglitz, (Rothschild et Stiglitz, 1970).

<sup>50</sup> L'application d'engrais entraîne une augmentation des probabilités de bon résultats par son action fertilisante, mais aussi dans certaines situations (quand il est appliqué à dose importante) augmente les probabilités de mauvais résultats en cas de sécheresse aggravée, l'engrais pouvant alors "brûler" les cultures. Le refus d'application d'engrais de la part d'agriculteurs sahéliens peut se justifier ainsi comme l'analyse Brossier (1989) dans un exemple malien.

moins riches, ceci dans un but de réduction du risque productif<sup>51</sup>. On peut donc établir une relation entre utilisation d'intrant, niveau d'aversion au risque et niveau de richesse. En faisant l'hypothèse que les fonctions d'utilité des agriculteurs sahéliens sont caractérisées par une aversion pour le risque, il semble pertinent d'affirmer que cette aversion pour le risque est décroissante en richesse<sup>52</sup>. Les intrants réducteurs de risques étant proportionnellement plus utilisés, d'une part, par les agriculteurs les plus aversifs au risque d'après la proposition de Ramaswami (1992) et, d'autre part, par les agriculteurs les moins riches d'après notre analyse empirique du premier chapitre.

## B/ Aversion au risque et spécification des risques

Les principales limites du concept d'aversion au risque se révèlent lorsque les risques analysés sont caractérisés de manière précise autrement que par leur caractère additif ou multiplicatif<sup>53</sup>. Deux catégories de risques particuliers ont été relevés dans notre analyse empirique de la relation entre revenu et investissement : d'une part, un risque irréductible<sup>54</sup> affectant le revenu de l'agriculteur sahélien, et d'autre part, un risque de nature endogène caractérisant la décision d'investissement. Celle-ci est en effet à l'origine d'un risque endogène dans la mesure où l'agriculteur sahélien peut dans une certaine mesure affecter la réalisation de ce risque. Par exemple en modulant l'application d'un engrais ou d'une semence sélectionnée selon les qualités différentes des sols ou en recourant aux conseils d'autres agriculteurs ou d'un service de vulgarisation dans la mise en oeuvre d'instruments de mécanisation. La notion

---

<sup>51</sup>On exclut de notre analyse les extensions de surfaces cultivées entreprises par les agriculteurs les plus riches et répondant à des motivations d'augmentation de la rémunération du travail familial et du revenu productif global, plutôt qu'à une pratique contre-aléatoire (Yung, 1992a).

<sup>52</sup>Cette hypothèse est communément admise en analyse économique, notamment depuis les travaux d'Arrow (1965).

<sup>53</sup>Nous verrons dans la section suivante que la présence de plus d'une source de risque est un autre élément de remise en cause de la pertinence de l'aversion au risque dans l'analyse des décisions individuelles.

<sup>54</sup>La notion de risque irréductible renvoie à celle de *background risk of life* de Ross (1981). Un tel risque est caractérisé par son aspect inévitable, incontournable. Les possibilités de couverture contre ce type de risque ne sont que partielles, on peut donc aussi parler de risque inassurable.

courante d'aversion au risque ne paraît pas la plus pertinente pour traiter ces deux types de risque - endogène et inassurable - dans un problème de décision individuelle.

a Le risque endogène

Briys et *al.* (1989) ont montré les limites du concept d'aversion au risque quand le risque considéré est de nature endogène. En effet, la prime de risque d'Arrow-Pratt sous-estime la volonté de payer pour la certitude. Briys et *al.* (1989) le montre de la manière suivante : soit un individu caractérisé par une fonction d'utilité  $U$  croissante et concave, et dont l'objectif est la maximisation de l'espérance d'utilité d'un niveau de richesse finale aléatoire  $\tilde{W}_f$ .  $\tilde{W}_f$  dépend d'une richesse initiale  $W_o$ , d'une variable de contrôle  $a$  et d'une loterie endogène  $Z$ .

L'objectif de l'individu est donc de maximiser :  $E[U(W_o + Z(a, \tilde{Z}))]$ .

En prenant une prime de risque du type  $RP$  de celle d'Arrow-Pratt, le problème de choix en situation de risque exogène se pose de la manière suivante :

$$U[W_o + Z(E(\tilde{Z}), a) - RP] = E[U(W_o + Z(\tilde{Z}, a))] \quad (3-1)$$

avec  $Z(\cdot)$ , la variation de richesse engendrée par le niveau de la variable de contrôle  $a$  et la loterie exogène  $Z$ . Le comportement du décideur est sous-optimal en situation de certitude. Le niveau de la variable de contrôle  $a$  est en effet le même en situation de certitude ( $E(\tilde{Z})$ ) qu'en situation d'incertitude ( $\tilde{Z}$ ), ce qui est un résultat assez contre-intuitif. On s'attend en effet à

ce que l'agent décisionnaire ajuste son optimum suivant qu'il se trouve en situation risquée ou certaine. Briys et *al.* (1989) proposent de redéfinir la prime de risque pour prendre en compte la dimension endogène du risque. La prime de risque  $\overline{RP}$  prend en compte la dimension endogène du risque et est définie de la manière suivante :

$$U[W_o + Z(E(\tilde{Z}), \bar{a}) - \overline{RP}] = E[U(Z(W_o + \tilde{Z}, a))] \quad (3-2)$$

Le remplacement de  $\tilde{Z}$  par  $E(\tilde{Z})$  amène l'agent décideur à s'ajuster à la nouvelle situation en choisissant  $\bar{a}$  qui maximise  $Z(a, E(\tilde{Z}))$ . On obtient ainsi une solution optimale dans chacune des situations, ce qui n'était pas le cas avec la constance de  $a$  quelque soit la situation. La prime de risque  $RP$  sous-estimant la volonté de payer pour obtenir la stabilité, il est raisonnable de supposer que  $\overline{RP} \geq RP$ <sup>55</sup>. On constate donc que - en situation de risque endogène - l'individu ne prend pas les mêmes décisions suivant qu'il se trouve en certitude ou en situation risquée. Le passage d'une situation à l'autre amène l'agent décisionnaire à réviser son optimum. Cette variation d'une situation optimale renvoie au calcul économique marginaliste. La prise en compte de la dimension endogène du risque nous conduit donc à porter l'analyse des choix en incertitude sur les utilités marginales des agents (Viala et Briys, 1995). Cet ajustement de la variable de décision face à la variation du risque dans un objectif de stabilité nous permet d'introduire la notion de prudence dans l'analyse des décisions productives de l'agriculteur sahélien. La prudence, développée par Kimball (1990), amène en effet la dimension marginale du calcul économique en situation de risque.

---

<sup>55</sup>Briys et *al.* (1989) étendent les propriétés de la prime de risque définie par Arrow-Pratt pour les risques exogènes à la prime de risque définie pour les risques endogènes. Il montre ainsi que dans une situation de risque endogène, la prime de risque est strictement positive pour tous les individus aversifs au risque, et que la prime de risque s'accroît avec l'augmentation du risque au sens de Rothschild et Stiglitz (1970).

## b L'incertitude irréductible

L'incertitude irréductible est un autre type de risque qui révèle les limites de l'aversion au risque d'Arrow-Pratt. L'aversion individuelle par rapport au risque permet d'analyser comment un agent va chercher à éviter un risque. Ce comportement se traduira notamment par la détermination d'un équivalent certain évaluant sous forme certaine une variable aléatoire. L'aversion au risque détermine donc si un agent sera susceptible de prendre un risque, ou cherchera à l'éviter en effectuant un choix moins risqué. Cependant, dans la situation des agriculteurs sahéliens la question du choix entre une situation risquée et son évaluation subjective sous forme d'équivalent monétaire perd quelque peu de sa pertinence. En effet, l'agriculteur est de toute façon confronté à un certain niveau de risque; nous avons en effet constaté empiriquement l'existence d'une incertitude irréductible portant sur le revenu de l'agriculteur. Nous ne sommes donc pas dans une situation de choix de portefeuille entre un actif risqué et un actif sûr. Plutôt que de déterminer la décision alternative au choix de l'actif risqué, il paraît plus approprié de considérer la façon dont l'individu confronté à un risque inassurable essaie, soit de se préparer à ce risque, soit d'en maîtriser les conséquences. Cette démarche de préparation par rapport à un risque et à ses conséquences renvoie à la notion de précaution et donc à un comportement prudent. Dans le cas présent, cette notion nous paraît plus appropriée que le rejet du risque impliqué par un comportement aversif au risque. L'origine du comportement prudent de l'agriculteur sahélien se trouve dans son incapacité à se protéger contre les conséquences des variations de son revenu<sup>56</sup>. Cette incapacité étant due à l'absence ou l'incomplétude des marchés d'assurance et financiers. Le motif de précaution amène un agent à répondre au risque en effectuant certains ajustements visant à réduire les coûts espérés du risque (Kimball, 1992). On retrouve donc une approche marginaliste de la décision individuelle,

---

<sup>56</sup> Notre appréhension de la prudence est ici sensiblement différente de celle liée aux problèmes environnementaux et à leurs conséquences. La prudence telle qu'elle est envisagée à propos du problème de la couche d'ozone ou d'autres formes d'atteinte à l'environnement se caractérise par deux éléments : une incertitude scientifique (incapacité d'évaluation du risque, et donc réintroduction de la distinction entre risque et incertitude) et irréversibilité (Ewald, 1996). Nous nous plaçons dans le cadre plus général de la prudence développée par Kimball (1990) et qui impose seulement au risque d'être non-assurable.

procédant par ajustement d'une variable de décision optimale. La recherche de sécurité que l'agent ne peut trouver dans les marchés d'assurance ou financiers se traduit par un certain niveau de prudence dans les décisions individuelles.

## SECTION II PRUDENCE ET RISQUE REVENU EN MILIEU RURAL SAHELIEN

### 1 Modèle de base et application du principe de précaution

#### A/ Principes généraux

Nous avons constaté dans le paragraphe précédent que la prise en compte des caractéristiques endogène ou irréductible d'un risque dans l'analyse des décisions individuelles nécessite de faire appel à un autre concept que l'aversion au risque. La prudence développée par Kimball (1990) permet de répondre à cette exigence. En s'interrogeant sur le comportement prudent ou non d'un individu soumis à une incertitude irréductible, on se demande quelle somme il faut donner à un individu pour qu'il se comporte de la même manière en situation risquée et en situation certaine<sup>57</sup>. Ce montant qui représente le coût du risque pour un agent prudent se traduira par une modification des choix du décideur<sup>58</sup>. Cette dernière se traduit par une modification de la valeur optimale des variables de décision. La prudence signifie donc la

---

<sup>57</sup>Pour bien saisir la différence avec l'aversion au risque, on peut ainsi citer Eeckhoudt et Gollier (1992, p.81) : "Alors que  $\pi$  [la prime de risque] indique combien l'individu doit être compensé pour maintenir son bien-être, c-à-d son utilité totale,  $\psi$  [la prime de prudence] mesure la compensation qui préserve l'espérance d'utilité marginale. Comme l'espérance d'utilité marginale affecte directement les choix (contrairement à l'utilité totale qui, elle, explique les préférences) la prime de prudence permet de définir la compensation monétaire à octroyer à un décideur riscophobe afin qu'il ne change pas ses décisions lorsque l'incertitude de son environnement se modifie".

<sup>58</sup>On trouve donc ici une solution au problème de la décision individuelle en situation de risque endogène soulevé par Briys et al. (1989) et que nous avons exposé dans le paragraphe précédent.

propension qu'a un individu à se préparer et se prémunir face à un risque en modifiant les choix qu'il doit effectuer. En suivant l'approche de Langlais (1995), on peut assimiler le comportement prudent au choix d'un certain niveau de la variable de contrôle - dans l'étude de Langlais, l'épargne - permettant de diminuer la quantité de risque détenue dans le futur. En s'interrogeant sur la préparation d'un agent face à un risque inassurable, l'analyse prudentielle revêt clairement un aspect intertemporel.

Cette modification d'une variable optimale en réponse à un changement de l'environnement amène à s'interroger sur l'effet du risque sur l'utilité marginale des agents. Un comportement prudent est caractérisé par la convexité de la fonction d'utilité marginale et donc par les propriétés de la dérivée troisième de la fonction d'utilité qui doit être positive. La mesure du degré de prudence individuelle s'effectue à l'aide de deux concepts :

\_ la prime de précaution équivalente  $\psi$  est la réduction certaine de richesse qui a le même effet sur la valeur optimale de la variable de décision - l'utilité marginale - que le risque introduit par la loterie. On peut la définir de la manière suivante :

$$u'(W + E(\tilde{z}) - \psi) = E[u'(W + \tilde{z})]$$

avec  $\tilde{z}$  la variable aléatoire,  $W$  la dotation initiale certaine de l'individu et  $u'(\cdot)$  l'utilité marginale de l'individu.

\_ la prime de précaution compensatoire  $\psi^*$  est le supplément de richesse qui compense l'effet du risque sur la valeur optimale de la variable de décision. On peut la définir de la manière suivante :  $u'(W + E(\tilde{z})) = E[u'(W + \tilde{z} + \psi^*)]$  . D'une manière analogue à l'estimation de

la prime de risque d'Arrow-Pratt, on estime la prime de précaution compensatoire de la manière

$$\text{suiivante : } \psi^* = -\frac{u'''(\cdot)}{u''(\cdot)} .$$

Les développements théoriques de Kimball (1990) sur la prudence, puis dans un cadre de risques multiples dans Kimball (1993) ont pour principal objet l'analyse de la décision d'épargne en situation de risque revenu. Ce sont les réflexions sur l'épargne de précaution qui sont à l'origine de ce concept; elles sont en effet les plus adaptées à l'aspect intertemporel de la prudence. La plupart des applications du concept de prudence concernent l'épargne en situation d'incertitude, avec notamment le comportement d'épargne des agents en situation de revenus aléatoires (Kimball, 1990) ou de variation du taux d'intérêt (Langlais, 1995), ou encore la variation du troupeau d'éleveurs sahéliens résultant d'un comportement prudent ou non (Motel-Combes, 1996). Ce concept peut cependant s'appliquer à l'analyse d'autres problèmes de décision en situation de risques multiples et peut par exemple être employé dans l'étude des décisions productives de l'agriculteur sahélien.

## B/ Prudence et décisions productives en milieu rural sahélien

### a. La surface cultivée comme variable de décision

Une des interprétations d'un comportement prudent est la volonté de réduire la quantité de risque détenue dans le futur par l'individu prudent. Si cette décision trouve sa traduction la plus évidente dans l'analyse des comportements d'épargne en situation de revenu aléatoire, il nous semble que les décisions productives des agriculteurs sahéliens peuvent s'analyser en terme de comportement prudent. Nous avons constaté dans le premier chapitre que l'agriculture sahélienne se caractérise par un faible détour de production; les principaux facteurs de production étant le travail et la terre. Par ailleurs, la faible artificialisation de la production la rend fortement dépendante du respect d'un calendrier cultural strict. Le travail est donc un facteur de production fortement contraint au sens où son utilisation dépend de l'évolution des conditions climatiques. La terre, et plus précisément la surface mise en culture est donc une variable de décision importante pour l'agriculteur sahélien. La variation de la surface cultivée répond à deux types d'objectifs : d'une part, faire face à l'accroissement des besoins, et d'autre

part, répartir le risque productif sur une plus grande surface et donc accroître la sécurité alimentaire. En considérant l'aspect anti-aléatoire de la variation de la surface cultivée, on peut assimiler l'unité de surface mise en culture à une variable de décision permettant de faire varier le risque productif agricole.

Un certain nombre d'observations empiriques mettent en relation variation de la surface mise en culture et volonté de réduction du risque productif agricole futur. Pour l'ensemble du Sénégal et sur une période d'une vingtaine d'années (1966-1986), Yung (1992b) relève d'importantes variations des superficies emblavées en mil et en arachide, d'une période d'une campagne de production donnée à la précédente<sup>59</sup>. Ces variations peuvent être négatives ou positives. Yung observe que la variation de la surface cultivée en mil a une dynamique largement endogène car relativement indépendante de certains facteurs liés à la culture arachidière. Dans cette dynamique endogène de variation de la surface emblavée en céréales, la recherche de sécurité vivrière est importante<sup>60</sup>. A une mauvaise saison productive succède une augmentation des surfaces cultivées en mil, cette variation a pour objectif d'assurer la sécurité alimentaire à la période suivante. D'après cette étude, une variation de la surface cultivée en vivrier en réponse à une augmentation du risque alimentaire permet à l'agriculteur sahélien de réduire son risque alimentaire pour la saison productive suivante. Cette variation marginale de la surface cultivée est causée par un risque accru au niveau de la sécurité alimentaire de l'agriculteur et de son entourage. Plus généralement, l'occurrence de périodes de sécheresse accentuées a été à l'origine d'une augmentation importante des surfaces mises en culture. Ceci, non seulement pour répondre aux conséquences de la croissance démographique, mais aussi par souci de limiter le risque d'insécurité alimentaire en répartissant les risques sur une plus grande superficie (Grouzis et Albergel, 1989).

Au Burkina-Faso, Savadogo et *al.* (1995a) observent que l'extension des superficies

---

<sup>59</sup>La surface cultivée en mil peut ainsi augmenter de plus de 20% d'une campagne à une autre.

<sup>60</sup>D'une manière générale, Yung (1992b) relève un certain nombre d'éléments sous-jacents à la décision d'emblavement en début de saison productive : la productivité et la disponibilité du travail, la sécurité climatique, les conditions de commercialisation et la sécurisation du marché, la sécurité alimentaire et économique, l'équilibre agronomique entre céréale et arachide, la disponibilité en intrants, crédit et en terres cultivables.

cultivées s'applique principalement aux cultures vivrières de mil et de sorgho. Ils constatent que les décisions productives concernant ces cultures sont prises en suivant un comportement prudent, que les auteurs rapprochent d'une rationalité de type *safety-first*. Ce rapprochement intuitif entre des préférences individuelles marquées par la prudence et une rationalité de type *safety-first* illustre le voisinage qui peut exister entre ces deux concepts au niveau d'une analyse descriptive.

Au total, on observe que la variation de la surface cultivée est un moyen important de lutte contre le risque pour l'agriculteur sahélien. Une partie importante de la production agricole est auto-consommée et joue donc un rôle décisif dans la sécurité alimentaire de l'agriculteur et de son entourage. Cette recherche de sécurité se traduit par une utilisation accrue de l'intrant surface cultivée qui est réducteur de risque. Donc, face à un accroissement du risque alimentaire, l'agriculteur modifie son utilisation optimale d'intrant en augmentant la surface mise en culture. Il est cependant important de noter que ce raisonnement ne peut s'appliquer que si la surface cultivable supplémentaire disponible est suffisante. L'extension trop importante des terres cultivées - à technique productive constante - est source de rupture de l'équilibre agro-écologique, par la réduction des jachères et la dégradation des sols qu'elle implique.

#### b. Analyse prudentielle des décisions productives de l'agriculteur sahélien

Etant donné les caractéristiques de la notion de prudence et l'observation des décisions d'input de l'agriculteur sahélien, on peut donc émettre l'hypothèse qu'une utilisation accrue de l'input foncier face à un accroissement du risque productif est un comportement prudent. On peut illustrer analytiquement cette hypothèse de la manière suivante, d'après la modélisation simple du comportement prudent proposée par Kimball (1992).

On suppose l'agriculteur sahélien doté d'une fonction d'utilité dépendante du revenu agricole  $Y$ , la fonction du revenu agricole  $Y(\cdot)$  dépend d'un vecteur d'input  $x$  et d'un niveau de production aléatoire  $\tilde{q}$ . L'emploi des intrants  $x$  fournit un revenu  $Y(q,x)=q-w'x$ , où  $w$  est

le vecteur des prix des inputs et le prix du produit égal à l'unité. Le vecteur optimal d'intrant provient de la maximisation de l'espérance d'utilité du revenu, où l'on fait l'hypothèse que l'utilité est croissante et concave. La prudence portant sur l'utilité marginale, nous allons étudier l'impact d'un accroissement du risque de mauvaise récolte au sens de Rothschild et Stiglitz sur la composition du vecteur optimal d'inputs.

Nous proposons donc un modèle à deux périodes de choix d'input, dans lequel le niveau de production - et donc de revenu agricole - est incertain en seconde période.

L'agent maximisateur fait face au problème suivant :  $\max_{x_f} U[Y(q,x)_{x_f}] + EV[Y(\tilde{q},x)_{x_f}]$

La variable de décision est l'input  $x_f$ , c'est à dire la surface mise en culture;  $E$  étant une anticipation conditionnelle à l'information de première période.  $U(.)$  et  $V(.)$  sont respectivement les fonctions d'utilité de première et de seconde période;  $\tilde{q}$  est le niveau de production aléatoire de seconde période. L'input surface mise en culture  $x_f$  est considéré comme réducteur de risque. Une utilisation accrue de cet input réduit donc le niveau de risque de la production agricole.

Pour obtenir un niveau optimal d'input  $x^*$  suivant l'input foncier  $x_f$ , la condition de premier ordre est :

$$U'[Y(q,x^*)_{x_f}] = EV'[Y(\tilde{q},x^*)_{x_f}] \quad (3-3)$$

Nous étudions l'impact d'un accroissement du risque, que l'on note  $\tilde{\epsilon}$ , sur le vecteur optimal d'input. Cet accroissement du risque peut par exemple être lié à une dégradation des conditions climatiques, à une augmentation du risque climatique. L'accroissement du risque considéré ici prend la forme d'un écartement de la distribution préservant la moyenne. La condition pour qu'une incertitude additionnelle sur le niveau de production amène un accroissement de l'utilisation de l'input foncier est que  $V'(.)$  soit une fonction convexe; c'est-à-

dire que  $V'''(\cdot) \geq 0$  avec  $V(\cdot)$  trois fois différentiable (Rothschild et Stiglitz, 1971). Si  $V'(\cdot)$  est convexe (c'est-à-dire si l'individu est prudent), tout transfert de poids préservant la moyenne augmente l'espérance d'utilité (Rothschild et Stiglitz, 1970 et 1971). C'est-à-dire si l'espérance de  $\tilde{\epsilon}$  conditionnel de  $\tilde{q}$  est toujours égale à zéro ( $E(\tilde{\epsilon}|q)=0$ )<sup>61</sup> alors :

$$EV'[Y(\tilde{Q},x)_{x_t}] \geq EV'[Y(\tilde{q},x)_{x_t}] \text{ avec : } \tilde{Q}=\tilde{q}+\tilde{\epsilon} \text{ . (3-4)}$$

L'agriculteur étant prudent, un tel accroissement de l'utilité marginale espérée à n'importe quel niveau d'input  $x_t$  provoque un accroissement dans le niveau optimal de terres mises en culture (Kimball, 1992).

Suite à l'augmentation du risque, l'agent décisionnaire ajuste son niveau d'input optimal de  $x_t^*$  à  $x_t^{**}$ , égalisant les utilités marginales  $U'(\cdot)$  et  $V'(\cdot)$  des deux périodes. Nous avons vu en effet que le concept de prudence s'interroge sur le volume supplémentaire d'input qui laisserait inchangées les utilités marginales de deuxième période avec et sans risque supplémentaire. C'est cette idée de compensation qui est à la base du concept de prudence, et que nous illustrons ici par la grandeur  $x_t+\psi^*$ . La quantité  $\psi^*$  est la prime de précaution compensatoire - sous la forme de surfaces supplémentaires mises en culture - qui compense l'effet du risque de moyenne nulle  $\tilde{\epsilon}$  sur  $EV'(\cdot)$ . Ce qui se traduit par l'égalité suivante :

$$EV'[Y(\tilde{Q},x)_{x_t+\psi^*}] = EV'[Y(\tilde{q},x)_{x_t}] \text{ . (3-5)}$$

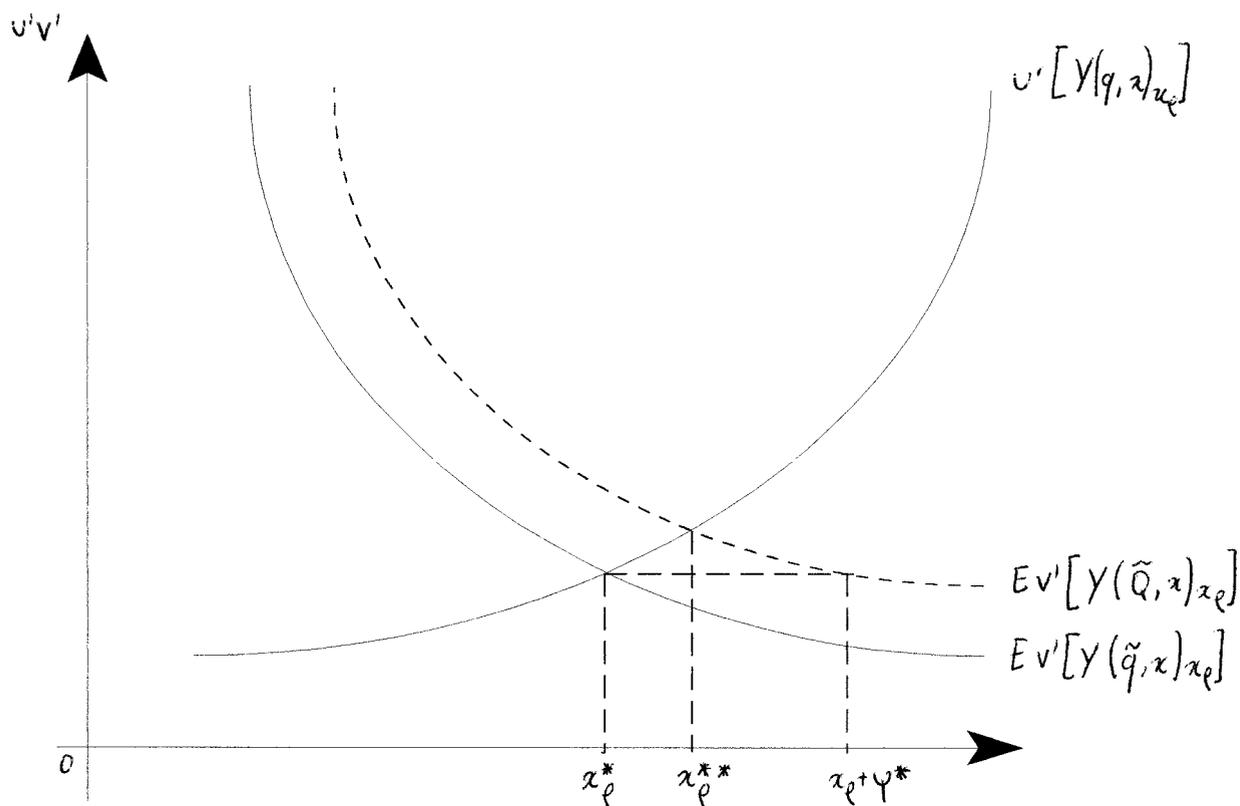
Nous illustrons ce mouvement compensatoire de variation de l'input foncier réducteur

---

<sup>61</sup>Cet aléa supplémentaire est aussi appelé "bruit blanc".

de risque  $x_t$  par la figure suivante :

Figure 1 Prudence et variation d'input



Le concept de prudence de Kimball trouve donc ici une application dans le domaine de la production agricole sahélienne. L'importance de l'objectif de sécurité poursuivi par les agriculteurs sahéliens les incite à réduire le plus possible leur quantité de risque détenue dans le futur et donc à obtenir un certain niveau de sécurité alimentaire. L'augmentation de la surface mise en culture - sous réserve de terres disponibles et de maintien de l'équilibre agro-écologique - est un moyen de réduire l'insécurité alimentaire future en réduisant les risques de mauvaise récolte.

## 2 Prudence et recherche de sécurité

## A/ Interprétation statistique du concept prudentiel

L'interprétation la plus courante du comportement prudent est la variation de l'optimum d'une variable de contrôle en réponse à l'apparition ou l'accroissement d'un risque. Ceci aboutit à la formation d'une prime de précaution comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent.

A partir des propriétés des fonctions d'utilité caractérisées par la prudence - convexité de l'utilité marginale - Eeckhoudt et *al.* (1993) fournissent une nouvelle interprétation du concept de prudence. Cette nouvelle interprétation nous permettra de rapprocher comportement prudent et recherche de sécurité. Eeckhoudt et *al.* (1993) prennent comme point de départ de leur analyse la correspondance existant entre les propriétés de la fonction d'utilité individuelle et une transformation statistique. En effet, Rothschild et Stiglitz (1971) ont établi un lien entre aversion au risque ( $u'' < 0$ ) et écartement préservant la moyenne<sup>62</sup>. Tout individu dont la fonction d'utilité est caractérisée par l'aversion au risque est défavorable à un écartement préservant la moyenne. Eeckhoudt et *al.* (1993) appliquent cette même démarche à des dérivées supérieures de la fonction d'utilité, et relie prudence et tempérance<sup>63</sup> à des transformations d'une fonction densité. Ils montrent qu'un individu prudent préfère un écartement préservant la moyenne située en haut de la distribution d'une variable aléatoire (où les résultats sont les plus favorables) qu'en bas de cette distribution (où les résultats sont les moins favorables). Donc, pour un individu prudent, la dispersion des résultats vers le bas importe plus que la dispersion des résultats vers le haut (Munier, 1996). Si on prend l'exemple d'un individu prudent faisant face à un revenu aléatoire, il préférera une dispersion des résultats accrue dans les niveaux élevés de la distribution de son revenu plutôt que dans le bas de cette distribution.

On peut illustrer cette analyse par l'exemple suivant issu de Munier (1996) : soit un agent ayant à effectuer un choix entre trois placements risqués A,C et C' dont les

---

<sup>62</sup>Traduction de *mean preserving spread*, c'est-à-dire, pour une distribution d'une variable aléatoire, un déplacement des masses de probabilités du centre vers les extrémités de la distribution.

<sup>63</sup>La tempérance mesure le degré de modération dans l'acceptation des risques (Kimball, 1992). Les principales conditions d'existence sont  $u''' > 0$  et  $u'''' < 0$ .

caractéristiques sont les suivantes :

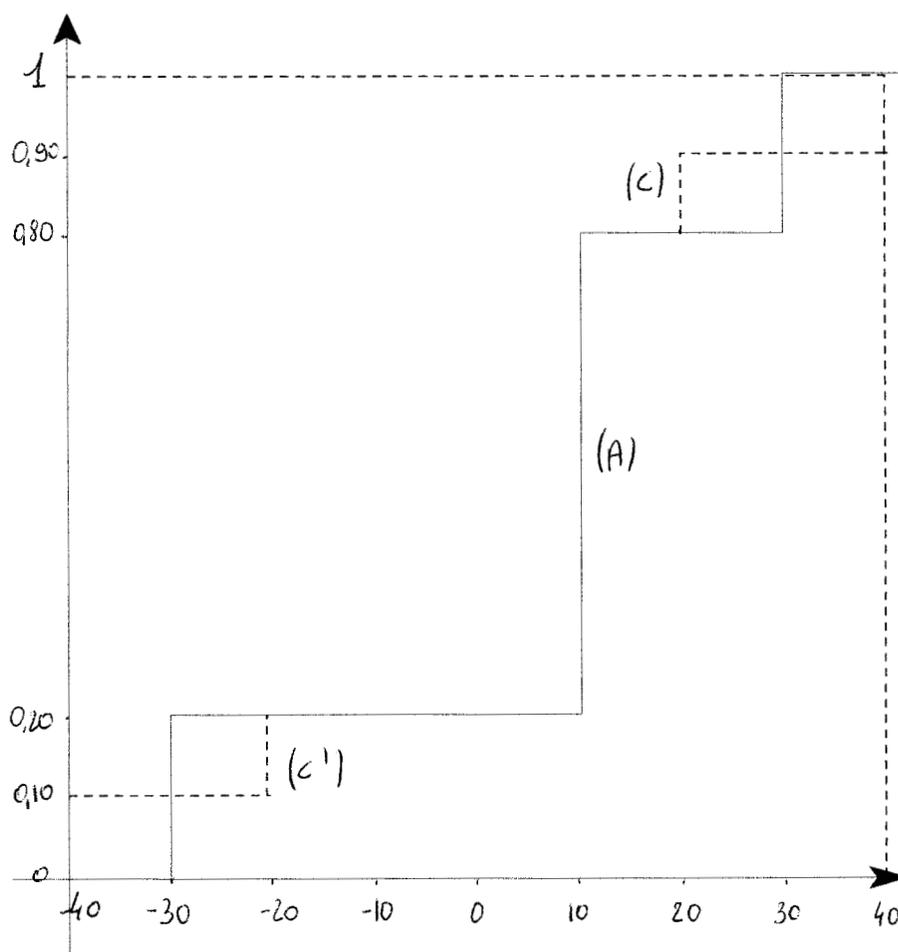
A : (-30,.20;10,.60;30,.20)

C : (-30,.20;10,.60;20,.10;40,.20)

C' : (-40,.10;-20,.10;10,.60;30,.20)

C et C' résultent d'une transformation de A selon un écartement préservant la moyenne. La figure suivante permet d'illustrer cet exemple :

Figure 2 : Transformation de la fonction cumulative de probabilité (A) de la loterie A.



Selon Eeckhoudt et al. (1993), un individu prudent préférera la transformation (C) à la transformation (C').

Cette mise en relation entre prudence et une préférence pour un risque accru en haut

d'une distribution peut être interprétée comme un comportement de recherche de sécurité. En effet, si l'on prend le cas d'un individu dont le revenu est aléatoire et se situe proche du niveau de subsistance, on peut faire l'hypothèse vraisemblable que ses décisions économiques seront guidées par le motif de sécurité. Il cherchera à ne surtout pas exposer son revenu à un risque supplémentaire susceptible de le faire descendre sous le niveau de subsistance et donc de l'exposer à de graves problèmes. Parallèlement, cet individu sera relativement moins préoccupé par un risque supplémentaire affectant les réalisations élevées de son revenu. Il est donc raisonnable de penser que la recherche de sécurité économique d'un tel individu est assimilable à un comportement prudent. L'hypothèse de prudence permet donc d'intégrer à notre analyse certaines hypothèses quand à la préférence pour la sécurité d'individus aux conditions d'existence relativement précaires tout en restant dans le cadre analytique de l'espérance d'utilité.

#### B/ Prudence et revenu en milieu rural sahélien

Nous avons constaté dans le premier chapitre que l'on pouvait distinguer plusieurs types de comportements productifs parmi les agriculteurs sahéliens suivant leur niveau de revenu. Les agriculteurs les plus aisés entreprenant des stratégies plus risquées que ceux proches du niveau de subsistance. Les agriculteurs les moins favorisés économiquement poursuivant davantage un objectif de sécurité alimentaire et économique que les plus aisés prêts à prendre certains risques dans leurs pratiques culturales. A l'aide du développement prudentiel précédent, on peut établir que les agriculteurs sahéliens les moins favorisés sont plus prudents que les plus riches. En effet, plus on descend dans l'échelle des revenus des agriculteurs, plus on se rapproche du niveau de subsistance. De plus, la relation entre bas revenu et revenu plus aléatoire renforce ce phénomène. Un agriculteur proche du niveau de subsistance, dans sa recherche de sécurité, ne sera donc pas prêt à accepter un risque - même faible - susceptible de le rapprocher de ce niveau de subsistance ou même de descendre en-dessous. Une remise en cause trop importante de sa sécurité alimentaire et de celle de son entourage pouvant le forcer à abandonner l'activité

agricole en émigrant par exemple. A contrario, il attachera moins d'importance à une loterie faisant varier son revenu faiblement en cas de bonne réalisation de ce revenu. Un agriculteur dont le revenu se situe largement au-delà du niveau de subsistance sera lui plutôt indifférent entre les deux types d'augmentation du risque de son revenu - en bas ou en haut de la distribution - étant donné qu'une mauvaise réalisation de son revenu - même affectée par un risque supplémentaire - ne remet pas en cause son activité, pas plus que son existence. Cet agriculteur plus favorisé aura donc un comportement moins prudent que celui plus proche du niveau de subsistance.

Il nous paraît donc vraisemblable de faire l'hypothèse d'une décroissance de la prudence avec le niveau de richesse en milieu rural sahélien. Cette hypothèse a déjà été établie par Kimball (1990) qui, parallèlement à l'hypothèse d'aversion absolue pour le risque décroissante d'Arrow (1965), paraît la plus vraisemblable.

## CONCLUSION

L'analyse de la rationalité individuelle en situation risquée est primordiale pour notre étude. En effet, les critères de décision de l'agriculteur sahélien dans l'établissement ou non d'une relation entre crédit et investissement dépendent de sa rationalité en incertitude. Au-delà de la rationalité individuelle, certains concepts théoriques sont nécessaires pour prendre en compte les situations d'incertitude irréductible et de risque endogène. Le critère de rationalité *safety first*, s'il permet de prendre en compte le motif de sécurité dans l'analyse connaît certaines limites. Notamment dans l'appréhension du changement technique. Nous privilégions l'espérance d'utilité dans notre démarche analytique. Ce critère permet de prendre en compte de nombreuses situations. Son établissement sur la base de probabilités subjectives permet d'appréhender les situations non probabilisables. L'examen des choix productifs et notamment de l'utilisation plus ou moins importante d'intrants réducteurs de risque suivant le niveau de

richesse nous a permis d'établir que l'agriculteur sahélien possède une fonction d'utilité individuelle caractérisée par une aversion absolue au risque décroissante en richesse. Le concept d'aversion au risque d'Arrow-Pratt a néanmoins certaines limites pour l'analyse de l'attitude par rapport à des risques particuliers. Il ne permet pas de prendre en compte correctement l'incertitude irréductible et ses conséquences sur les décisions, ainsi que les risques de nature endogène. Par ailleurs, certaines analyses empiriques relativisent l'importance de l'aversion au risque dans les différences observées dans les décisions individuelles. La prudence - basée sur une analyse à partir de l'utilité marginale - s'intègre dans l'analyse des différentes stratégies des producteurs sahéliens. L'approche prudentielle permet de prendre en compte deux catégories de stratégies de l'agriculteur sahélien : une stratégie de reproduction dont le moteur principal est la recherche de sécurité, et une stratégie maximisatrice de valorisation des facteurs de production. Le comportement prudent, basé sur l'ajustement d'une variable de décision en situation de risque, convient aux risques endogènes, l'agent prudent adaptant son exposition au risque. De même, cet ajustement d'une variable de décision peut être considéré comme une préparation face au risque quand celui-ci est de nature irréductible. Le critère de prudence pour analyser l'attitude par rapport au risque convient au milieu rural sahélien et à l'étude des décisions des agriculteurs. Par ailleurs, l'interprétation de certaines études théoriques concernant la recherche de sécurité nous permet de faire l'hypothèse que l'agriculteur sahélien possède une fonction d'utilité individuelle caractérisée par un indice de prudence absolue décroissant avec le niveau de richesse.

L'enrichissement théorique des caractéristiques de la rationalité individuelle de l'agriculteur sahélien en situation risquée nous permettra dans le chapitre suivant d'analyser la décision d'investissement en situation d'incertitude irréductible et de risques multiples.

## CHAPITRE IV MODELE DE CHOIX DE PORTEFEUILLE, INCERTITUDE IRREDUCTIBLE ET RISQUES MULTIPLES : POINT DE VUE THEORIQUE

### INTRODUCTION

Une des particularités de notre approche de la décision d'investissement est qu'elle tâchera de prendre en compte un élément déterminant de l'ensemble des décisions économiques de l'agriculteur sahélien : l'existence possible d'une incertitude irréductible portant sur le revenu de celui-ci. Les analyses existantes de la relation entre crédit et investissement agricole par l'intermédiaire de la contrainte de liquidité ne prennent généralement en compte qu'une unique source de risque influant sur la décision : le risque d'investissement (Feder, 1980). Dans la première partie, notre étude empirique nous a permis de constater que l'agriculteur sahélien prenant la décision d'investir dans une technique de production nouvelle est confronté à une double source de risque : le risque de nature irréductible affectant son revenu et le risque de nature subjective inhérent à la décision d'investissement.

D'une manière générale, l'analyse de la décision d'investissement peut s'effectuer de deux manières. On peut, d'une part, s'interroger sur la décision d'investissement proprement dite. L'étude porte alors sur les conditions de rentabilité de l'investissement et sur son niveau de risque. La démarche est alors essentiellement tournée vers la sphère productive et n'a ici qu'une signification relative pour notre cadre d'étude. En effet, la décision d'investissement s'établit en fonction d'un rapport rentabilité/risque qui a peu de signification dans une analyse des décisions productives en milieu rural sahélien où les décisions de production et de consommation ne sont pas séparables. D'autre part, on peut considérer la décision d'investissement comme le choix pour un actif risqué par rapport à un actif sans risque. L'actif risqué étant la nouvelle technique

productive tandis que la technique traditionnelle est considérée sans risque<sup>64</sup>. Ce choix de ne considérer comme risquée que la nouvelle technique de production se justifie par l'importance du risque subjectif de l'investissement dans notre étude. Le problème se ramène alors à un choix de portefeuille dans lequel un agent dont le revenu est soumis à une incertitude irréductible répartit un certain niveau de richesse entre deux actifs de risque différent. Notre objectif de nous démarquer d'un schéma strictement productif nous amène donc - pour analyser en terme de rationalité les conséquences de l'incertitude irréductible sur la prise de risque - à privilégier une approche en terme de choix de portefeuille. Celle-ci nous permet de prendre en compte la double dimension de producteur et de consommateur de l'agriculteur sahélien, et ainsi de mettre en relation le risque revenu avec les choix productifs d'investissement. Notre objectif étant d'analyser l'allocation de la richesse monétaire d'un agent entre deux actifs étant donné les propriétés de son revenu, le modèle de choix de portefeuille nous semble approprié.

Les choix en situation de risques multiples sont à l'origine d'un certain nombre de problèmes analytiques. Les outils standards caractérisant l'attitude individuelle par rapport au risque - l'aversion au risque d'Arrow-Pratt et ses développements - ne permettent pas d'obtenir des résultats satisfaisants dans un cadre multirisque. Certaines restrictions sont nécessaires, elles portent sur les risques, la nature des relations existants entre eux, ou sur les fonctions d'utilité. L'analyse des choix en situation de risques multiples et de risque inassurable nécessite d'aller au-delà des instruments standards de la micro-économie du risque. Deux développements théoriques récents nous permettent d'analyser la décision d'investissement dans un cadre multirisque : d'une part, la notion d'aversion forte au risque de Ross (1981), et d'autre part, celle d'aversion standard au risque de Kimball (1993).

Dans une première section, nous exposerons les principales limites de l'aversion au risque d'Arrow-Pratt dans un contexte multirisque. Ces limites sont liées, d'une part, à la nature irréductible d'un des risques et donc au caractère partiel des possibilités d'assurance, et d'autre part, au contexte multirisque de l'analyse. Nous exposerons dans une seconde section les

---

<sup>64</sup>Nous considérons ici le risque subjectif d'investissement tel que nous l'avons défini dans le deuxième chapitre. Ce risque est propre à la mise en oeuvre d'une nouvelle technique de production.

propriétés générales de l'aversion au risque de Ross et son comportement quand l'incertitude irréductible ou le niveau de richesse varie.

## SECTION I LIMITES DU MODELE STANDARD DE CHOIX DE PORTEFEUILLE EN SITUATION DE RISQUES MULTIPLES

### 1 Limites du concept d'aversion au risque d'Arrow-Pratt

#### A/ Modèle de base

Nous établissons les règles de base de fonctionnement d'un modèle de choix de portefeuille avec une seule source de risque. Nous introduirons par la suite une seconde source de risque pour en examiner les conséquences sur les résultats obtenus. D'une manière générale, on considère un individu cherchant à maximiser un niveau de richesse finale. On peut raisonner de la même manière sur un niveau de revenu ou de production. Etant donné cet objectif et les hypothèses concernant l'attitude individuelle par rapport au risque, on s'interroge sur le montant monétaire alloué à un actif risqué.

Plus précisément, un individu disposant d'une richesse  $W$  doit en affecter une proportion  $\alpha$  à un actif risqué de rendement aléatoire  $\tilde{y}$ . Le niveau de  $\alpha$  ( $\alpha \in [0,1]$ ) détermine l'exposition au risque choisie par l'individu. La richesse finale est définie de la manière suivante :

$$\tilde{W}_f = (1-\alpha)W + \alpha W(1+\tilde{y}) \quad (4-1)$$

Le problème de l'individu est de déterminer la valeur optimale de  $\alpha$ ,  $\alpha^*$ , maximisant

l'espérance d'utilité de sa richesse finale. On a donc :

$$\text{Max}_{\alpha \in [0,1]} E[u((1-\alpha)W + \alpha W(1+\tilde{y}))]$$

ce que l'on peut réécrire de la manière suivante :

$$\text{Max}_{\alpha \in [0,1]} E[u(W(1+\alpha\tilde{y}))]$$

La condition de premier ordre de ce problème est la suivante :

$$\frac{\delta E[u(\tilde{W}_f)]}{\delta \alpha} = E[u'(W(1+\alpha^*\tilde{y})).\tilde{y}W] = 0 \quad (4-2)$$

celle de second ordre :

$$\frac{\delta^2 E[u(\tilde{W}_f)]}{\delta^2 \alpha} = E[u''(W(1+\alpha^*\tilde{y})).\tilde{y}^2 W^2] < 0 \quad (4-3)$$

Etant donné notre hypothèse d'aversion au risque du décideur qui impose une stricte concavité de la fonction d'utilité ( $U''' < 0$ ), cette dernière condition est vérifiée.

Une condition préalable est nécessaire pour que (4-2) soit satisfaite. Pour qu'il existe une solution intérieure et donc une solution finie à ce problème, il faut que le rendement de l'actif risqué soit tantôt négatif, tantôt strictement positif.

Une démonstration classique en théorie du choix de portefeuille permet de montrer que la valeur optimale de  $\alpha$  - le montant investi dans l'actif risqué - est strictement positive si le rendement espéré de l'actif risqué est strictement positif, c'est-à-dire si  $E(y) > 0$ . Notons que

cette condition suffisante pour un investissement positif ne dépend que des propriétés de l'actif risqué - ici son rendement - et aucunement des propriétés du revenu ou du niveau de richesse de l'individu. Ce dernier élément n'intervient que dans le montant investi dans l'actif risqué.

Ainsi, la variation de  $\alpha^*$  avec une modification du niveau de richesse dépend de l'attitude par rapport au risque de l'individu. Par exemple, si celui-ci se caractérise par une aversion absolue<sup>65</sup> au risque décroissante en richesse, le montant alloué à l'actif risqué augmentera avec une augmentation du niveau de richesse et sera réduit dans le cas contraire. Cette mise en relation du niveau de richesse et de l'attitude par rapport au risque est établie à l'aide des concepts d'aversion au risque développés par Arrow (1965) et Pratt (1964).

#### B/ Risques multiples et prime de risque

L'introduction d'une double source de risque dans un problème d'allocation de richesse met en évidence certaines limites du concept d'aversion au risque d'Arrow-Pratt<sup>66</sup>. La seconde source de risque a certaines caractéristiques qui renforcent la nécessité d'un renouvellement conceptuel de la notion d'aversion au risque. On suppose en effet que un des deux risques auxquels doit faire face l'agent décideur est de nature irréductible. Nous avons vu dans la première partie que cette situation correspond à celle de l'agriculteur sahélien souhaitant mettre en oeuvre un changement technique coûteux et risqué et dont le revenu est soumis à une incertitude irréductible.

Les limites de l'aversion au risque d'A-P sont, d'une part liées au caractère forcément partiel de l'assurance en présence d'une incertitude irréductible - raison pour laquelle on peut qualifier l'incertitude irréductible de risque inassurable -, et d'autre part, au caractère multiple des risques à prendre en compte dans la définition d'une prime de risque. Celles-ci ont été mises

---

<sup>65</sup>L'aversion absolue par rapport au risque mesure l'intensité de rejet du risque quand celui-ci est additif, tandis que l'aversion relative au risque s'applique à des risques multiplicatifs.

<sup>66</sup>Dans la suite de l'analyse, nous réduirons le binôme Arrow-Pratt à ses initiales : A-P.

en évidence et formalisées par Ross (1981) qui introduit la notion de *background risk of life*<sup>67</sup> et en analyse les conséquences sur le comportement de la prime de risque d'A-P. Cette notion s'applique ici à la richesse initiale des individus qui n'est jamais totalement sûre et ne peut faire l'objet d'une assurance complète. L'incertitude, aussi minime soit-elle, étant inhérente à toute activité et décision économique. En raisonnant tout d'abord sur une source unique de risque qui est de nature irréductible, Ross étend ensuite son analyse à un contexte multirisques.

Pour montrer la nécessité du renforcement du concept d'A-P, Ross compare les primes partielles d'assurance de deux individus ayant un niveau d'aversion au risque différent et faisant face à une incertitude de nature irréductible. L'utilisation de l'aversion au risque d'A-P aboutit à un résultat paradoxal. C'est en effet l'individu le moins aversif au risque qui est prêt à payer la prime partielle d'assurance la plus élevée. Ross en conclut à la faiblesse du concept d'aversion au risque d'A-P dans une telle situation.

Les limites de l'aversion au risque d'A-P se révèlent de la même manière dans un problème d'allocation de richesse entre deux actifs risqués. Etant donné l'importance de ce type de problème pour notre analyse, nous détaillons ici la démonstration de Ross (1981, p.631-633) montrant la faiblesse de l'aversion au risque d'A-P dans un contexte multirisque. Nous reprendrons l'adaptation et l'exemple numérique qu'en ont fait de Viala et Briys (1995) qui y apportent quelques détails complémentaires importants.

Rappelons dans un premier temps les résultats de Pratt (1964) concernant l'aversion au risque. Etant donné deux fonctions d'utilité neumanienne  $u(.)$  et  $v(.)$ , Pratt établit une équivalence qui permet d'affirmer que  $v(.)$  a plus d'aversion pour le risque que  $u(.)$  entre les trois propositions suivantes :

$$(i) \quad -\frac{v''(W)}{v'(W)} \geq -\frac{u''(W)}{u'(W)}, \quad \forall W ;$$

---

<sup>67</sup>La notion de *background risk of life* renvoie à celle d'incertitude irréductible ou de risque inassurable dont nous avons déjà précisé la signification dans le chapitre précédent.

(ii) il existe une fonction  $G$  avec  $G' > 0$  et  $G'' \leq 0$ , et telle que :  $v(W) = G(u(W))$  ;

(iii)  $\pi_v \geq \pi_u$  avec  $E[u(W + \tilde{z})] = u(W - \pi_u)$  et  $E[v(W + \tilde{z})] = v(W - \pi_v)$ ,  $\forall W, \forall \tilde{z}$

Nous reprenons donc notre problème de choix de portefeuille exposé précédemment dans l'équation (4-2), en y introduisant une seconde source de risque. Dans notre exemple, on considère un problème de choix de portefeuille dans lequel deux individus dont les niveaux d'aversion au risque sont différents doivent répartir une richesse  $W$  entre deux actifs risqués dont les rendements sont  $\tilde{x}$  et  $\tilde{y}$ . Si  $\alpha$  ( $\alpha \in [0,1]$ ) représente la proportion de richesse totale investie dans  $\tilde{y}$ , la richesse finale est égale à :

$$\tilde{W}_f = W[(1-\alpha)(1+\tilde{x}) + \alpha(1+\tilde{y})] = W(1+\tilde{x}+\alpha\tilde{z}) \quad (4-4)$$

où  $\tilde{z} \equiv \tilde{y}-\tilde{x}$ .

La contribution de  $\tilde{y}$  à la richesse finale est mesurée ici par  $\tilde{z}$ , qui représente l'écart de rendement entre les deux actifs. On suppose que l'actif  $\tilde{y}$  offre un rendement supérieur à l'actif  $\tilde{x}$  mais présente un plus grand risque<sup>68</sup>. On a donc  $E[\tilde{z}|x] > 0$ . Un des éléments importants de cette analyse est le niveau de corrélation entre les risques. Ross fait en effet l'hypothèse, moins forte que l'indépendance statistique, que  $\tilde{z}$  est conditionnellement

---

<sup>68</sup>Le caractère plus risqué de  $y$  par rapport à  $x$  n'est pas clairement défini chez Ross (1981). Viala et Briys (1995, p.64) le justifient en posant :  $prob(z < 0 | x) > 0$ .

indépendant de  $\tilde{x}$ . Aucune combinaison des actifs ne permet d'altérer le risque matérialisé par la variable aléatoire  $\tilde{x}$ .

Le problème qui se pose aux deux individus est donc celui du choix de la valeur optimale de  $\alpha$ , qui est leur degré d'exposition relatif au risque. Le risque lié à  $\tilde{x}$  est ici de nature irréductible, il ne fait pas l'objet d'un choix de la part des individus. On a donc une situation de risques multiples, avec, d'une part, une incertitude irréductible, et d'autre part, un actif risqué dans lequel les individus sont libres d'allouer une partie de leur richesse ou non. Soit  $v(\cdot)$  la fonction d'utilité et  $\alpha^{**}$  l'optimum de l'individu ayant l'aversion au risque la plus forte; et  $u(\cdot)$  et  $\alpha^*$ , la fonction d'utilité et l'optimum de l'autre agent.

Le programme de maximisation de l'individu le moins aversif au risque est le suivant :

$$\underset{\alpha \in [0,1]}{\text{Max}} \quad E[u(W(1+x+\alpha z))]$$

la valeur optimale  $\alpha^*$  est donnée par la condition de premier ordre qui est :

$$\frac{\delta E[u(\cdot)]}{\delta \alpha} = E[u'(W(1+x+\alpha^* z)).zW] = 0 \quad (4-5a)$$

Pour le second agent, la valeur optimale  $\alpha^{**}$  est donnée par la condition de premier ordre

suivante :

$$\frac{\delta E[v(\cdot)]}{\delta \alpha} = E[v'(W(1+x+\alpha^{**} z)).zW] = 0 \quad (4-5b)$$

D'après nos hypothèses précédentes concernant les rendements et les risques des actifs, on a :  $\alpha^* > 0$  et  $\alpha^{**} > 0$ . On devrait obtenir  $\alpha^{**} < \alpha^*$  et donc une condition d'optimalité de

$v(\cdot)$  négative quand elle est évaluée en  $\alpha^*$ . C'est-à-dire :

$$\frac{\delta E[v(\cdot)]}{\delta \alpha} \Big|_{\alpha^*} = E[v'(W(1+x+\alpha^*z)).zW] < 0 \quad (4-6a)$$

que l'on peut écrire sous la forme suivante :

$$E[G'(u(W(1+x+\alpha^*z)).u'(W(1+x+\alpha^*z)).zW] < 0 \quad (4-6b)$$

avec  $v = G(u)$ , et  $G' > 0$ ,  $G'' \leq 0$ <sup>69</sup>.

Une application numérique permet de conclure l'analyse. Les risques  $x$  et  $z$  se caractérisent de la manière suivante :  $x = [1, .5; 0, .5]$ ,  $z = [2, .5; -1, .5]$ .

Certaines valeurs prises par les dérivées premières des fonctions  $u(\cdot)$  et  $G(\cdot)$  permettent d'établir un contre-exemple<sup>70</sup> et de remettre en cause la pertinence de l'aversion au risque d'A-P dans une situation multirisque pour ce modèle de choix de portefeuille :

$$u'(2,5)=1, u'(1,75)=3, u'(1,5)=4, u'(0,75)=7,$$

$$G'(u(2,5))=1, G'(u(1,75))=2, G'(u(1,5))=10, G'(u(0,75))=10.$$

En normalisant la richesse à 1, la condition de premier ordre est vérifiée avec  $\alpha^* = 1/4$  :

$$1/4\{2u'(2+\alpha^*2)+2u'(1+\alpha^*2)-u'(2-\alpha^*)-u'(1-\alpha^*)\}=0$$

---

<sup>69</sup>La fonction d'utilité du second agent plus aversif au risque peut être représentée par une transformation strictement croissante et concave de la fonction d'utilité du premier individu (Pratt, 1964).

<sup>70</sup>Ces valeurs respectent les conditions de croissance et de concavité des fonctions  $u(\cdot)$  et  $G(\cdot)$ .

par contre la condition de second ordre n'est pas satisfaite, on obtient en effet le résultat suivant :

$$E[G'(u(1+x+1/4 z)).u'(1+x+1/4 z).z] = 3/2 > 0.$$

On a donc :  $\alpha^{**} > \alpha^*$  , ce qui contredit la condition de second ordre. On constate dans cet exemple que l'individu ayant la plus forte aversion au risque est celui qui choisit la plus grande exposition au risque. Ce résultat paradoxal illustre donc les limites du concept d'aversion au risque d'A-P dans un problème de choix de portefeuille à risques multiples, un des risques étant de nature irréductible. La prise en compte de la nature spécifique des risques dans de nouveaux instruments théoriques permet d'analyser cette catégorie de problème.

Dans l'ensemble des analyses de choix de portefeuille, le concept d'aversion au risque d'A-P est indifféremment utilisé quelque soit la nature du risque à prendre en compte. Comme nous venons de le constater, on peut cependant s'interroger sur sa capacité à prendre en compte certains risques de nature particulière. Plus précisément, l'aversion au risque d'A-P est adaptée aux loteries de nature exogène, c'est-à-dire dans les situations où le décideur ne peut moduler son exposition au risque. Dans un tel contexte, on s'interroge sur le prix que le décideur est prêt à payer pour se débarrasser du risque. Ceci se traduit par la fixation d'une prime de risque qui dépend du niveau d'aversion au risque du décideur.

Dans notre problème d'allocation de richesse à un actif risqué en présence d'une incertitude irréductible cette approche en terme d'aversion au risque d'A-P paraît doublement limitée. D'une part, en présence d'une incertitude irréductible portant sur le revenu, la fixation d'une prime de risque perd d'une grande partie de sa pertinence. S'interroger sur le prix qu'un individu est prêt à payer pour se débarrasser d'un risque qu'on ne peut par nature éviter a peu de signification et conduit à des résultats paradoxaux comme nous venons de le constater analytiquement. D'autre part, en choisissant la proportion de sa richesse à allouer à un actif risqué, un individu choisit son exposition au risque. D'exogène, le risque devient endogène, au

sens où le décideur a la capacité d'affecter son exposition au risque.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que Briys et *al.* (1989) ont montré les limites de la prime de risque d'A-P quand le risque est de nature endogène. En comparant le comportement de la prime de risque en certitude et en incertitude, Briys et *al.* (1989) établissent une sous-optimalité de la situation certaine. La prime de risque au sens d'A-P s'établit au même niveau en certitude et en incertitude; la variable de contrôle déterminant le montant alloué à l'actif risqué est constante que l'on considère le risque ou son espérance. Une nouvelle définition de la prime de risque permet à Briys et *al.* (1989) d'obtenir des résultats satisfaisants. Cette prime de nature endogène permet de tenir compte de l'ajustement de sa variable de décision effectué par le décideur en cas de changement de sa situation. Cette prime de risque permet notamment de mesurer la recherche du niveau de stabilité voulu par l'individu.

Deux approches ont été proposées pour prendre en compte ces risques de nature particulière : l'aversion forte au risque de Ross (1981), et le concept de prudence de Kimball (1990) étendu aux problèmes de choix en situation de risques multiples (Kimball, 1993). Nous verrons cependant que certains développements théoriques récents établissent un lien entre ces deux approches.

## 2 Choix de portefeuille, incertitude irréductible et risques multiples : modèles alternatifs

D'une manière générale, l'analyse des décisions individuelles en situation de risques multiples se réfèrent aux travaux de deux auteurs. D'une part, Kimball (1990, 1993) dont le concept de prudence a connu certaines extensions, notamment l'aversion standard au risque, qui permettent une telle analyse. D'autre part, l'aversion forte au risque au sens de Ross (1981) constitue une des premières et des plus complètes études de la décision en situation de risques multiples. Nous détaillerons cette dernière approche dans le paragraphe suivant. Nous emploierons certains résultats de la théorie de Ross et de ses développements ultérieurs pour analyser les effets d'une variation de l'incertitude irréductible sur la décision d'investissement

dans un actif risqué.

Kimball (1993) a établi une condition nécessaire et suffisante sur les fonctions d'utilité pour qu'un individu faisant face à un risque ne soit pas favorable à un autre risque indépendant. Un individu manifeste un tel comportement si sa fonction d'utilité est caractérisée par une aversion *standard* au risque. La condition nécessaire et suffisante pour une aversion *standard* au risque est la combinaison d'une aversion absolue au risque décroissante et d'une prudence absolue décroissante. Nous avons vu dans le chapitre précédent que ces conditions sont réalistes d'un point de vue descriptif et que l'agriculteur sahélien est susceptible de manifester un tel comportement. Nous utiliserons cette propriété de la fonction d'utilité de l'agriculteur sahélien dans le chapitre suivant pour analyser le rôle de l'incertitude irréductible sur un modèle classique de choix de portefeuille.

Par ailleurs, il faut souligner l'établissement du concept de vulnérabilité au risque de Gollier et Pratt (1996) qui propose une unification théorique de certains concepts d'analyse des situations de risques multiples. La vulnérabilité au risque au sens de Gollier et Pratt (1996) inclut l'aversion *standard* au risque et l'aversion au risque *proper* de Pratt et Zeckhauser (1987) comme cas particuliers.

## SECTION 2 AVERSION FORTE AU RISQUE DE ROSS (1981)

### 1 Modèle de base

Etant donné la faiblesse de l'aversion au risque d'A-P dans les situations multirisques, un certain nombre d'auteurs ont établi certaines restrictions soit sur les fonctions d'utilité, soit sur les propriétés des risques analysés.

Kihlstrom et *al.* (1981) proposent certaines conditions qui permettent l'extension de

l'aversion au risque d'A-P dans un contexte multirisque. Ces conditions sont les suivantes : les deux risques considérés doivent être statistiquement indépendants<sup>71</sup> et la fonction d'utilité individuelle doit être caractérisée par une aversion au risque non croissante en richesse. Cette dernière hypothèse ayant trouvé des justifications tant théoriques qu'empiriques.

L'analyse de Ross (1981) s'applique à une classe moins restreinte de variables aléatoires. Les relations existant entre les deux risques sont la non corrélation<sup>72</sup> qui est une condition moins forte que l'indépendance statistique et s'applique donc à un plus grand ensemble de variables. Dans son analyse des choix en situation de risques multiples la restriction que Ross impose porte sur les propriétés de la fonction d'utilité individuelle. Ross définit un nouveau concept d'aversion au risque, celui de *stronger risk aversion*<sup>73</sup>. Celui-ci est établi parallèlement à celui de Pratt; ainsi Ross caractérise l'aversion au risque en terme de rapport des dérivées des fonctions d'utilité, d'accroissement de la concavité de la fonction d'utilité et de comparaison de prime de risque.

Cette définition plus forte de l'aversion au risque est établie d'après le théorème suivant (Ross (1981), p.628) :

les trois conditions suivantes sont équivalentes (nous reprenons la notation du paragraphe précédent) :

(i) il existe une constante  $k$  telle que  $(\forall W_1, W_2)$  :

$$\frac{v''(W_1)}{u''(W_1)} \geq k \geq \frac{v'(W_2)}{u'(W_2)} ;$$

(ii) il existe une constante  $k > 0$  et une fonction  $G$  telles que :

---

<sup>71</sup>Si par exemple il existe une corrélation négative entre les deux risques, la détention d'un actif risqué peut en fait réduire le risque. Dans une telle situation, les individus les plus aversifs au risque investiraient plus dans l'actif risqué.

<sup>72</sup>Le risque d'actif  $x$  n'est pas corrélé au risque revenu  $y$  quand on a :  $E(xy) = 0$ .

<sup>73</sup>Nous la nommerons aversion au risque au sens de Ross.

$v(W) = ku(W) + G(W)$  , avec  $G' \leq 0$  et  $G'' \leq 0$  ;

(iii)  $\forall \tilde{W}$  et  $\tilde{z}$  tels que :  $E[\tilde{z}|\tilde{W}] = E[\tilde{z}]$  ,

$$E[v(\tilde{W} + \tilde{z})] = E[v(\tilde{w} + E[\tilde{z}] - \pi_v)] ,$$

et

$$E[u(\tilde{W} + \tilde{z})] = E[u(\tilde{w} + E[\tilde{z}] - \pi_u)] ,$$

impliquent que

$$\pi_v(\tilde{W};\tilde{z}) \geq \pi_u(\tilde{W};\tilde{z}) .$$

Ce théorème permet d'établir une comparaison pertinente entre les décisions d'individus dont l'attitude par rapport au risque est différente et qui doivent faire face à une double source de risque, un des risques affectant le revenu de manière irréductible.

Cette équivalence établie par Ross nous permet de résoudre le problème de la définition de la prime de risque en situation de risques multiples que nous avons posé dans la section précédente dans le cadre de notre problème de choix de portefeuille.

Nous reprenons le problème issu de l'équation (4-4). On suppose maintenant que l'individu caractérisé par la fonction d'utilité  $v(\cdot)$  est plus aversif au risque au sens de Ross que l'individu caractérisé par la fonction d'utilité  $u(\cdot)$ . D'après le théorème de Ross, il existe un scalaire  $k > 0$ , et une fonction  $G$  décroissante et concave, tel que :  $v(\cdot) = ku(\cdot) + G(\cdot)$  .

L'évaluation de la condition de second ordre - qui doit être négative pour être vérifiée - de la fonction  $v(\cdot)$  en  $\alpha = \alpha^*$  est la suivante :

$$\frac{\delta E[v(\cdot)]}{\delta \alpha} \Big|_{\alpha^*} = E[v'(W(1+x+\alpha^*z)).zW] < 0 \quad (4-7a)$$

que l'on peut réécrire d'après les propositions (i) et (ii) du théorème de Ross<sup>74</sup> :

$$E[v'(W(1+x+\alpha^*z)).z] = E[k.u'(W(1+x+\alpha^*z)).z + G'(W(1+x+\alpha^*z)).z] \quad (4-7b)$$

l'application de la condition d'optimalité (4-5a) nous permet d'écrire :

$$E[v'(W(1+x+\alpha^*z)).z] = E[G'(W(1+x+\alpha^*z)).z] \quad (4-8)$$

la loi des espérances itératives nous permet d'établir l'égalité suivante :

$$E[G'(W(1+x+\alpha^*z)).z] = E[E[G'(W(1+x+\alpha^*z)).z|x]] \quad (4-9)$$

d'après la définition de la covariance<sup>75</sup>, on obtient l'inégalité suivante :

$$E[Cov(G'(W(1+x+\alpha^*z)).z|x) + E[G'(W(1+x+\alpha^*z))|x].E[z|x]]$$

$$< E[Cov(G'(W(1+x+\alpha^*z)).z|x)] \quad (4-10)$$

avec par hypothèse  $E[z|x] > 0$  et  $(G'(\cdot) < 0)$ .

La covariance conditionnelle<sup>76</sup>  $Cov(G'(\cdot), z|x)$  est négative. En effet,  $G$  étant concave, quand  $z$  s'accroît,  $G'(\cdot)$  décroît pour toute réalisation de  $x$ .

---

<sup>74</sup>On réduit  $zW$  à  $z$  en appliquant l'hypothèse d'une richesse  $W$  normalisée à 1 de manière analogue à l'application numérique issue de l'équation (4-6b).

<sup>75</sup>Une définition de la covariance est :  $cov(X, Y) = E(XY) - E(X)E(Y)$ .

<sup>76</sup>La covariance conditionnelle de  $X$  et  $Y$ , étant donné  $Z$ , est définie par :  $Cov(X, Y/Z) = E[(X - E[X/Z])(Y - E[Y/Z]) / Z]$ .

On a donc :

$$E[\text{Cov}(G'(W(1 + x + \alpha^*z)), z|x)] \leq 0 \quad (4-11).$$

On obtient le résultat attendu :  $\alpha^{**} < \alpha^*$  , l'individu le plus aversif au risque choisira une moindre exposition au risque. Cette démonstration établie par Viala et Briys (1995) nous a permis de montrer que l'aversion au risque sens de Ross permet l'analyse des problèmes de choix de portefeuille en situation de risques multiples. Cette notion particulière d'aversion au risque permet d'obtenir des résultats cohérents quand on analyse les décisions individuelles en situation de risques multiples et d'incertitude irréductible.

## 2 Impact d'une modification du niveau de richesse

L'aversion au risque au sens de Ross connaît certains développements qui permettent de l'appliquer à des situations courantes dans les problèmes de choix de portefeuille. Ainsi, Ross (1981) a établi des propriétés de son aversion forte au risque sous forme de théorème qui permettent d'analyser l'impact d'une modification du niveau de richesse sur les choix de portefeuille en situation de risques multiples. Nous privilégierons ici le concept d'aversion absolue au risque, nous considérons en effet l'investissement comme un aléa additif par rapport au revenu global risqué.

La relation entre variation du niveau de richesse et attitude par rapport au risque nécessite d'examiner le comportement du coefficient d'aversion au risque par rapport au niveau de richesse. La condition générale pour qu'une fonction d'utilité neumanienne soit caractérisée par une aversion absolue au risque décroissante (croissante) en richesse au sens de Ross est la suivante :

la fonction d'utilité  $u(.)$  est caractérisée par une aversion absolue au risque décroissante (croissante) si et seulement si :

$\forall x, y > 0$ ,  $u(x)$  est plus (moins) aversif au risque au sens de Ross que  $u(x + y)$  .

Les propriétés locales des fonctions d'utilité sont obtenues d'après le théorème 4 (p.634) de Ross (1981) qui établit l'équivalence des trois conditions suivantes :

(i) la fonction  $u$  est caractérisée par une aversion absolue au risque décroissante;

$$(ii) \exists a, \forall x, \text{ tels que } \frac{u'''(x)}{u''(x)} \leq a \leq \frac{u''(x)}{u'(x)} ;$$

$$(iii) \exists a, \forall x, y > 0, \text{ tels que } \frac{u''(x + y)}{u''(x)} \leq e^{ay} \leq \frac{u'(x + y)}{u'(x)} .$$

Cette caractérisation générale et locale des fonctions d'utilité en fonction des propriétés de l'aversion par rapport au risque permet d'analyser l'impact d'une modification du niveau de richesse sur le choix d'actif risqué en présence d'une incertitude irréductible sur le revenu. Nous reprenons notre modèle de choix de portefeuille précédent pour une application du concept d'aversion absolue au risque décroissante au sens de Ross.

On considère un individu devant répartir de manière optimale une richesse  $W$  entre deux actifs au rendement aléatoire  $x$  et  $y$ . La richesse finale aléatoire est définie par l'égalité suivante (équation (4-4)) :

$$\tilde{W}_f = W[(1 - \alpha)(1 + \tilde{x}) + \alpha(1 + \tilde{y})] = W(1 + \tilde{x} + \alpha\tilde{z}) \quad (4-12),$$

la condition d'optimalité de premier ordre est la suivante :

$$E[u'(W(1 + x + \alpha^*z)).zW] = 0 \quad (4-13a).$$

On fait l'hypothèse d'une augmentation de nature exogène du niveau de richesse individuel.

Cette augmentation, d'un montant  $\Delta W > 0$  , se réalise sur le niveau de richesse individuel ex-

post  $\tilde{W}$  . Si  $u$  est caractérisée par une aversion absolue au risque décroissante, il existe

alors  $k > 0$  et  $G$  avec  $G' < 0$  , et  $G'' < 0$  tel que :

$$u(\tilde{W}) = ku(\tilde{W} + \Delta W) + G(\tilde{W}) .$$

On peut donc réécrire la fonction de premier ordre de la manière suivante :

$$\begin{aligned} E[u'(W(1 + x + \alpha^*z)).zW] &= 0 \\ &= kE[u'(W(1 + x + \alpha^*z) + \Delta W).zW] + E[G'(W(1 + x + \alpha^*z)).zW] \quad (4-13b) \end{aligned}$$

On sait que :  $E[\tilde{z}|x] > 0$  et que  $G'$  est négatif et décroissant, le second

terme  $E[G'(W(1 + x + \alpha^*z)).zW]$  est donc négatif et on peut écrire :

$$E[u'(W(1 + x + \alpha^*z) + \Delta W)\tilde{z}W] > 0 \quad (4-14)$$

la comparaison de cette expression avec la condition de premier ordre en (4-13a) nous permet de constater un maximum supérieur en présence d'une augmentation du niveau de richesse plutôt que sans. Ce que l'on peut écrire sous la forme suivante :

$$\alpha(\Delta W) > \alpha(0) .$$

On peut donc affirmer que pour un individu présentant une aversion absolue au risque décroissante au sens de Ross, la demande d'actif à rendement élevé et à niveau de risque supérieur - étant donné l'existence d'une seconde source de risque indépendante - est croissante avec l'augmentation du niveau de richesse.

### 3 Impact d'un accroissement du risque inassurable

Dans une situation de risques multiples, la variation de l'incertitude irréductible peut avoir des conséquences importantes sur les décisions individuelles. On peut intuitivement penser par exemple qu'une aggravation du risque inassurable amènera l'individu aversif au risque à réduire son exposition au risque endogène d'actif en réduisant la richesse qui y est allouée. L'aversion au risque au sens de Ross permet sous certaines conditions d'analyser ce problème. L'emploi du concept d'aversion au risque au sens de Ross se justifie d'après la catégorie de variation du risque considérée. En effet, c'est lorsque la variation de l'incertitude irréductible prend la forme d'une dominance stochastique d'une distribution de probabilités sur une autre et permet ainsi de différencier ces distributions suivant leur niveau de risque, que le recours aux développements de la théorie de Ross est justifié. Nous verrons ultérieurement que c'est cette catégorie de problème qui se pose dans notre étude<sup>77</sup>.

Eeckhoudt et *al.* (1996) ont développé les résultats établis à partir du concept d'aversion au risque au sens de Ross en les appliquant au problème de la prise de risque en situation de variation de l'incertitude irréductible. Nous ferons ici un exposé rapide de ces résultats dont nous détaillerons certains aspects dans le chapitre suivant. Eeckhoudt et *al.* (1996) appliquent leur analyse à deux catégories de variation du risque : les dominances stochastiques d'ordre premier (DSOP) et d'ordre second (DSOS)<sup>78</sup>.

L'énoncé du problème est le suivant (Eeckhoudt et *al.* (1996), p.684) : on considère un individu caractérisé par une fonction d'utilité de type von Neumann-Morgenstern  $u(w)$ , avec

---

<sup>77</sup>Il est cependant important de souligner que l'analyse des conséquences d'une variation de l'incertitude irréductible sur les décisions de choix d'actif - ce dernier risque étant endogène et indépendant du premier - peut se référer à d'autres analyses que celle de Ross. Ainsi, lorsque le changement dans le risque inassurable prend la forme de l'addition d'un risque indépendant de moyenne nulle, la notion de vulnérabilité au risque de Gollier et Pratt (1996) s'applique, et permet d'obtenir des résultats d'une portée plus générale car nécessitant des conditions sur les préférences moins restrictives.

<sup>78</sup>Ces critères d'accroissement du risque renvoient à des modifications dans la distribution d'une variable aléatoire. La distinction entre ces critères est relative aux conditions imposées sur les fonctions d'utilité des individus considérés. La notion d'accroissement du risque au sens de la DSOP se base sur des fonctions croissantes, tandis que l'accroissement du risque au sens de la DSOS s'établit à partir de fonctions croissantes et concaves (aversion au risque). Une troisième notion d'accroissement du risque qui ne s'appuie que sur l'aversion au risque des individus a été développée par Rothschild et Stiglitz (1970).

une aversion absolue au risque  $r(w) = -u''(w)/u'(w)$ . L'agent prend une décision concernant un risque endogène, un choix d'actif par exemple, préalablement à la réalisation d'une variable aléatoire indépendante  $\tilde{y}_1$ . Cette variable représentant un risque exogène et inassurable dont la fonction de distribution cumulative est  $F_1(y)$ . On s'interroge sur l'impact d'un changement de la distribution de l'incertitude irréductible - de  $\tilde{y}_1$  à  $\tilde{y}_2$  - sur l'aversion au risque. Ce changement de distribution amène-t-il un passage de  $r_1(w)$  à  $r_2(w)$ , avec  $r_2(w) \geq r_1(w)$  ?

Les auteurs, grâce à l'utilisation de la notion d'aversion au risque au sens de Ross, établissent le théorème suivant :

soit  $n = 1$  ou  $2$ ;  $\tilde{y}_1$  domine stochastiquement au  $n^{\text{ième}}$  degré  $\tilde{y}_2$  implique  $r_2(w) \geq r_1(w)$  si et seulement si il existe un scalaire  $\lambda_k$  tel que :

$$\frac{-u^{(k)}(w+y)}{u^{(k-1)}(w+y)} \geq \lambda_k \geq r(w+y'), \quad \forall y, y' \in [a, b] \text{ et pour } k = 3, n+2.$$

Le détail de l'analyse suivant le degré de dominance stochastique permet d'introduire certaines notions caractérisant la fonction d'utilité individuelle : la prudence et la tempérance.

Une aggravation de l'incertitude irréductible au sens de la DSOP augmente l'aversion locale au risque en  $w$  ( $r_2(w) \geq r_1(w)$ ) si et seulement si  $u$  est caractérisée par une aversion absolue au risque décroissante au sens de Ross à ce niveau de richesse. La dominance

stochastique au premier ordre de  $\tilde{y}_1$  sur  $\tilde{y}_2$  peut être définie de la manière suivante

:  $\tilde{y}_2 \stackrel{d}{=} \tilde{y}_1 + \tilde{\epsilon}$ , avec  $prob[\tilde{\epsilon} \leq 0 | \tilde{y}_1 = y] = 1$  pour tout  $y$ , et où " $\stackrel{d}{=}$ " signifie égal en

distribution. Il existe donc un scalaire  $\lambda$  tel que :

$$p(w+y) \geq \lambda \geq r(w+y'), \quad \forall y, y' \in [a,b].$$

$p(\cdot)$  étant la mesure de prudence absolue pour  $u(\cdot)$  Kimball (1990).

Une aggravation de l'incertitude irréductible au sens de la DSOS augmente l'aversion locale au risque en  $w$  ( $r_2(w) \geq r_1(w)$ ) si et seulement si  $u$  est caractérisée par une aversion

absolue au risque décroissante au sens de Ross à ce niveau de richesse. C'est-à-dire qu'il existe un scalaire  $\lambda$  tel que :

$$t(w+y) \geq \lambda \geq r(w+y'), \quad \forall y, y' \in [a,b].$$

L'analyse de l'impact d'une variation de l'incertitude irréductible sur le choix d'actif fait intervenir la notion d'aversion absolue décroissante au sens de Ross. En qualifiant précisément cette variation du risque inassurable, Eeckhoudt et *al.* (1996) en donne une interprétation en terme de prudence et de tempérance. Cela nous permettra de rapprocher l'analyse des choix en présence de risques multiples du comportement prudent de l'agriculteur sahélien que nous avons analysé dans le chapitre précédent.

## CONCLUSION

L'analyse des décisions économiques en présence de risques multiples nécessite de dépasser certaines limites des concepts couramment utilisés en micro-économie du risque. Dans une situation de risque unique, la notion d'aversion au risque de Pratt (1964) convient à l'analyse des choix individuels. Cependant, certains auteurs (Ross, 1981; Kihlstrom et *al.*, 1981) ont montré l'inadaptation de ce concept dans un contexte de non-séparabilité des décisions de choix de portefeuille et des décisions domestiques. Nous avons constaté que cette non-séparabilité intervient notamment quand le revenu est soumis à un risque non assurable (Drèze et Modigliani, 1972). Quand le revenu est soumis à une incertitude irréductible, l'aversion au risque de Pratt n'est pas suffisamment forte pour déterminer clairement les choix d'actif d'un décideur, et peut conduire à des résultats fortement contre-intuitifs.

Dans ce chapitre nous avons pris un modèle simple de choix de portefeuille. Ce type de modèle correspondant à celui du choix d'investissement auquel fait face l'agriculteur sahélien. L'ajout d'une seconde source de risque et la prise en considération du caractère irréductible d'un des deux risques ne permet pas d'obtenir de résultats satisfaisants quand on utilise l'aversion au risque d'Arrow-Pratt. On montre en effet dans une comparaison inter-individuelle que l'individu le plus aversif au risque choisit la plus grande exposition au risque. L'apport de l'aversion au risque au sens de Ross est déterminante dans un tel contexte. Elle permet d'obtenir des résultats cohérents avec les hypothèses d'attitude par rapport au risque. Eeckhoudt et *al.* (1996) ont analysé dans ce cadre l'impact d'un accroissement de l'incertitude irréductible sur la prise d'un risque indépendant. A partir d'une fonction d'utilité caractérisée par une aversion au risque au sens de Ross décroissante en richesse, on peut déterminer la variation de l'aversion au risque - pour un risque indépendant - quand l'incertitude irréductible augmente au sens de la dominance stochastique d'ordre premier et second. Le résultat s'interprète notamment en terme de prudence dans le cas de la DSOP.

Ces résultats nous permettront dans la troisième partie d'analyser la décision d'investissement de l'agriculteur sahélien dans la situation d'un revenu marqué par une incertitude irréductible ainsi que les conséquences de la contraction d'un crédit sur cette décision.

## CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE

Les stratégies économiques des agriculteurs sahéliens ne sont pas uniformes. Elles sont à la fois marquées par un motif de sécurité important et par une recherche de maximisation du revenu dans certains cas. Nous avons constaté que la notion de prudence constitue un bon instrument analytique de ce type de stratégie plurielle. En manifestant un comportement prudent, l'agriculteur sahélien ne reste pas passif face au risque inassurable affectant son revenu, il modifie certaines décisions économiques afin de limiter l'ampleur et les conséquences du risque affectant son revenu. La dimension intertemporelle du concept de prudence permet d'analyser des décisions prises à un moment donné et dont les conséquences ne sont connues que lors de la période suivante. Les décisions d'investissement et de crédit s'inscrivent dans ce contexte.

Par ailleurs, la notion de prudence permet d'analyser les choix en présence de risques multiples. Ce cadre multirisque est celui dans lequel se situe l'agriculteur sahélien quand il doit investir. Parallèlement, la notion d'aversion forte au risque de Ross propose une caractérisation assez complète des choix en situation de risques multiples. Un des apports majeurs de Ross (1981) est de prendre en compte la nature irréductible d'un des risques analysés. Cette particularité a des conséquences importantes sur les décisions économiques. L'incertitude irréductible est par ailleurs un élément important de notre analyse. Nous avons en effet constaté l'importance du risque inassurable du revenu dans les décisions de l'agriculteur sahélien. Nous verrons dans la troisième partie que le crédit a un impact sur le revenu et sur le risque s'y rattachant, il est donc important de déterminer les instruments théoriques permettant d'analyser une telle situation. Ces deux notions, la prudence et l'aversion au risque au sens de Ross, trouvent des points de convergence dans certaines situations, notamment quand on considère l'impact d'une variation de l'incertitude irréductible sur les choix.

A partir des éléments constatés empiriquement dans la première partie - l'importance de la sécurité, l'incertitude irréductible et les risques multiples - nous avons déterminé et analysé dans cette deuxième partie les instruments théoriques permettant de les prendre en compte dans

notre étude de la relation entre le crédit et l'investissement. A partir de ces instruments théoriques - la prudence et l'aversion au risque au sens de Ross - et des hypothèses s'y référant - une aversion absolue au risque au sens d'Arrow-Pratt et une prudence absolue décroissante avec le niveau de richesse - nous pouvons dans une troisième partie analyser le rôle du crédit dans la décision d'investissement agricole en milieu rural sahélien. Les développements de cette deuxième partie nous permettent en effet d'analyser, d'une part, la décision d'investissement de l'agriculteur sahélien, et d'autre part, le rôle du crédit dans cette décision, notamment par l'influence du crédit sur l'attitude individuelle par rapport au risque d'un agent dont le revenu est soumis à une incertitude irréductible.

**TROISIEME PARTIE**  
**CREDIT, RISQUES ET DECISION D'INVESTISSEMENT AGRICOLE**

## INTRODUCTION DE LA TROISIEME PARTIE

Le rôle du crédit dans la décision d'investissement est rarement analysé de façon complète. Il est soit considéré comme un facteur de production supplémentaire ou comme un appoint au revenu, permettant de rendre celui-ci plus stable dans le temps et donc de prendre plus de risque. Nous nous proposons dans cette troisième partie de considérer le crédit à la fois dans son rôle de liquidité supplémentaire pour l'investissement et dans son influence sur le revenu de l'agent décisionnaire. Nous avons vu que - au-delà d'éléments strictement productifs - le revenu est un élément déterminant de l'investissement en milieu rural sahélien. Ceci est dû à la non-séparabilité des décisions économiques domestiques et productives. Il est donc indispensable d'analyser l'impact du crédit sur le revenu de l'agriculteur sahélien pour en déterminer le caractère incitatif dans la décision d'investissement.

Le crédit est composé de deux éléments : un apport de liquidités et une dette à rembourser. Nous les prendrons en compte conjointement dans notre analyse. Ces deux éléments ont en effet un impact sur le revenu. Par rapport au revenu, le crédit peut s'interpréter comme une augmentation présente et une réduction dans le futur. Ceci revêt un caractère particulier dans un contexte de revenu incertain dans le futur. Un individu dont le revenu futur est par nature incertain est susceptible d'être réticent face à une dette dans le futur. La relation entre crédit et revenu dans le contexte de l'agriculture sahélienne n'est pas évident, il mérite un examen détaillé.

A l'aide des stratégies productives observées empiriquement dans la première partie et des instruments théoriques nécessaire à l'analyse de la décision d'investissement établis dans la deuxième partie, nous analyserons dans cette troisième partie l'impact du crédit sur l'investissement agricole en milieu rural sahélien selon les stratégies productives développées par les agriculteurs sahéliens.

Dans le cinquième chapitre nous détaillerons les deux effets du crédit sur le revenu : les effets richesse et endettement. Nous emploierons pour ce faire les notions d'aversion au risque

au sens de Ross et de prudence. Dans le sixième chapitre, nous appliquerons nos résultats théoriques au milieu rural sahélien et examinerons les conséquences de la disponibilité du crédit sur la pratique d'investissement.

## CHAPITRE V CREDIT ET ATTITUDE INDIVIDUELLE PAR RAPPORT AU RISQUE

### INTRODUCTION

Nous déterminons dans ce chapitre les différentes caractéristiques de l'impact du crédit sur la décision d'investissement. A l'aide des instruments théoriques analysés dans la précédente partie et qui nous ont permis d'établir les différents éléments sous-jacents à la décision d'investir - le motif de sécurité, les risques multiples et l'incertitude irréductible sur le revenu - nous introduisons le crédit dans notre modélisation de la décision d'investir. Nous nous situons donc clairement dans la problématique du rôle incitatif du crédit dans la décision d'investissement; les critères de la décision d'investir étant établis, on s'interroge sur la modification ou non de cette décision par l'existence d'un crédit disponible. Les critères incitatifs ne dépendent que de l'agent décisionnaire, nous sommes donc dans une approche de la demande de crédit.

Il est tout d'abord nécessaire de rappeler la distinction faite en introduction entre les deux types d'analyse concernant le rôle du crédit dans la problématique du changement technique en milieu rural et plus généralement du développement agricole. Deux approches sont ainsi possibles :

\* une approche productive du crédit, considérant celui-ci comme un élément de la fonction de production agricole. La principale limite de cette approche est l'ignorance de la non séparabilité des décisions domestiques et productives de la part de l'agriculteur décisionnaire. L'affectation de la décision d'investissement par des éléments relevant de l'exposition du revenu au risque n'est pas prise en compte dans cette approche productive du crédit;

\* une approche assurantielle du crédit, prenant en compte les variables domestiques de l'agriculteur et s'inscrivant dans une perspective de type revenu permanent. La disponibilité de crédit et plus généralement de services financiers réguliers permettent ici de stabiliser intertemporellement la consommation, cette moindre variabilité de la consommation permet une plus grande prise de risque et donc d'envisager des changements techniques agricoles. L'absence de prise en compte du caractère spécifique du risque d'investissement, notamment sa dimension subjective rend incomplète cette approche assurantielle du crédit pour l'analyse de la relation entre le crédit et l'investissement en milieu rural sahélien.

Ces deux approches mettent en avant principalement deux effets positifs du crédit sur l'investissement : un effet richesse et un effet assurantiel. Nous ne considérerons que le premier effet du crédit, celui lié à l'apport de liquidités supplémentaires. Nous ne prendrons pas en compte l'effet assurantiel du crédit qui s'intègre dans une problématique différente de la nôtre. En effet, cette approche s'intègre plus dans la problématique de l'intermédiation financière et des institutions qui la composent que spécifiquement du crédit. L'existence et la pérennité des intermédiaires financiers permettant aux agents soumis à un risque revenu important de réduire leur exposition au risque en obtenant un revenu plus stable. Nous ajoutons un troisième effet du crédit sur l'investissement : l'effet d'endettement. Par nature, le crédit est associé à une dette dans le futur. Dans un contexte d'incertitude importante sur le revenu futur, cette dette à rembourser à partir d'un montant de revenu incertain réalisé dans le futur est susceptible d'avoir un rôle dans la décision d'investissement. Nous verrons lequel dans ce chapitre.

Pour déterminer l'impact des effets richesse et endettement sur la décision d'investissement, nous établirons nos résultats par l'intermédiaire de l'attitude individuelle par rapport au risque. Une variation de l'attitude par rapport au risque a une influence sur la prise de risque et donc sur la décision d'investissement.

Dans le cadre de cette approche théorique des effets du crédit sur l'investissement agricole, nous détaillons de manière précise certains éléments liés au crédit.

Les caractéristiques de l'offre de crédit ont une importance décisive dans l'usage qui en

est fait. Un crédit de type informel et à caractère communautaire n'aura pas le même usage s'il provient du secteur formel. Les deux secteurs suivent des logiques différentes qui amènent à des usages différents. Ainsi certains crédits de type communautaire n'auront qu'un usage assurantiel, tandis que certains crédits formels sont liés à certains usages productifs.

Nous mettons ici plus particulièrement l'accent sur deux éléments : la provenance non communautaire du crédit et l'existence d'une contrainte de remboursement.

Dans notre analyse du rôle incitatif du crédit sur la décision d'investissement, nous considérons un crédit de provenance extra-communautaire, c'est-à-dire extérieure à la communauté de l'agriculteur considéré. Nous avons constaté dans le premier chapitre que le crédit de type communautaire, c'est-à-dire des prêts entre personnes appartenant à un même groupe familial, ethnique ou villageois, se situe majoritairement dans une logique assurantielle. Le caractère assurantiel de ces crédits provient majoritairement de leur caractère contingent; ou plus précisément, de leur caractère doublement contingent. En effet, l'existence d'un tel crédit est contingent d'événements concernant le revenu et la consommation de l'emprunteur. Par ailleurs son remboursement peut être contingent de la capacité à rembourser. Cette flexibilité dans les remboursements correspond à une logique purement assurantielle, le crédit constituant ici un relais de consommation. On sort donc du cadre de notre analyse qui cherche à intégrer le crédit dans la décision d'investissement agricole.

Nous prendrons donc en compte un crédit issu du secteur formel, et plus vraisemblablement du secteur mutuel et coopératif étant donné leur relatif développement en milieu rural sahélien. Nous faisons l'hypothèse d'une absence d'asymétrie d'information entre le prêteur et l'emprunteur et d'une capacité de la part du prêteur à contraindre au remboursement. Ces hypothèses sont relativement fortes situées en milieu rural sahélien<sup>79</sup>, il nous semble cependant vraisemblable de considérer que certaines structures décentralisées

---

<sup>79</sup>Notamment en raison de l'aspect non prioritaire du remboursement d'un prêt à une structure formelle et extra-communautaire par rapport à des prêts informels où les pressions sociales au remboursement peuvent être fortes (Gentil et Fournier, 1988). (Shipton, 1994 p.42) constate ainsi en milieu rural gambien que "... les agriculteurs ont leurs propres hiérarchies personnelles de créditeurs, et que les prêteurs les plus récents, les plus lointains géographiquement et les moins familiers sont classés en bas de cette hiérarchie."

d'épargne et de crédit se rapprochent de ces caractéristiques. Par ailleurs, le crédit est souscrit à titre individuel et la sanction en cas de défaut de remboursement ne s'applique qu'au souscripteur. Nous excluons donc de notre analyse les crédits solidaires du même type que ceux distribués par la *Grameen Bank*. En effet, les conséquences de ces crédits, reposant sur une solidarité collective, sur le choix des projets quant à leur niveau de risque ne sont pas clairement établies, et nécessitent notamment une analyse approfondie des caractéristiques des sanctions prévues par le dispositif en cas de défaut de paiement (Besley et Coate, 1995).

L'hypothèse de l'existence d'une contrainte de remboursement pour le crédit contracté a une grande importance dans notre analyse de la relation crédit-investissement, plus particulièrement dans le cadre d'un modèle producteur-consommateur. En effet, la liaison contrainte et donc obligatoire entre le crédit et son remboursement nous permet d'associer crédit et dette. L'agent qui contracte un tel crédit se trouve de fait en position d'endetté envers l'intermédiaire financier.

Dans ce chapitre, nous ferons les hypothèses suivantes quant aux préférences de l'agriculteur sahélien, ces hypothèses se justifiant étant donné les conclusions issues de la deuxième partie. Nous supposerons que la fonction d'utilité de l'agriculteur sahélien est caractérisée par une aversion absolue au risque et une prudence absolue décroissante en richesse. Par ailleurs, dans un contexte multirisque, nous supposerons une aversion absolue au risque au sens de Ross décroissante en richesse.

Dans une première section, après avoir exposé les bases de notre modèle de décision d'investissement, nous analyserons l'impact de l'effet richesse du crédit sur l'investissement. Dans une deuxième section, nous justifierons empiriquement et définirons le risque d'endettement lié au crédit en milieu rural sahélien. Nous analyserons l'impact de ce risque sur l'attitude par rapport au risque ce qui nous permettra d'étendre ces conclusions à la décision d'investissement dans le chapitre suivant.

## SECTION I CREDIT ET EFFET RICHESSE

### 1 Modèle de base

Une conséquence directe de la contraction d'un crédit par un agriculteur sahélien est l'augmentation de son niveau de liquidités disponibles. Cette augmentation de la liquidité disponible est ce que nous appelons l'effet richesse du crédit. Il est raisonnable de penser que cet effet richesse aura une influence sur l'attitude par rapport au risque de l'agent. En effet, cet effet richesse peut être assimilé à une augmentation de la richesse disponible sur la période considérée, celle de la contraction et de l'utilisation du crédit. L'attitude par rapport au risque de l'agriculteur sahélien - aversion au risque et prudence - étant en relation avec le niveau de richesse, l'établissement d'une relation entre accroissement de la liquidité disponible et l'attitude individuelle par rapport au risque nous paraît pertinent. Dans ce chapitre, nous considérons isolément la période de contraction du crédit, en faisant abstraction de la période ultérieure de remboursement que nous analyserons de manière indépendante. Cette séparation des deux moments de l'effet global du crédit sur l'attitude par rapport au risque peut sembler artificielle. Elle nous permet cependant d'analyser de manière précise - en les isolant - les effets du crédit sur l'attitude par rapport au risque. Un certain nombre d'éléments sont à prendre en considération : d'une part, l'existence d'une incertitude irréductible portant sur le revenu, et d'autre part, les caractéristiques de l'attitude par rapport au risque de l'agriculteur sahélien en terme de prudence et d'aversion pour le risque. Nous poserons dans ce paragraphe les bases du problème de choix de portefeuille auquel doit faire face l'agriculteur sahélien dans son choix entre les différentes techniques de production, et nous introduirons l'incertitude irréductible qui affecte le revenu de l'agent, élément déterminant des décisions productives en milieu rural sahélien.

A/ Définition des variables

Dans notre analyse de la relation entre effet richesse du crédit et attitude par rapport au risque, l'utilité de l'agriculteur sahélien sera mesurée par un niveau de revenu ou de richesse finale aléatoire  $\tilde{W}_f$ . Cette richesse finale est composée du produit des actifs composant le portefeuille d'activités génératrices de revenu de l'agriculteur sahélien, elle définit la composition du revenu de celui-ci. Nous définirons donc la richesse finale  $\tilde{W}_f$  - mesure de l'utilité cardinale neumannienne de l'agent étudié - comme étant la somme des ressources, dépendantes d'activités agricoles ou non, obtenues par l'agriculteur sahélien durant une année entière.

Nous supposons que l'agriculteur sahélien maximise une fonction d'utilité cardinale neumannienne  $U(\cdot)$  définie sur le niveau de richesse finale aléatoire  $\tilde{W}_f : U(\tilde{W}_f)$ . Etant donné les résultats du troisième chapitre, l'attitude individuelle par rapport au risque possède les caractéristiques d'une aversion absolue au risque décroissante en richesse. On a donc une fonction d'utilité  $U(\tilde{W}_f)$  concave ( $u' > 0$  et  $u'' < 0$ ), avec  $\tilde{W}_f = W_o(1+\alpha) + (1-p)Lx + pLy$

Les ressources provenant des activités non-agricoles ont un rendement certain  $\alpha$  avec  $0 \leq \alpha < 1$ , et dépendent du niveau de richesse initiale  $W_o$  de l'individu; avec  $1+\alpha$  la contribution de la richesse initiale au revenu. Par souci de simplification de l'analyse, nous supposerons que le montant alloué à ces activités est fixe<sup>80</sup>.

La variation de l'attitude par rapport au risque est déterminée par la variation de la

---

<sup>80</sup>Dans le cas contraire, nous devrions faire des hypothèses quand au rapport entre le rendement des activités extra-agricoles et celui des actifs productifs agricoles; ce qui, compte tenu des études existantes, ne s'avère pas possible.

proportion de liquidité allouée à l'actif risqué. La variation de la liquidité allouée à l'actif risqué - l'effet richesse - indiquera donc le sens de cet effet richesse - positif ou négatif - sur l'attitude par rapport au risque, et donc sur l'investissement. On suppose que l'agriculteur sahélien dispose d'un certain niveau de liquidité monétaire  $L$  à affecter à l'activité agricole. Il répartit cette somme monétaire selon une proportion  $(p, 1-p)$  entre un actif sans risque et un actif risqué, ce dernier représentant l'investissement agricole. L'actif sans risque, de rendement  $x$  représente la surface cultivée suivant les méthodes traditionnelles de culture et produisant un rendement certain par unité de surface cultivée. L'actif risqué dans lequel l'agriculteur sahélien peut répartir une partie de sa richesse correspond à la mise en oeuvre d'une nouvelle technique de production. Cette innovation productive fournit un rendement aléatoire  $\tilde{y}$  par unité de surface cultivée.

L'hypothèse de ne considérer le risque que par rapport à la nouvelle technique de production permet de traduire l'absence de savoir-faire de l'agriculteur sahélien vis-à-vis de cette nouvelle technique de production (Eswaran et Kotwal, 1989; Feder, 1980). Cette absence de savoir-faire représente la dimension subjective du risque lié au changement technique dans la production agricole analysée dans le deuxième chapitre.

Concernant les rendements des différentes techniques de production, nous ferons l'hypothèse que l'espérance de rendement de la nouvelle technique de production est supérieure au rendement certain de la technique de production traditionnelle, on a donc :  $E(\tilde{y}) > x$ . Cette hypothèse nous permet de supposer que l'investissement à mettre en oeuvre est "désirable". Comme nous l'avons constaté dans le troisième chapitre, cette hypothèse concernant la relation entre les rendements des différentes techniques nous permet d'affirmer que la proportion de surface cultivée avec la nouvelle technique de production est positive; et donc que  $p^* > 0$  si

et seulement si  $E(\tilde{y}) > x$ . Par ailleurs, on aura  $\frac{dARA(W)}{dW} < 0$ <sup>81</sup> étant donné l'aversion absolue

au risque décroissante en richesse.

Quand le risque porte uniquement sur l'actif risqué, la décision d'investir est uniquement déterminée par des facteurs techniques, liés à un différentiel de rendement productif. Ceci est lié à l'absence de risque inassurable affectant le revenu et donc à la séparabilité des décisions de production et de consommation.

## B/ Impact de l'incertitude irréductible sur les choix

Nous introduisons une seconde source de risque dans notre problème de choix d'actif par l'application d'un "bruit blanc"  $\tilde{\epsilon}$  sur la contribution de la richesse initiale à la richesse finale par l'intermédiaire du revenu extra-agricole. On suppose que  $E(\tilde{\epsilon}) = 0$  et on remplace donc un rendement certain par un rendement espéré de la variable  $\alpha$ ; le bruit blanc introduit donc un élément risqué sans influencer sur le rendement espéré. C'est cette nouvelle source de risque,  $\tilde{\epsilon}$ , qui constitue l'incertitude de nature irréductible qui affecte le revenu du décideur.

La contribution de la richesse initiale à la richesse finale s'écrit donc maintenant :

$$W_o(1 + \alpha + \tilde{\epsilon})$$

La richesse finale se définit de la manière suivante :

$$\tilde{W}_f = W_o(1 + \alpha + \tilde{\epsilon}) + (1-p)Lx + pL\tilde{y} \quad (5-1)$$

---

<sup>81</sup>  $ARA(W)$  signifie le coefficient d'aversion absolue au risque au niveau de richesse  $W$ .

en présence d'une double source de risque, la fonction objectif de l'individu est :

$$\underset{p}{\text{Max}} E[U(\tilde{W}_p)] = \int_{\epsilon} \int_y U[W_o(1+\alpha+\tilde{\epsilon}) + (1-p)Lx + pL\tilde{y}]dG(\epsilon)dG(y)$$

où  $G$  et  $H$  représentent les distributions cumulatives respectivement de  $\epsilon$  et de  $y$  .

Nous avons précédemment analysé l'influence de  $\tilde{y}$  sur  $p^*$  , il nous faut y intégrer le rôle de  $\tilde{\epsilon}$  sur  $p^*$  , et donc analyser le rôle de l'incertitude irréductible sur la décision d'investissement.

Dans notre analyse du choix d'actif en présence d'une double source de risque, nous ferons l'hypothèse de l'indépendance des deux risques. Ceci dans un souci de simplification de l'analyse. Cette hypothèse correspondant par ailleurs aux caractéristiques des variables risquées de notre problème. En effet, d'une part,  $\tilde{y}$  représente le risque subjectif lié à l'investissement, déterminé par l'absence de savoir-faire de l'agriculteur sahélien vis-à-vis de cette nouvelle technique de production; et d'autre part,  $\tilde{\epsilon}$  comprend à la fois le risque revenu de nature générale lié principalement à l'aléa climatique et le risque idiosyncratique dit de "cycle de vie" qui concerne des risques liés à la maladie du décideur ou de membres de son entourage par exemple.

Les deux risques étant indépendants, on analyse l'influence de l'attitude par rapport au risque du décideur sur le choix de la proportion d'actif risqué par l'intermédiaire d'une fonction d'utilité indirecte  $V(.)$  définie de la manière suivante (Kihlstrom et al., 1981):

$$V(W_f) = \int_{\epsilon} U(W_f + w_o \tilde{\epsilon}) dG(\tilde{\epsilon}) \quad (5-2)$$

Le problème de maximisation peut alors se réécrire :

$$\max_L \int_y V[W_o(1+\alpha) + (1-p)Lx + pLy] dH(\tilde{y})$$

L'expression de la richesse finale apparaît ici comme dans l'équation (5-1) sans incertitude irréductible, la fonction  $U$  étant remplacée par la fonction d'utilité dérivée  $V$ . Par l'équation (5-2) l'étude de  $V(\cdot)$  nous permettra d'obtenir un résultat quant au choix d'actif en situation de risques multiples tout en étudiant une fonction d'utilité simplifiée.

L'analyse théorique du comportement productif de l'agriculteur sahélien menée au troisième chapitre nous a conduit à conclure que la fonction d'utilité individuelle de celui-ci possède les propriétés d'aversion absolue au risque décroissante en richesse et de prudence absolue décroissante en richesse. Une telle fonction d'utilité est caractérisée par une *standard risk aversion* (Kimball, 1993), ce qui a la conséquence suivante : la fonction d'utilité dérivée  $V(\cdot)$  est représentative d'une plus grande aversion au risque que la fonction  $U(\cdot)$ .

C'est-à-dire que :

$$-\frac{V''(W_f)}{V'(W_f)} > -\frac{U''(W_f)}{U'(W_f)},$$

en d'autres termes, que  $V(\cdot)$  est une transformation concave de  $U(\cdot)$  (Pratt, 1964)<sup>82</sup>.

---

<sup>82</sup>Nous fournissons la démonstration en annexe 2.

Selon un résultat classique en théorie du risque, l'augmentation de l'aversion absolue au risque provoquée par la seconde source de risque se traduit par une réduction de la demande d'actif risqué. La présence d'une incertitude irréductible affectant le revenu se traduit donc par une réduction de l'allocation de disponibilité monétaire à l'investissement agricole. Il est important de noter que les conséquences d'un risque inassurable sur le revenu sont équivalentes, en terme de pratique d'investissement, à une réduction du niveau de richesse de l'agent étudié.

Nous avons donc posé les bases du problème de l'allocation de liquidité entre un actif risqué et un actif sans risque en situation de risques multiples. L'introduction d'une incertitude irréductible s'assimile à une baisse du niveau de richesse et une augmentation de l'aversion au risque. L'incertitude irréductible affectant le revenu de l'agriculteur sahélien a donc tendance à réduire son allocation de richesse destinée à l'investissement dans une nouvelle technique de production<sup>83</sup>.

## 2 Effet richesse et prise de risque

La contraction d'un crédit de la part d'un agriculteur sahélien peut s'assimiler dans un premier temps à un apport de liquidité. L'agent dispose d'un certain niveau de richesse en début de saison productive, le crédit a pour effet d'accroître cette richesse disponible. Cette augmentation de la liquidité disponible est à l'origine d'un effet richesse. L'effet richesse du crédit sur l'investissement est celui que joue l'apport de liquidités supplémentaires sur la décision d'investir dans une nouvelle technique de production.

A l'aide du modèle précédemment établi, nous nous interrogerons donc sur le signe de

:  $\frac{dp^*}{dL}$  dans un cadre de statique comparative; ceci afin d'isoler l'effet richesse des autres

---

<sup>83</sup>On peut vraisemblablement supposer que l'incertitude irréductible sur le revenu de l'agriculteur sahélien incite celui-ci à allouer une partie de ses liquidités en dehors du secteur agricole, afin de diversifier son revenu par exemple.

effets du crédit sur la prise de risque au niveau productif. Etant donné le fait que l'effet richesse du crédit sur l'investissement se produit en présence d'un revenu certain, nous supprimons temporairement de notre analyse l'incertitude irréductible affectant le revenu de l'agent décideur.

La condition d'optimalité de premier ordre du présent problème est donc la suivante:

$$\frac{dE[u(.)]}{dp} = E[u'(W_o(1+\alpha) + (1-p)Lx + pL\tilde{y}).(L(\tilde{y}-x))] = 0 \quad (5-3)$$

La condition de second ordre est toujours respectée étant donné notre hypothèse d'aversion au risque et donc de stricte concavité de la fonction d'utilité.

En reprenant le cadre d'analyse du problème de choix d'actif de Viala et Briys (1995, pp.96-101), notre étude de l'effet d'une variation du niveau de liquidité disponible  $L$  sur la demande optimale d'actif risqué  $p^*$  repose sur l'examen de la relation implicite existant entre ces variables par le biais de la condition d'optimalité. Par l'application du théorème des fonctions implicites, la différenciation de (5-3) donne :

$$\frac{dp^*}{dL} = -\frac{E[u''(W_o(1+\alpha) + (1-p)Lx + pL\tilde{y}).L(\tilde{y}-x).((1-p)x + p\tilde{y})]}{E[u''(W_o(1+\alpha) + (1-p)Lx + pL\tilde{y}).(L(\tilde{y}-x))^2]} \quad (5-4)$$

Le dénominateur de l'équation (5-4) est la condition de second ordre du problème de choix de portefeuille, il est donc négatif. Le signe de  $\frac{dp^*}{dL}$  est donc le signe du numérateur.

Nous avons précédemment fait l'hypothèse que la fonction d'utilité de l'agriculteur sahélien est caractérisée par une aversion absolue au risque décroissante en richesse. On distingue deux cas suivant la valeur prise par  $\tilde{y}$  :

i) pour toute valeur  $y$  de  $\tilde{y}$  telle que  $y \geq x$  :

$$W_f = W_o(1+x) + p^*(y-x) \geq W_o(1+x) \quad (5-5a)$$

ce qui implique que :

$$-\frac{u''(W_f)}{u'(W_f)} \leq -\frac{u''(W_o(1+x))}{u'(W_o(1+x))} \quad (5-6a)$$

que l'on peut réécrire :

$$u''(W_f) \geq \frac{u''(W_o(1+x))u'(W_f)}{u'(W_o(1+x))}$$

par conséquent :

$$u''(W_f).(y-x) \geq -[ARA(W_o(1+x)).u'(W_f).(y-x)] \quad ;(5-7a)$$

ii) pour toute valeur  $y$  de  $\tilde{y}$  telle que  $y < x$  :

$$W_f = W_o(1+x) + p^*(y-x) < W_o(1+x) \quad (5-5b)$$

ce qui implique que :

$$-\frac{u''(W_f)}{u'(W_f)} \geq -\frac{u''(W_o(1+x))}{u'(W_o(1+x))} \quad (5-6b)$$

que l'on peut réécrire :

$$u''(W_p) < \frac{u''(W_o(1+x))u'(W_p)}{u'(W_o(1+x))}$$

par conséquent :

$$u''(W_p).(y-x) > -[ARA(W_o(1+x)).u'(W_p).(y-x)] \quad (5-7b)$$

les inégalités (5-7a) et (5-7b) impliquent que l'on obtienne pour l'espérance mathématique :

$$E[u''(W_p).(y-x)] > -ARA(W_o(1+x)).E[u'(W_p).(y-x)] \quad (5-8)$$

d'après la condition d'optimalité (5-3), on a :

$$E[u''(W_p).(y-r)] > 0 \quad (5-9)$$

On obtient le résultat suivant :

$$\frac{dp^*}{dL} > 0 .$$

Sous l'hypothèse d'aversion au risque décroissante en richesse, on a donc un effet richesse positif sur la décision d'investissement. Nous avons en effet montré qu'un accroissement du niveau de liquidité disponible augmente la demande optimale d'actif risqué. Le crédit en constituant dans un premier temps un apport de liquidité supplémentaire augmente le revenu disponible. Ceci a un effet positif sur la prise de risque et incite l'agriculteur sahélien à augmenter son niveau d'investissement dans une technique de production risquée.

## SECTION II CREDIT ET RISQUE D'ENDETTEMENT

### 1 Crédit et risque en milieu rural sahélien

Le revenu de l'agriculteur sahélien est soumis à un certain niveau de risque, dépendant de la composition du portefeuille d'activités productives de revenus. Le revenu peut ainsi être soumis à une incertitude de type irréductible, révélant la forte exposition d'un tel revenu aux conséquences de la réalisation de certains risques. L'analyse des conséquences d'une dette sur le risque revenu s'inscrit dans cette perspective. En effet, dans un tel environnement économique, une situation d'endettement revêt un caractère particulier. Le revenu étant soumis à un certain niveau d'incertitude irréductible, la dette - qui est une réduction certaine du revenu dans le futur - n'est pas neutre sur le risque revenu. L'agent endetté doit ainsi non seulement être capable d'obtenir dans le futur un revenu permettant de satisfaire sa consommation mais aussi de rembourser tout ou partie du crédit contracté. C'est donc la dimension inter-temporelle du crédit et l'incertitude irréductible qui pèse sur le revenu futur qui sont à l'origine du risque d'endettement. Ce risque d'endettement est un risque dans le futur, il est estimé par l'agriculteur sahélien au moment où il contracte le crédit. Un risque supplémentaire dans le futur a une grande importance dans les décisions économiques en milieu rural sahélien. Nous avons en effet constaté que l'agriculteur sahélien manifeste un comportement prudent dans ses décisions économiques; comportement dont une des interprétations est la volonté de réduction de la quantité de risque détenue dans le futur par l'ajustement de certaines variables de décision.

Un certain nombre d'études empiriques menées en milieu rural sahélien nous permettent de préciser la dimension spécifique du risque d'endettement dans la perception de l'exposition au risque du revenu de l'agriculteur sahélien. On peut affirmer d'une manière générale que l'exposition plus ou moins importante du revenu au risque dans une situation d'endettement se traduira par l'assimilation du crédit à un risque financier. Ce terme est notamment employé par Yung (1992a) pour nommer le risque lié à l'endettement et au poids que celui-ci fait peser sur

l'objectif de revenu en terme de niveau et de stabilité. Ainsi, Yung établit qu'en milieu rural sahélien, un endettement excessif sera à l'origine d'une insécurité qui est à l'origine du risque financier<sup>84</sup>.

Le risque financier ou risque d'endettement peut donc être défini comme une augmentation du risque revenu due à une situation d'endettement. En situation d'exposition du revenu au risque, le décalage temporel entre la contraction d'un crédit et le revenu réalisé au moment du remboursement du crédit introduit une incertitude supplémentaire sur ce revenu futur. L'origine du risque d'endettement est donc une plus ou moins grande capacité à faire face aux variations de revenu et donc à assumer une dépense supplémentaire sans compromettre son niveau de sécurité alimentaire et économique. Ainsi, si les sources de revenu de l'agent ne lui permettent pas d'en assurer une certaine stabilité intertemporelle, l'endettement accroît cette incertitude portant sur le niveau de revenu.

La relation entre endettement et sécurité économique à l'origine du risque d'endettement peut se constater dans un grand nombre de régions rurales des pays en voie de développement (Dufumier, 1993). Elle revêt un caractère particulier dans la zone sahélienne étant donné la sévérité des conditions de production agricole et la précarité des conditions de vie d'une grande partie de la population. Un certain nombre d'exemples nous permettent d'appréhender empiriquement les principaux aspects du risque d'endettement en milieu rural sahélien, ainsi que ses conséquences sur les décisions productives.

La perception de l'existence d'une relation entre crédit et risque d'endettement amène l'agriculteur sahélien à réviser certaines décisions productives étant donné l'existence de certains risques, qu'ils soient climatiques ou économiques. Ainsi, Yung et Bosc (1992), dans un exemple

---

<sup>84</sup>Le risque financier au sens de Yung est à rapprocher de notre risque d'endettement et à distinguer de la notion comptable de risque financier. En effet, en terme comptable, le risque financier d'une exploitation agricole renvoie à la situation de sa trésorerie (on en trouve un exemple chez Brossier (1989) pour le cas d'exploitations du bassin parisien). Dans une telle optique, on distingue le compte d'exploitation du compte domestique de l'agriculteur et de son entourage. Le risque financier est dans ce cas lié à la liquidité disponible après remboursement de l'emprunt au niveau du compte d'exploitation. Le risque d'endettement a une optique plus large puisqu'au-delà du revenu uniquement agricole, il concerne l'ensemble du revenu de l'agriculteur sahélien, agricole ou non. C'est la non-séparabilité des décisions économiques domestiques et productives qui étend le risque financier à l'ensemble du revenu.

sénégalais, constatent que par souci de limitation du niveau d'endettement, les producteurs refusent d'utiliser l'engrais aux doses préconisées. Cela se traduit par une diminution de la consommation d'engrais en cas de détérioration du rapport de prix entre engrais et production vendue par souci de limitation du taux d'endettement. De même, Dugue (1991) dans la région du Yatenga au Burkina-Faso observe que les agriculteurs manifestent une certaine prudence dans leurs engagements financiers dans un sens de limitation de l'intensification de la production étant donné leur relativement faible niveau de sécurité économique.

Plus généralement Yung (1992a, p.289) constate sur l'ensemble de la zone sahélienne que chez les agriculteurs disposant de ressources d'un niveau faible ou moyen : *"le souci de prudence financière fait obstacle ou limite le développement de stratégies offensives susceptibles de dégager des excédents de production ou d'accroître les gains monétaires, mais aussi de compromettre l'équilibre budgétaire précaire de la famille"*.

On peut conclure cette rapide étude empirique de la relation entre crédit et risque en milieu rural sahélien en signalant une caractéristique du vocabulaire des mandikos en milieu rural gambien. Le terme *juloo* revêt les quatre significations suivantes : petit commerçant, crédit, dette et corde (Shipton, 1994).

Ces observations du comportement économique des agriculteurs sahéliens par rapport à une situation d'endettement potentielle nous permettent empiriquement d'associer crédit - et donc endettement - avec apparition d'un risque spécifique, le risque d'endettement, ou augmentation d'un risque préexistant : le risque revenu. Le risque d'endettement dépend donc de l'importance du risque revenu et des conséquences de la dette à rembourser sur ce risque revenu. Une situation de plus ou moins grande précarité économique, et donc un certain niveau d'incertitude irréductible sur le revenu amène les agriculteurs sahéliens à éviter ou à limiter le recours au crédit dans leur projet d'intensification des méthodes culturales.

Le risque d'endettement s'applique de deux manières. D'une part, en réduisant de façon certaine le revenu futur - étant donné la somme à rembourser - le crédit peut poser problème à un agriculteur déjà proche du niveau de subsistance. La taille du crédit par rapport au revenu

aura donc ici une certaine importance. D'autre part, un niveau élevé d'incertitude portant sur le revenu accroît l'exposition de celui-ci au risque et le rend donc plus vulnérable aux conséquences négatives de certains événements tels que l'occurrence de maladie ou de décès dans l'entourage de l'agriculteur. Ainsi, l'apparition d'événements inattendus ayant un impact négatif sur le niveau de revenu - un risque revenu de nature idiosynchratique par exemple - peut se traduire par une incapacité à rembourser le prêt contracté (Adams et Vogel, 1986).

## 2 L'endettement : une augmentation du risque revenu

Dans ce paragraphe, nous interprétons théoriquement le risque d'endettement comme une augmentation du risque revenu. Nous en examinons l'impact sur l'attitude individuelle par rapport au risque et donc sur la décision d'investissement de l'agriculteur sahélien. Cet effet d'endettement concerne le revenu de la période de remboursement. Ce revenu est, au moment de la contraction du crédit, inconnu et contient un certain niveau de risque. La dette à rembourser lors de la réalisation de ce niveau de revenu aléatoire futur constitue une augmentation du risque revenu.

Nous raisonnerons sur deux périodes. Dans une première période, L'agriculteur sahélien connaît le niveau de réalisation de son revenu et décide de contracter un crédit pour effectuer une dépense. Dans une seconde période, l'agent rembourse l'intégralité de son crédit<sup>85</sup>. La destination précise du crédit a ici un aspect secondaire, l'important étant que ce crédit soit dépensé. De manière à isoler l'effet du crédit sur le revenu de la seconde période, nous ferons l'hypothèse que la dépense effectuée en première période avec le montant du crédit obtenu aura un effet neutre sur le niveau de risque du revenu de seconde période. En d'autres termes, nous faisons l'hypothèse que l'individu n'entreprend pas en première période, avec le crédit obtenu, une activité génératrice d'un revenu supplémentaire ou indépendant du revenu agricole en

---

<sup>85</sup>Par souci de simplification de l'analyse, nous ignorons les coûts du prêt, autant en terme de taux d'intérêt que de frais annexes.

seconde période. La dépense supplémentaire effectuée en première période n'aura donc pas d'effet sur le niveau et sur le risque du revenu de seconde période. Deux exemples peuvent illustrer cette hypothèse : d'une part, l'individu - grâce à son crédit - acquiert un bien de consommation ou tout autre bien non productif, d'autre part, l'agriculteur sahélien effectue un investissement productif agricole et applique une nouvelle technique de production. Il est alors vraisemblable - étant donné le risque subjectif d'investissement lié à l'apprentissage - que cet investissement agricole ne permettra pas d'augmenter le revenu ou d'influer sur son niveau de risque. La mise en oeuvre d'une innovation productive nécessite un certain délai d'appropriation lui permettant d'être rentable. Nous avons constaté dans le deuxième chapitre que ce délai pouvait être long dans le cas de traction animale par exemple. Nous faisons donc l'hypothèse que l'objet de la dépense du crédit n'a pas d'influence sur le risque et le niveau de revenu de la seconde période.

La prise en compte du remboursement du prêt lors de la seconde période se traduit par une réduction du revenu considéré. Cette réduction du revenu est effective quelque soit le niveau de revenu réellement atteint, l'endettement se traduit donc par une réduction certaine du revenu de seconde période, sans toutefois modifier les probabilités des différents résultats possibles que peut prendre le revenu. Le risque d'endettement est donc sous certaines conditions assimilable à une augmentation du risque revenu.

Plusieurs instruments théoriques permettent d'analyser l'accroissement d'un risque. Ils sont liés à une transformation statistique de la distribution d'un risque. On peut ainsi en distinguer trois principales formes. L'accroissement du risque au sens de la dominance stochastique d'ordre premier (DSOP); elle s'applique aux individus dont la fonction d'utilité est croissante. L'accroissement du risque au sens de la dominance stochastique d'ordre second (DSOS); elle s'applique aux individus dont la fonction d'utilité est croissante et concave. L'accroissement du risque au sens de Rothschild et Stiglitz (1971) s'applique à tous les individus manifestant une aversion au risque; tout écartement des résultats préservant la moyenne d'une distribution de probabilités représentant un accroissement du risque pour cette

classe d'individus.

Le risque d'endettement correspond à un accroissement du risque revenu au sens de la DSOP. En effet, le remboursement du crédit en deuxième période correspond à une réduction certaine du niveau de revenu de la période de remboursement. Par ailleurs, nous avons fait l'hypothèse d'une neutralité de la dépense du crédit sur le risque et le niveau du revenu. A distribution identique, une réduction identique de tous les résultats possibles du revenu correspond à un accroissement du risque revenu au sens de la DSOP.

On peut formaliser ce problème de la manière suivante : on raisonne sur des niveaux de richesse finale. L'agriculteur sahélien maximisateur d'espérance d'utilité fait face au problème suivant :

$$\text{Max}_{W_i} u(w_1) + E[v(\tilde{w}_2 - D)] \quad \text{avec } i=1,2$$

avec  $w_1$  et  $w_2$  respectivement les revenus globaux de première et seconde période issus des différentes activités génératrices de revenu, agricoles ou non. Le revenu certain de première période est celui de la contraction du crédit que nous avons intégré au revenu certain de cette période, tandis que le revenu de la seconde période est le résultat des sources habituelles de revenu et de la dépense neutre par rapport au revenu pour cette période du crédit et dont on retranche le remboursement intégral  $D$  du crédit. En reprenant la notation de la section précédente et la définition des variables de l'équation (5-1), on peut détailler  $w_1$  et  $w_2'$ ,

avec  $\tilde{w}_2 - D = \tilde{w}_2'$ , de la manière suivante :

$w_1$  est égal à  $W_0(1+\alpha) + Lx + D$

$w'_2$  est égal à  $W_0(1+\alpha+\tilde{\epsilon}) + Lx - D$ .

Nous avons constaté que le remboursement de la dette s'assimile au retranchement d'un nombre positif de chacun des résultats possibles du revenu, les distributions de probabilité des deux variables aléatoires sont par hypothèse égales. Pour établir la nature du changement introduit par le remboursement de la dette il nous faut donc comparer les deux variables suivantes :  $\tilde{w}_2$  et  $\tilde{w}'_2$  ; avec :  $\tilde{w}_2 - D = \tilde{w}'_2$ . C'est-à-dire respectivement le revenu aléatoire de seconde période sans remboursement, et le revenu aléatoire de seconde période intégrant le remboursement d'un emprunt.

On peut réécrire chacune de ces deux variables aléatoires sous la forme de la somme d'une tendance centrale de la variable et d'une composante aléatoire de moyenne nulle<sup>86</sup>. De par notre hypothèse de neutralité de la dépense du crédit concernant le risque, et donc d'une distribution de probabilité des résultats inchangée d'une période à l'autre, on peut écrire :

$$\tilde{w}_2 = E(\tilde{w}_2) + \tilde{\epsilon} \quad (5-10)$$

pour le revenu de première période, et,

$$\tilde{w}'_2 = E(\tilde{w}'_2) + \tilde{\epsilon} \quad (5-11)$$

pour le revenu de seconde période avec remboursement.

Cette réécriture nous permet de différencier les deux

---

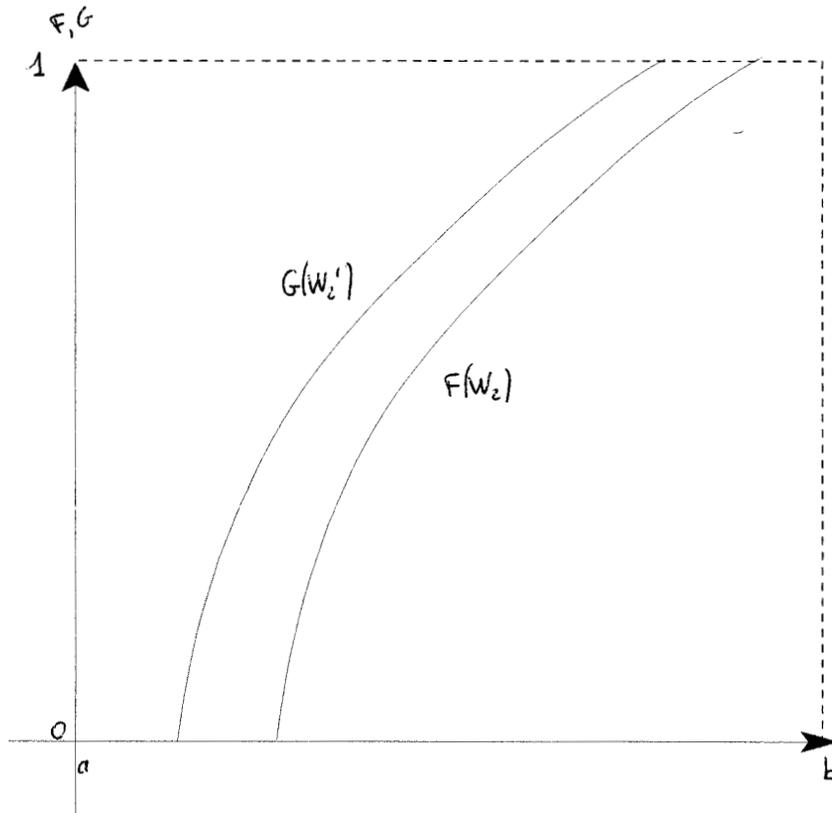
<sup>86</sup>Cette composante aléatoire est analogue au bruit blanc que nous avons employé dans la section précédente (équation (5-1)) pour signifier la présence d'une incertitude irréductible sur le revenu.

variables  $\tilde{w}_2$  et  $\tilde{w}'_2 = E(\tilde{w}'_2) + \tilde{\epsilon}$  par leur tendance centrale. Par construction, on peut affirmer que la différence entre les moyennes des deux variables est égale au montant de la dette à rembourser. La différence  $E(\tilde{w}_2) - E(\tilde{w}'_2)$  - ici égale à  $D$  - indique la translation uniforme de  $\tilde{w}'_2 = E(\tilde{w}'_2) + \tilde{\epsilon}$  vers  $\tilde{w}_2 = E(\tilde{w}_2) + \tilde{\epsilon}$ .

Etant donné notre hypothèse générale d'aversion pour le risque, et donc d'une dérivée première positive de l'utilité individuelle de l'agriculteur sahélien, on peut alors affirmer que  $\tilde{w}_2 = E(\tilde{w}_2) + \tilde{\epsilon}$  domine  $\tilde{w}'_2 = E(\tilde{w}'_2) + \tilde{\epsilon}$  selon le critère de la dominance stochastique d'ordre 1 (Eeckhoudt et Gollier, 1992). Le risque d'endettement se traduit donc pour le revenu de l'agriculteur sahélien par une augmentation du risque revenu au sens de la dominance stochastique d'ordre premier.

On peut illustrer cette augmentation du risque revenu au sens de la dominance stochastique d'ordre premier consécutif au remboursement du crédit par la figure suivante avec les distributions de probabilités de  $\tilde{w}_2$  et  $\tilde{w}'_2$  définies et continues sur l'intervalle  $[a, b]$  et  $F$  et  $G$  leur fonction de répartition respective. Les probabilités attachées aux deux revenus aléatoires restent identiques, mais à chaque valeur prise par le revenu de première période on retranche une quantité équivalente au remboursement du crédit pour obtenir la distribution du revenu de seconde période.

Figure 3 Interprétation statistique du risque d'endettement



Par ailleurs, en utilisant la condition portant sur les variables aléatoires, l'augmentation du risque revenu au sens de la dominance stochastique d'ordre premier consécutive du remboursement de la dette peut se définir de la manière suivante (Viala et Briys, 1995) :

$\tilde{w}_2$  domine  $\tilde{w}'_2$  au sens de la dominance stochastique d'ordre premier si, et seulement si, il

existe une variable aléatoire négative  $\tilde{\delta}$  telle que:  $\tilde{w}'_2 \stackrel{d}{=} \tilde{w}_2 + \tilde{\delta}$ ,  $\delta \leq 0$ . Dans notre

analyse,  $\tilde{\delta}$ , équivalent au montant de la dette prend la forme d'une constante négative égale

au montant de cette dette.

La dimension intertemporelle du crédit conjuguée au caractère irréductible de l'incertitude pesant sur le revenu de l'agriculteur sahélien est à l'origine du risque d'endettement. Ce dernier se traduit pour l'agriculteur sahélien par une augmentation de son risque revenu de la période de remboursement. Cette augmentation prend la forme d'une augmentation du risque revenu au sens de la dominance stochastique d'ordre premier. L'effet de cette augmentation du risque revenu sur l'attitude par rapport au risque pour un autre risque indépendant peut être analysé à l'aide de l'aversion forte au risque au sens de Ross que nous avons caractérisée dans le quatrième chapitre.

En effet, à l'aide de l'analyse de Eeckhoudt et *al.* (1996), nous avons vu que pour un individu aversif au risque et soumis à une incertitude de nature irréductible, l'effet d'une augmentation de cette dernière sur l'aversion au risque est déterminé par la condition suivante : une aggravation de l'incertitude irréductible au sens de la DSOP augmente l'aversion locale au risque - et réduit donc l'exposition à un risque d'actif indépendant - si et seulement si la fonction d'utilité individuelle de l'individu considéré se caractérise par une aversion absolue au risque décroissante en richesse au sens de Ross. C'est à dire qu'il existe un scalaire tel que :

$$p(w+y) \geq \lambda \geq r(w+y'), \quad \forall y, y' \in [a,b] .$$

$p(\cdot)$  et  $r(\cdot)$  étant respectivement les mesures de prudence absolue et d'aversion absolue au risque pour  $u(\cdot)$ .

Pour appliquer cette règle à notre analyse, il nous est nécessaire d'effectuer une modification dans notre notation. Nous réécrivons le revenu aléatoire de seconde période  $\tilde{w}_2$  sous la forme suivante :  $w+\tilde{\eta}_2$  avec  $w$  le niveau de richesse de l'agriculteur

et  $\tilde{\eta}_2$  l'incertitude irréductible affectant son revenu. De même avec  $\tilde{w}'_2$  que nous

réécrivons  $w+\tilde{\eta}'_2$  .

Selon notre résultat précédent, le risque d'endettement consécutif au remboursement du crédit accroît ce risque revenu inassurable au sens de la DSOP, et transforme l'incertitude irréductible de  $\tilde{\eta}_2$  à  $\tilde{\eta}'_2$ . On peut donc écrire

que  $\tilde{\eta}'_2 \stackrel{d}{=} \tilde{\eta}_2 + \tilde{\delta}$  avec  $prob[\tilde{\delta} \leq 0 | \tilde{\eta}_2 = \eta] = 1$  pour tout  $\eta$ . En prenant en compte le

remboursement du crédit à partir du revenu de seconde période, la fonction de distribution cumulative de ce revenu incertain passe de  $F_2(w)$  à  $F'_2(w)$ . Selon Eeckhoudt et al. (1996),

ce changement de distribution - un accroissement du risque au sens de la DSOP - augmente l'aversion absolue par rapport au risque indépendant d'investissement -  $r'_2(w) > r_2(w)$ ,

avec  $r_2(w)$  et  $r'_2(w)$  respectivement les coefficients d'aversion absolue au risque du revenu

de seconde période sans et avec remboursement d'une dette - si et seulement si :

$$p(w+\eta) \geq \lambda \geq r(w+\eta'), \quad \forall \eta, \eta' \in [a,b].$$

Si cette condition est respectée, c'est-à-dire que la fonction d'utilité de l'agent est caractérisée par une aversion absolue au risque décroissante en richesse au sens de Ross, on peut affirmer que le risque d'endettement accroît l'aversion au risque et donc réduit la demande d'investissement.

On peut constater que la condition en terme d'aversion au risque décroissante en richesse au sens de Ross nous permet d'obtenir un résultat en terme de prudence. Ce résultat de l'analyse de Eeckhoudt et al. (1996) présente cependant quelques difficultés d'interprétation. On peut toutefois affirmer que l'effet d'endettement du crédit aura un impact négatif sur la prise de risque et donc sur la décision d'investissement si l'individu considéré est suffisamment

prudent. C'est le rapport entre le niveau de prudence et le niveau d'aversion au risque - pour un niveau de richesse donné - qui déterminera l'impact négatif ou non de l'effet d'endettement du crédit sur la décision d'investissement.

L'aversion au risque décroissante en richesse au sens de Ross est une condition plus forte en terme de différence entre prudence et aversion au risque. Elle implique donc une réaction prudente plus forte pour un risque donné. L'impact négatif du risque d'endettement sur la décision d'investissement sera donc étroitement dépendant du niveau de prudence de l'individu considéré.

## CONCLUSION

A partir d'un modèle de décision d'investissement agricole en milieu rural sahélien, nous avons déterminé les conséquences du crédit sur cette décision. Nous avons isolé deux effets du crédit sur la décision d'investissement : un effet richesse et un effet d'endettement. Ces effets sont obtenus en isolant deux périodes clés du crédit : l'obtention et le remboursement du crédit. L'isolement de ces deux mécanismes nous a permis d'obtenir une analyse détaillée du rôle du crédit dans l'attitude individuelle par rapport au risque.

La liquidité supplémentaire que fournit le crédit est à l'origine d'un effet richesse. Nous avons assimilé cette augmentation de la liquidité disponible à une augmentation de la richesse disponible. Selon notre hypothèse d'aversion absolue au risque décroissante en richesse, l'effet richesse du crédit réduit l'aversion absolue pour le risque et a donc un impact positif sur la décision d'investissement.

La dette à rembourser dans le futur a certaines conséquences sur la perception du risque revenu dans le futur. Le revenu futur, par définition inconnu, est en effet affecté par le remboursement du crédit. Ce remboursement constitue une réduction certaine du revenu dans le futur; revenu qui est par ailleurs soumis à une incertitude irréductible. Selon l'hypothèse d'une

neutralité de la dépense du montant du crédit sur le revenu futur - son niveau et son risque - le remboursement de la dette est assimilable à une augmentation du risque revenu au sens de la dominance stochastique d'ordre premier. Sous certaines hypothèses concernant les préférences individuelles - une fonction d'utilité caractérisée par une aversion absolue au risque décroissante en richesse au sens de Ross - cette augmentation du risque revenu accroît l'aversion au risque pour un risque indépendant. Nous avons constaté d'après la proposition de Eeckhoudt et *al.* (1996) que c'est l'écart entre prudence et aversion au risque qui détermine cet effet négatif de l'accroissement de l'incertitude irréductible sur la prise de risque. Le niveau de prudence de l'agriculteur sahélien déterminera donc l'existence d'un effet d'endettement du crédit sur l'investissement et donc un impact négatif du crédit sur l'investissement.

Le crédit a donc un double effet contradictoire sur la décision d'investissement. L'effet richesse est positif et se produit dans le présent, il se réfère à l'aversion au risque. L'effet d'endettement est négatif et se réalise dans le futur, il se réfère à l'importance du comportement prudent de l'agriculteur sahélien. C'est donc la conjugaison de ces deux effets, des différentes importances accordées au revenu présent ou futur dans les décisions économiques, et plus généralement au niveau d'exposition au risque du revenu de l'agriculteur sahélien qui déterminera l'impact final du crédit sur l'investissement. Il est donc nécessaire de détailler les comportements des agriculteurs sahéliens suivant ces éléments déterminants pour conclure qui de l'effet richesse ou de l'effet d'endettement aura le plus grand impact sur la décision d'investissement agricole.

## **CHAPITRE VI LE CREDIT DANS LA DECISION D'INVESTISSEMENT : CARACTERE INCITATIF ET INFLUENCE SUR LA NATURE DE L'INVESTISSEMENT**

### INTRODUCTION

L'analyse détaillée du caractère incitatif du crédit dans la décision d'investissement en milieu rural sahélien nécessite une certaine interprétation de nos précédents résultats. En effet, le cinquième chapitre nous a permis de déterminer les effets du crédit sur l'attitude individuelle par rapport au risque. L'effet richesse réduit l'aversion pour le risque d'investissement, tandis que sous certaines conditions, l'effet dette augmente l'aversion pour ce même risque. Pour parvenir à une analyse concernant la relation entre le crédit et les décisions individuelles d'investissement agricole en milieu rural sahélien, il nous est donc nécessaire d'établir un rapprochement entre, d'une part, nos développements d'ordre théorique sur la relation entre crédit et attitude par rapport au risque d'investissement, et d'autre part, les pratiques d'investissement analysées d'un point de vue empirique. Des points communs entre ces deux approches sont donc à trouver pour parvenir à un résultat concernant la relation entre crédit et investissement en milieu rural sahélien.

Pour obtenir un résultat concernant la relation entre crédit et investissement en milieu rural sahélien, il est nécessaire d'effectuer une comparaison entre les deux effets du crédit sur l'attitude par rapport au risque d'investissement. Ceci revient à réaliser la comparaison entre l'effet richesse et l'effet dette pour un agent dont on aura précisé les différents éléments de son attitude par rapport au risque. Cependant, en se basant uniquement sur nos développements du cinquième chapitre, une telle démarche paraît difficilement réalisable. Il faudrait réaliser une

comparaison entre deux effets se réalisant dans un contexte temporel différent et renvoyant à des concepts d'attitude par rapport au risque différent. L'effet richesse se situe dans le présent et est lié à l'aversion absolue par rapport au risque, tandis que l'effet dette constitue une projection dans le futur et dépend de l'aversion absolue au risque au sens de Ross, et au-delà du niveau de prudence.

La relation entre aversion absolue au risque et prudence absolue a notamment été analysée par Kimball (1992)<sup>87</sup> dans un contexte intertemporel de relation entre décision d'épargne et investissement risqué. Cette problématique étant proche de la nôtre car elle concerne la question de la quantité de risque détenue dans le futur pour un individu prudent. L'hypothèse d'une aversion au risque décroissante en richesse implique que la prudence absolue soit supérieure à l'aversion absolue au risque. Kimball souligne l'importance de la prudence dans les décisions des agents, celle-ci revêtant une importance supérieure à l'aversion au risque dans un contexte d'analyse intertemporelle. L'utilité marginale espérée - relative au niveau de prudence - réagit plus fortement au risque que l'utilité espérée, relative à l'aversion au risque. En particulier, Kimball (1992, p.159) précise qu'*"un risque qui est compensé de manière à laisser l'utilité espérée inchangée augmentera toujours l'utilité marginale espérée de seconde période et amènera un accroissement de l'épargne, tant que l'utilité de seconde période  $v(\cdot)$  présente une aversion absolue au risque décroissante"*. Cela souligne l'importance du comportement prudent dans les décisions économiques des agents aversifs au risque. Dans ce contexte décisionnel intertemporel, la prudence aura une importance supérieure à l'aversion au risque. La plus ou moins grande convexité de l'utilité marginale de seconde période détermine le niveau de prudence et donc la plus ou moins grande prééminence de la prudence sur l'aversion au risque dans les décisions de l'agriculteur sahélien dans un contexte intertemporel. Si cette analyse de Kimball (1992) n'est pas applicable à notre étude, elle nous fournit toutefois

---

<sup>87</sup>La différence entre la prudence absolue et l'aversion absolue au risque est égale au taux auquel le logarithme de l'aversion absolue décroît avec le niveau de richesse de seconde période (Kimball, 1992). On a:

$$\frac{-v'''(x)}{v''(x)} - \frac{-v''(x)}{v'(x)} = -\frac{d}{dx} \ln \frac{-v''(x)}{v'(x)}$$

une indication concernant l'importance de la prudence dans les décisions intertemporelles. Elle nous permettra de souligner l'importance de l'effet dette dans la relation entre crédit et investissement.

Dans ce chapitre, nous chercherons les éléments qui permettent de comparer le rôle respectif des effets richesse et dette du crédit, afin d'établir les caractéristiques de la relation entre le crédit et l'investissement. Nous mettrons en relation les déterminants de ces effets - respectivement le niveau de liquidité disponible et l'exposition du revenu au risque - avec les déterminants de l'investissement tels que nous les avons analysés dans le deuxième chapitre.

Dans une première section, nous détaillerons les variables déterminantes de notre analyse. Elles établissent le lien entre effets du crédit sur l'attitude par rapport au risque d'investissement et déterminants empiriques de l'investissement. Nous détaillerons - dans un contexte de non-séparabilité des décisions de production et de consommation - de quelle manière le financement d'un investissement à crédit influence la décision d'investissement. Dans une seconde section, nous détaillerons concrètement les effets du crédit sur l'investissement en milieu rural sahélien, d'une part, du point de vue des caractéristiques du revenu des agriculteurs, et d'autre part, du point de vue du type d'investissement mis en oeuvre.

## SECTION I DECISION D'INVESTISSEMENT, CREDIT ET REVENU ALEATOIRE : RELATION ENTRE CES VARIABLES

### 1 Etablissement des variables déterminantes de la relation crédit-investissement dans un contexte de revenu risqué

## A/ Analyse temporelle

Pour analyser la relation existant entre le crédit et l'investissement, il nous faut d'une part, prendre en compte les déterminants de l'investissement, et d'autre part, l'influence du crédit sur l'attitude individuelle par rapport au risque d'investissement. C'est la conjugaison de ces deux éléments qui nous permettra d'établir cette relation.

D'après notre étude de nature empirique menée dans le deuxième chapitre, deux éléments sont importants dans la décision d'investissement : les ressources monétaires disponibles pour le financer et le niveau d'exposition au risque du revenu. Il nous faut rapprocher ces deux variables des effets du crédit sur l'attitude par rapport au risque d'actif établis dans le cinquième chapitre.

Nous avons constaté que les effets richesse et dette se situent dans un contexte temporel différent. L'effet richesse précède la réalisation du revenu et de l'investissement et se réalise dans une situation de certitude. L'effet dette est ultérieur à la réalisation du revenu et de l'investissement et constitue une projection dans le futur. Il résulte de l'estimation de flux futurs de revenu. Ces derniers étant dans le contexte agricole sahélien soumis à un risque de nature irréductible. Le résultat des deux effets du crédit en terme de prise de risque ne peut donc se réduire à une simple sommation de deux variations contraires d'une même variable : l'attitude individuelle par rapport au risque. Les deux effets s'inscrivant dans un contexte temporel différent la prise en compte du temps dans notre analyse nous paraît importante. Nous avons en effet constaté dans la deuxième partie que certaines dimensions de l'attitude individuelle par rapport au risque s'inscrivent dans la durée. Ainsi, chez un décideur caractérisé par un comportement prudent, l'appréhension d'une incertitude sur le revenu futur aura un impact sur les décisions économiques présentes. Cette spécificité des effets du crédit sur l'investissement nécessite de trouver des critères pertinents qui permettent de comparer l'importance respective des effets richesse et dette, de les mettre en relation avec les déterminants de l'investissement et ainsi de spécifier les propriétés de la relation entre le crédit et l'investissement. Pour établir ces critères nécessaires à notre analyse, nous procédons au détail des différentes décisions

économiques prises par l'agriculteur sahélien lors de la contraction d'un crédit et de son utilisation pour investir dans une nouvelle technique de production. La mise en parallèle des deux effets du crédit sur l'attitude par rapport au risque avec les flux de revenu et les éléments propres à la décision d'investissement nous permettra de déterminer les variables importantes de la relation entre le crédit et l'investissement.

La décision de contracter un crédit à une fin d'investissement agricole se fait dans un contexte temporel et économique précis. Au moment de prendre cette décision, certains éléments sont connus - le revenu présent, la liquidité monétaire disponible - d'autres ne le sont pas, tel que le niveau de réalisation du revenu au moment du remboursement. A chacun des deux effets du crédit - richesse et dette - correspond une variable propre à chaque agriculteur décideur qui lui permettra d'estimer l'importance des deux effets du crédit et influera sur sa décision d'utilisation d'un crédit pour investir dans de nouveaux moyens de production agricole.

Nous prenons en considération quatre séries d'éléments déterminants dans la relation entre le crédit et l'investissement : les éléments liés au revenu agricole et extra-agricole, l'investissement et les décisions qui en dépendent, les déterminants non-agricoles de l'investissement<sup>88</sup>, et les décisions liées au crédit. A chacun de ces éléments placés dans leur contexte temporel, nous associons une variable que nous tenons pour importante pour la période considérée.

Le contexte temporel suit étroitement le déroulement de la saison productive. La constitution du revenu de l'agriculteur sahélien se déroule selon un calendrier précis dépendant notamment des saisons et de leur niveau de pluviométrie. Ainsi, lors de la saison des pluies, l'agriculteur procède à la mise en culture, l'entretien et la récolte de sa production. A cette saison humide succède une saison plus sèche pendant laquelle sont entreprises des activités extra-agricoles génératrices de revenu. A ce calendrier rapidement établi nous associons, d'une

---

<sup>88</sup>Nous supposons que les critères de rendement et de débouchés sont remplis pour justifier la mise en oeuvre d'une nouvelle technique de production. De manière analogue au deuxième chapitre, nous ne nous préoccupons que des déterminants de l'investissement liés aux variables budgétaires de l'agriculteur : ressources monétaires disponibles et caractéristiques du revenu.

part, les différentes étapes liées à la contraction, la dépense et au remboursement du crédit, et d'autre part, celles liées à la décision d'investissement, sa mise en place et son résultat.

Nous distinguons quatre étapes I,II,III et IV que nous décrivons à l'aide du tableau suivant :

Tableau 2 : Décision d'investissement, flux de revenu et crédit

| Période                           | I                            | II  | III                   | IV            |
|-----------------------------------|------------------------------|---|-----------------------|---------------|
| Revenu agricole et extra-agricole | Décisions de mise en culture | Revenu agricole                               | Revenu extra-agricole |               |
| Investissement                    | Mise en oeuvre               | Revenu de la nouvelle technique de production |                       |               |
| Déterminants investissement       | Liquidité disponible         |   | Risque revenu         |               |
| Crédit                            | Contraction et dépense       |   |                       | Remboursement |

L'effet richesse du crédit sur l'attitude par rapport au risque se situe entre les périodes I et II. L'agriculteur sahélien dispose d'un niveau de revenu certain issu des activités agricoles et extra-agricoles de la période précédente. L'augmentation des liquidités disponibles grâce au crédit lui permet d'entreprendre des activités plus risquées - et donc d'investir dans une nouvelle technique de production - à la période suivante étant donné la décroissance de l'aversion

absolue au risque quand le niveau de richesse augmente. Il est important de souligner ici l'aspect liquidités supplémentaires que constitue le crédit. L'effet richesse du crédit dépend en effet du niveau de liquidités monétaires disponibles en période I. Au plus le montant du crédit demandé sera important par rapport à la liquidité disponible en période I, au plus l'effet richesse du crédit sera important. La variable déterminante de l'effet richesse du crédit sera donc le montant de liquidités monétaires disponible préalablement à la contraction du crédit. De même, au cours de cette première période, ce sont les ressources monétaires disponibles qui sont un élément déterminant de la décision d'investir.

L'effet dette se déroule lors des périodes III et IV et concerne donc le niveau d'exposition au risque du revenu et le montant de la dette à rembourser. Comme nous l'avons précisé dans le chapitre précédent, l'effet dette résulte d'une projection dans le futur et dépend étroitement du niveau de prudence individuelle. Par ailleurs, le troisième chapitre nous avait permis d'établir une relation entre niveau de prudence et niveau de risque revenu. Cet effet dette est estimé lors de la première période en tenant compte d'une part, du risque relatif à l'investissement, et d'autre part, de l'augmentation du risque revenu provoquée par la dette à rembourser. L'effet dette est donc globalement lié à une estimation de l'exposition du revenu au risque dans le futur. C'est l'exposition au risque du revenu de l'agriculteur sahélien qui sera la variable déterminante de l'effet dette du crédit sur l'aversion au risque. Parallèlement, l'exposition du revenu au risque est un élément budgétaire déterminant de la décision d'investir.

L'établissement de variables déterminantes liées à chacun des deux effets du crédit sur l'attitude individuelle par rapport au risque nous permettra de comparer l'importance de ces deux variables et de déterminer le sens de la relation entre le crédit et l'investissement. La liquidité monétaire disponible associée à l'effet richesse et le risque revenu associé à l'effet dette ont chacun un rôle spécifique dans la décision d'investissement. Ces deux variables nous permettent de passer de l'effet du crédit sur l'attitude individuelle par rapport au risque à son effet sur la décision d'investissement.

## B/ Analyse descriptive des variables déterminantes

### a La liquidité monétaire disponible

Dans le cinquième chapitre, nous avons analysé d'un point de vue théorique la relation entre l'effet richesse du crédit et l'aversion par rapport au risque. Etant donné notre hypothèse d'une fonction d'utilité caractérisée par une aversion absolue au risque décroissante en richesse, nous avons montré que le crédit - en fournissant un volume supplémentaire de liquidités monétaires - amène une réduction de l'aversion pour le risque d'investissement. C'est ce que nous avons appelé l'effet richesse du crédit, il est lié au supplément de liquidités, et donc de richesse, que procure le crédit.

La liquidité monétaire disponible sera composée du surplus des revenus monétaires issus des activités agricoles et extra-agricoles. Ce surplus comprenant des revenus agricoles et extra-agricoles auxquels on retranche les dépenses de consommation liées aux besoins domestiques et à l'activité agricole. Plus précisément, c'est la trésorerie disponible pour l'activité agricole en début de saison productive une fois que les dépenses courantes liées à l'activité agricole - l'achat des semences par exemple - sont effectuées.

La liquidité monétaire disponible dépend du revenu de l'agriculteur sahélien, plus précisément de sa composante monétaire. Cette dernière dépend du revenu des activités extra-agricoles et de la commercialisation de la production agricole. Le volume de liquidités disponibles varie donc suivant l'importance du revenu monétaire de l'agriculteur sahélien. Des ressources monétaires en trop faible quantité ne permettent pas de les mobiliser à des fins d'investissement agricole. Un certain nombre de dépenses prioritaires à assurer pour l'agriculteur et sa famille mobilisent tout ou partie de ses disponibilités monétaires.

### b L'exposition du revenu au risque

La contraction d'un crédit est associée à une dette à rembourser. L'augmentation du

risque revenu que provoque la dette à rembourser est à l'origine de ce que nous avons appelé l'effet dette du crédit. Cet effet dette peut avoir une influence négative sur la prise de risque, par exemple dans le cadre d'une décision d'investissement. Nous avons montré d'un point de vue théorique que l'ampleur de cet effet dette et son possible rôle négatif dans la décision d'investissement sont liées au comportement prudent de l'agriculteur sahélien. Plus la fonction d'utilité de ce dernier est caractérisée par une prudence forte, plus l'effet dette est susceptible d'avoir une influence négative sur la décision d'investissement.

Au-delà du niveau de prudence qu'il est difficile d'estimer concrètement, nous employons l'exposition du revenu de l'agriculteur sahélien au risque pour établir le lien entre l'effet dette du crédit et la décision d'investissement. Nous avons en effet constaté dans le troisième chapitre que le comportement prudent d'un agent peut être associé à l'exposition de son revenu au risque. Une plus grande exposition du revenu au risque sera par exemple associée à une recherche accrue de sécurité. De ce niveau de risque revenu dépendra directement son niveau de risque dans le futur, ce qui constitue le cadre d'analyse privilégié de l'application de la notion de prudence. Nous associerons donc directement comportement prudent et risque revenu. Plus un agent verra son revenu exposé au risque, plus il manifestera un comportement prudent dans ses décisions économiques.

En milieu rural sahélien, l'imperfection des marchés du risque étant quasi générale, d'autres éléments différencient les niveaux d'exposition au risque du revenu des agriculteurs sahéliens. On peut en distinguer deux principaux : les conditions climatiques de production et l'existence de sources de revenu extra-agricoles. Des conditions climatiques sévères, à caractère sahélien, ont un impact négatif sur l'exposition au risque du revenu. En zone plus favorisée, la plus grande importance des risques idiosyncratiques de production renforce l'efficacité des dispositifs cultureux contre-aléatoires. Par ailleurs la relation entre exposition du revenu au risque et diversification extra-agricole du revenu est assez clairement établie.

## 2 Analyse des effets du crédit sur la décision d'investissement

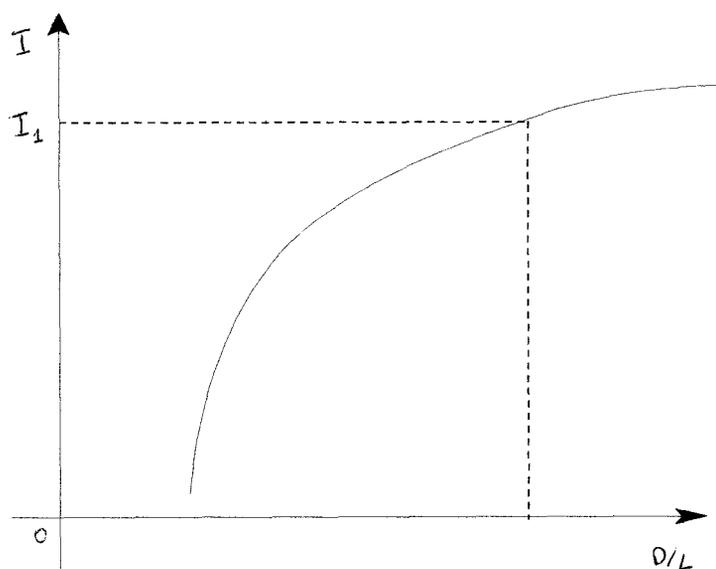
## A/ Effet richesse, liquidité monétaire disponible et décision d'investissement

La disponibilité monétaire est un élément important de la décision d'investissement de l'agriculteur sahélien. Nous l'avons constaté dans le deuxième chapitre, notamment grâce aux travaux empiriques analysés par Yung (1992). La mise en oeuvre d'une nouvelle technique de production étant coûteuse, la liquidité disponible agit de façon directe sur la décision d'investissement. D'une manière générale, la relativement faible assise financière des agriculteurs sahéliens est un frein à l'investissement. C'est ce qui justifie l'importance du crédit dans les programmes de développement agricole. Par ailleurs, nous avons établi la liquidité monétaire disponible comme étant la variable déterminante de l'effet richesse du crédit sur l'investissement.

La relation entre la liquidité monétaire disponible, l'effet richesse du crédit et la décision d'investissement se fait de la manière suivante : l'effet richesse du crédit sur l'investissement sera d'autant plus important que le ratio montant du crédit sur liquidités disponibles sera élevé. On peut en effet affirmer de manière évidente qu'un agent disposant de peu de fonds pour investir dans une nouvelle technique de production et qui est désireux de le faire trouvera dans la liquidité fournie par le crédit une incitation forte à l'investissement. Parmi les agriculteurs prêts à s'engager dans un processus d'investissement agricole, c'est chez les plus pauvres d'entre eux que l'effet richesse du crédit sera le plus important. Nous avons en effet constaté dans le premier chapitre que l'on peut établir une liaison positive entre niveau de richesse et diversification du revenu d'une part, et d'autre part, entre diversification du revenu et revenu de nature monétaire. Chez les agents disposant de peu de ressources monétaires, le crédit par l'intermédiaire de l'effet richesse aura un rôle important sur la possibilité ou non d'investir. L'effet incitatif du crédit sur l'investissement sera donc élevé dans une telle situation. Chez les agents disposant de ressources monétaires relativement importantes, le crédit aura une influence sur la nature de l'investissement agricole. Le crédit permettra de mettre en oeuvre des changements techniques plus coûteux que ceux permis par les ressources disponibles. Dans ce cas, l'effet richesse du crédit sera important si le montant du crédit est important par rapport à la liquidité disponible.

On peut illustrer l'effet richesse du crédit sur l'investissement par la figure suivante; avec  $I$  l'investissement demandé et  $D/L$  le ratio crédit demandé (ou dette future) sur liquidités disponible préalablement à la contraction du crédit.

Figure 4 Effet richesse du crédit et investissement



Le ratio  $D/L$  détermine le volume d'investissement  $I$ , suscité par l'effet richesse du crédit.

L'importance de l'effet richesse du crédit sur la mise en oeuvre et la nature de l'investissement agricole est donc fonction du rapport entre montant du crédit et liquidités monétaires disponibles. Plus l'écart entre le montant du crédit et celui des liquidités disponibles est important, plus le crédit aura un impact positif sur la décision d'investissement par l'intermédiaire de l'effet richesse.

B/ Effet dette, exposition du revenu au risque et décision d'investissement

L'effet dette du crédit a potentiellement un impact négatif sur la pratique d'investissement agricole. Si l'individu manifeste un niveau de prudence important, l'augmentation du risque revenu provoqué par le remboursement de la dette peut l'amener à ne pas mettre en oeuvre un investissement productif à l'aide du crédit.

Nous avons précédemment établi comme variable déterminante de l'effet dette l'exposition du revenu au risque. Cette variable permet d'établir le lien entre les déterminants de la décision d'investissement et les déterminants du caractère incitatif du crédit dans la décision d'investissement. Suivant son importance, l'exposition du revenu au risque agit de deux façons sur la décision d'investissement : d'une part, directement sur le volume de l'investissement, et d'autre part, sur la nature de l'investissement.

#### a Influence sur le volume de l'investissement

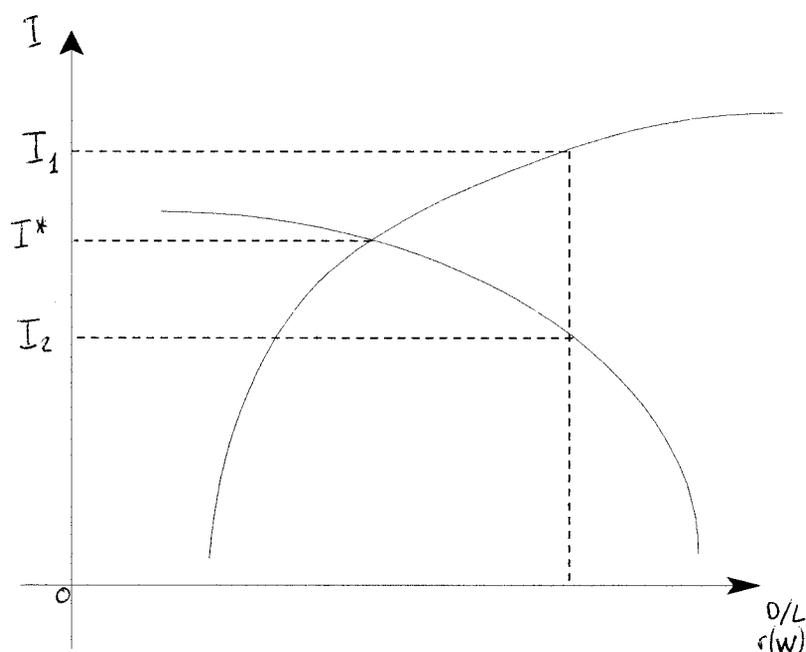
Nous avons montré dans le cinquième chapitre que le niveau de prudence détermine l'existence d'une augmentation de l'aversion pour le risque d'investissement quand l'effet dette du crédit augmente le risque revenu. Pour un individu suffisamment prudent pour que l'augmentation du risque revenu amène une augmentation de l'aversion au risque - c'est-à-dire que l'effet dette est positif - l'effet dette réduira le crédit demandé et donc le volume de l'investissement.

Cette réduction du crédit demandé peut être interprétée de la façon suivante : l'effet richesse du crédit fixe un certain volume d'investissement à financer par ce moyen. Ce volume est établi à partir de critères productifs et dépend des besoins de l'agriculteur. La prise compte de l'effet dette du crédit augmente l'aversion pour le risque d'investissement. La demande d'investissement se trouve donc réduite. Ceci réduit mécaniquement la demande de crédit jusqu'à ce qu'un équilibre soit trouvé entre, d'une part, la réduction de l'investissement consécutive de l'effet dette, et d'autre part, la réduction de l'aversion pour le risque d'investissement consécutive de la réduction du crédit demandé.

On peut illustrer le rôle de l'effet dette sur le volume de l'investissement par la figure

suivante, avec  $D/L$  le ratio dette (ou crédit demandé) sur liquidités disponibles préalablement au crédit,  $r(w)$  l'aversion pour le risque d'investissement, et  $I$  le volume d'investissement.

Figure 5 Effet dette et volume d'investissement



L'effet richesse du crédit - par l'intermédiaire de  $D/L$  - fixe le volume d'investissement à  $I_1$ . A ce niveau de crédit demandé, l'effet dette du crédit qui augmente l'aversion pour le risque d'investissement fixe le niveau d'investissement à  $I_2$ . L'agriculteur réduit alors son crédit et donc le ratio  $D/L$ , jusqu'à ce que cette réduction de la dette compense l'augmentation de l'aversion pour le risque d'investissement. Cette réduction du crédit demandé réduit mécaniquement l'investissement jusqu'au point d'équilibre  $I^*$ .

#### b Influence sur la nature de l'investissement

L'effet dette du crédit - par l'intermédiaire de l'exposition du revenu au risque - n'agit pas seulement sur le volume de l'investissement mais aussi sur sa nature. En effet, l'exposition du revenu au risque est en étroite relation avec le niveau de prudence de l'agriculteur sahélien.

Le comportement prudent est susceptible d'avoir une influence importante sur le choix de l'investissement. Ainsi, Guiso et *al.* (1996) ont établi à partir d'une étude du comportement des ménages italiens une relation entre incertitude irréductible affectant le revenu, contrainte d'emprunt et choix d'actif. Ils ont montré que les ménages dont le revenu est exposé à un risque inassurable et subissant une contrainte de crédit - et donc une contrainte de liquidité - réduisent leur détention d'actif risqué et illiquide. Le risque d'actif étant indépendant du risque revenu. La liquidité d'un actif dépend de ses possibilités de revente; plus précisément de la facilité et du faible coût qu'implique sa revente (Jones et Ostroy, 1984). Dans le premier chapitre nous avons constaté que l'agriculteur sahélien met en place un certain nombre de mécanismes pour faire face à l'incertitude affectant son revenu et à ses conséquences sur la consommation. Le choix d'actifs liquides fait partie de ces mécanismes de réaction face au risque revenu<sup>89</sup>. Ainsi, un individu, faisant face à une contrainte de crédit, et dont le revenu est incertain et qui est prudent épargnera et accumulera des actifs dont la revente lui permettra de faire face aux conséquences des variations de revenu (Deaton, 1991).

Il est possible d'appliquer la notion de liquidité d'un actif à l'investissement agricole. Ceci par l'intermédiaire de la notion de flexibilité ou de réversibilité d'un investissement. En effet, pour être liquide - c'est-à-dire être négociable à moindre frais - un investissement doit être réversible, il doit pouvoir faire l'objet d'un transfert d'une personne à une autre. La liquidité est en quelque sorte la traduction monétaire de la flexibilité d'un investissement. La réversibilité et la liquidité sont des facteurs importants de choix d'un investissement pour un individu prudent. Fafchamps et Pender (1997) ont montré dans une analyse des décisions d'agriculteurs indiens que les agents prudents considèrent d'une façon différente un investissement selon qu'il est réversible et liquide ou non. Il est important de noter qu'il n'y a pas de relation directe entre aversion au risque et choix d'actif réversible. La préférence pour un actif flexible n'est pas due au niveau de risque de cet actif, mais parce qu'il offre un choix plus vaste d'options futures (Jones et Ostroy, 1984). C'est la liquidité d'un investissement qui fait entrer en jeu l'attitude

---

<sup>89</sup> La relation entre préférence pour la liquidité et risque a été mise en évidence par Tobin (1958).

individuelle par rapport au risque. Un investissement liquide offre ainsi la possibilité d'être conservé ou revendu en cas de besoin. Ce que ne permet pas un investissement irréversible et donc peu liquide.

Plus un investissement productif sera réversible et liquide, plus grande sera la possibilité de s'en servir comme d'un mécanisme d'auto-assurance en le revendant dans la situation d'un choc négatif affectant le revenu de l'agriculteur. A contrario, la détention d'un actif productif illiquide d'un coût important en proportion de la richesse de l'agent, peut amener l'agriculteur à faire face à un risque insurmontable en cas de difficultés sur la réalisation du revenu. Rosenzweig et Wolpin (1993) ont observé que des agriculteurs indiens en situation de semi-subsistance investissent plus volontiers dans l'achat de bétail que dans celui de dispositifs d'irrigation en dépit de la rentabilité supérieure de ce dernier type d'investissement productif. Le caractère réversible de l'investissement en bétail lui confère une prime de liquidité pour les agriculteurs qui sont pauvres et dont le revenu est aléatoire.

L'effet dette du crédit - en mettant principalement en oeuvre l'exposition du revenu au risque et la prudence dans son fonctionnement - aura une influence sur le choix de l'investissement. Cet effet, en augmentant l'aversion pour le risque d'investissement augmente de façon mécanique la demande d'assurance. La détention d'un actif liquide en ayant un rôle assurantiel, permet de compenser l'augmentation du risque liée à la mise en oeuvre d'un investissement. Ce risque d'investissement étant lié à l'apprentissage de la nouvelle technique productive et par hypothèse indépendant du risque revenu.

### C/ Balance des deux effets du crédit sur l'investissement

Pour déterminer le caractère incitatif ou non du crédit sur l'investissement, il faut distinguer les situations dans lesquelles soit l'un des deux effets l'emporte sur l'autre, cela se traduisant par l'alternative le crédit est ou n'est pas une incitation à l'investissement; soit la décision est influencée conjointement par les deux effets, et la décision d'investissement est alors à détailler. Le crédit produit deux effets divergents sur la décision d'investissement dans

un actif risqué. Le caractère incitatif du crédit sur l'investissement est maximal, d'une part, quand l'effet richesse est important - c'est-à-dire quand le crédit est important par rapport à la liquidité disponible -, et d'autre part, quand l'effet dette est réduit et donc que le revenu du décideur est diversifié et stable, facteur de réduction du niveau de prudence individuel.

Ces conditions peuvent présenter un aspect contradictoire et paradoxal. En effet, une condition pour que l'effet richesse soit maximal est que la disponibilité monétaire soit relativement faible. Nous avons constaté dans le premier chapitre que d'une manière générale, les agents disposant de peu de ressources monétaires ont un revenu faiblement diversifié et donc relativement aléatoire. Cet aléa portant sur le revenu peut être associé à un comportement prudent et donc à un effet dette du crédit important. Les agents chez qui l'effet richesse est potentiellement le plus important peuvent donc être aussi ceux chez qui l'effet dette sera élevé. Inversement, les agents dont le revenu est stable et donc composé de sources de revenu extra-agricoles importantes, auront un effet dette faible mais aussi un effet richesse faible si le montant du crédit envisagé est peu important, car disposant *a priori* d'un certain montant de ressources monétaires. L'agriculteur sahélien désireux d'investir aura intérêt, d'une part, à maximiser l'effet richesse du crédit en demandant un montant de crédit important par rapport à son niveau de liquidités disponibles et, d'autre part, à minimiser l'effet dette du crédit en réduisant la quantité de risque détenue dans le futur. Cette réduction du risque futur s'effectuant soit en réduisant son investissement, ce qui contredit l'intérêt à maximiser l'effet richesse, soit en choisissant un investissement moins risqué et donc plus liquide. Cette ambivalence de la conjugaison des effets richesse et dette sur l'investissement dans certaines situations nous oblige à détailler les solutions possibles et à ne pas nous contenter d'une simple alternative entre existence ou absence de relation entre crédit et investissement. La prise en compte de l'influence du crédit sur la quantité et la qualité de l'investissement que nous avons précédemment analysée nous permet de prendre en compte ces situations non binaires de relation entre le crédit et l'investissement quand le revenu de l'agent est soumis à un certain niveau d'incertitude irréductible.

Nous distinguons trois cas de figure concernant le caractère incitatif du crédit dans la décision d'investissement. Notre point de départ est le niveau du risque revenu car il est le déterminant central de l'attitude par rapport au risque et donc des décisions économiques. Nous distinguerons trois niveaux de risque revenu : une forte exposition du revenu au risque qui traduira un agent proche du niveau de subsistance, un niveau moyen de risque revenu caractérisant les agents prêts à prendre un certain niveau de risque tout en manifestant une certaine prudence eu égard au caractère aléatoire de leur revenu, et un niveau faible de risque revenu caractérisant les agents au revenu diversifié en dehors du secteur agricole et pouvant donc supporter un certain niveau de risque au niveau de l'investissement agricole. Nous confrontons ces trois niveaux de risque revenu avec les propriétés du ratio : montant du crédit sur liquidités disponibles pour établir les différentes alternatives de la relation entre le crédit et l'investissement.

Dans un premier cas, le revenu de l'agent est fortement exposé au risque. Cet agent et son entourage familial se trouvent proches du seuil de subsistance, tout accroissement du risque revenu est donc susceptible de remettre en cause leur sécurité alimentaire et économique. La principale conséquence en est une fonction d'utilité individuelle caractérisée par un coefficient de prudence important. L'effet dette sera dans une telle situation important, étant donné l'hostilité à toute augmentation de la quantité de risque détenue dans le futur. L'effet richesse est vraisemblablement relativement important, étant donné un niveau de ressources monétaires réduit. Les décisions économiques étant ici fortement affectées par le risque, cet effet doit être relativisé pour cette catégorie d'agent dont le revenu est fortement exposé au risque. On peut donc supposer que l'effet dette sera très supérieur à l'effet richesse et que l'agent ne sera pas prêt à augmenter son risque revenu tout en prenant un risque supplémentaire d'investissement indépendant du risque revenu. Le crédit ne sera donc pas une incitation à l'investissement quand le risque revenu est élevé. L'individu manifestant un niveau de prudence important, l'augmentation du risque revenu engendrée par la dette accroissant fortement l'aversion au risque pour le risque d'investissement.

Pour un niveau de risque revenu intermédiaire, la contraction d'un crédit peut avoir un caractère incitatif sur l'investissement tout en influençant son volume et sa nature. Les agents sont prêts à prendre un certain risque au niveau productif tout en cherchant à limiter les possibles conséquences néfastes du risque. L'effet richesse joue un rôle incitatif sur l'investissement, le crédit permettant de dépasser une insuffisance de liquidités monétaires. La limitation des conséquences de la dette sur le risque du revenu futur se fait au niveau du choix de l'investissement. L'agent prend donc un risque en mettant en oeuvre une nouvelle technique de production dont le financement lui est rendu possible par le crédit, mais limite les conséquences éventuelles de ce risque en agissant sur le volume et la nature de l'investissement. L'augmentation de l'aversion au risque d'investissement provoqué par l'effet dette amène l'agent à réduire soit le risque d'investissement, soit l'effet dette du crédit sur le risque revenu. Deux alternatives sont en effet ici possibles : le choix d'un investissement divisible pour limiter directement l'effet dette en agissant sur le volume de l'investissement et donc sur le montant du crédit demandé, ou le choix d'un investissement réversible et liquide qui permet plutôt de compenser l'augmentation de l'aversion pour le risque d'investissement en cherchant à acquérir une quantité supplémentaire d'actif assurantiel.

Dans le cas d'un agent dont le revenu est faiblement exposé au risque, l'effet richesse sera l'élément principal de la relation entre le crédit et l'investissement. Pour cette catégorie d'agent - dont le niveau de prudence est faible - l'effet dette sera marginal voir nul. Leur niveau de prudence ne sera vraisemblablement pas assez important pour que l'augmentation du risque du revenu futur causée par la dette à rembourser ne provoque une augmentation de l'aversion au risque pour le risque d'investissement productif. Le caractère incitatif du crédit dépendra donc du montant du crédit par rapport aux ressources monétaires disponibles.

## SECTION II CARACTERE INCITATIF DU CREDIT EN MILIEU RURAL SAHELIE

## 1 Risque revenu, crédit et investissement

### A/ Divisibilité et réversibilité de l'investissement agricole en milieu rural sahélien

Deux caractéristiques de l'investissement mis en oeuvre par l'agriculteur sahélien subissent l'influence des effets du crédit. Suivant le niveau de risque revenu du décideur, le crédit aura une influence sur le choix de l'investissement quant à son niveau de divisibilité et de liquidité. Nous avons en effet constaté que le comportement prudent d'un agriculteur accroît, d'une part, la demande de liquidité de l'investissement pour compenser le risque subjectif d'investissement, et d'autre part, la demande d'un investissement divisible permettant de limiter le montant du crédit et donc de la dette à rembourser. Nous détaillons dans ce paragraphe les changements techniques agricoles en fonction de leur niveau de divisibilité et de leur liquidité.

Dans le second chapitre, nous avons distingué les changements techniques agricoles sahéliens en fonction de leur impact sur le système de production. Nous avons ainsi retenu principalement les investissements modificateurs et transformateurs. Les premiers concernent les opérations de mécanisation et l'application d'engrais, tandis que les seconds concernent les diverses opérations de conservation des eaux et des sols.

Les investissements en engrais sont divisibles et irréversibles. Ils sont divisibles au sens où ils peuvent n'être appliqués que sur une partie de l'exploitation ou selon une intensité à l'unité de surface variable. Leur irréversibilité est évidente, une fois appliquée, la dose d'engrais ne peut être récupérée en l'état.

La mécanisation bénéficie d'un niveau de divisibilité variable mais réduit et d'une liquidité importante. La divisibilité de l'investissement en mécanisation est indirecte. Elle est liée au fait de passer quand cela est possible d'une dépense importante telle que la traction attelée à une dépense plus réduite d'outillage manuel. Cette divisibilité est incomplète, les moyens de production concernés répondant à des usages différents. La liquidité de l'investissement en

mécanisation concerne l'outillage mais surtout le bétail. Le rôle du bétail comme forme d'auto-assurance dépend d'un certain nombre d'éléments. Ainsi, la revente de bétail doit pouvoir s'effectuer sur un marché suffisamment actif pour avoir un certain niveau de liquidité, facilitant la négociation du bétail à n'importe quel moment. Dans le cas contraire - un marché du bétail restreint et fortement covariant - la revente de bétail à un moment inopportun par rapport à la situation du marché mais nécessaire par rapport à celle de l'agriculteur peut impliquer une perte en capital important. Ainsi, la liquidité de l'actif bétail lui permettant de jouer un rôle d'auto-assurance peut être remis en cause et fait l'objet de certaines controverses (Fafchamps et *al.*, 1997). Cependant, eu égard au niveau de liquidité des autres catégories de changement technique réalisable en milieu rural sahélien, le bétail constitue la forme d'investissement productif la plus liquide, car le plus facilement négociable sur un marché.

Les opérations de conservation des eaux et des sols sont peu divisibles et irréversibles. Leur étendue peut être modifiée mais cela ne joue que marginalement sur le coût de ces investissements. Celui-ci est en effet principalement constitué de coût relativement faible et fixe - principalement du matériel de terrassement et de transport de matériaux - qui par définition ne change pas - sauf pour de grandes variations - avec l'étendue de l'investissement. L'importance relative des coûts fixes empêche donc ce type d'investissement d'être divisible. La liquidité est ici nulle sauf à faire l'hypothèse d'une cession des terres cultivables sur lesquelles ont été appliquées les investissements. Ceci est très peu vraisemblable en raison, d'une part, de l'absence d'un marché foncier en milieu rural sahélien, et d'autre part, de la perte importante de capital productif que cette cession entraînerait pour l'agriculteur.

## B/ Influence du crédit sur l'investissement en milieu rural sahélien

Un certain nombre d'analyses empiriques de l'investissement en milieu rural sahélien nous permettent de faire le lien entre la contraction d'un crédit et l'usage qui en est fait pour l'investissement. Nous appliquons donc notre précédente analyse aux spécificités de l'agriculture sahélienne. La relation entre le crédit et l'investissement peut prendre deux formes : d'une part,

le crédit influence la décision d'investissement, d'autre part, le crédit influence la nature de l'investissement.

#### a Crédit et décision d'investissement

Le rôle du crédit dans la décision d'investissement comprend deux possibilités : une incitation à l'investissement ou un effet nul sur cette décision.

Un rôle incitatif du crédit dans la décision d'investissement est lié à un effet richesse important et à un effet dette réduit. En milieu rural sahélien, une telle situation concerne les agriculteurs prêts à entreprendre une stratégie productive agricole offensive mais qui en sont empêchés par un manque de ressources monétaires disponibles. L'importance de l'effet richesse du crédit est donc ici liée à des ressources financières limitées, facteur d'accroissement du rapport entre le montant du crédit et les ressources monétaires disponibles. Ces agriculteurs correspondent à la catégorie analysée par Dugue (1991) comme étant favorables à l'innovation agricole mais qui sont contraints financièrement pour réaliser un tel processus. D'après notre analyse précédente, le rôle incitatif du crédit sur l'investissement nécessite un effet dette réduit. On peut donc supposer que l'exposition du revenu au risque est ici modérée, principalement grâce à une certaine diversification extra-agricole du revenu et à des conditions agro-climatiques de production relativement favorables. Dans une telle situation, le niveau de prudence de l'agriculteur n'est pas suffisamment élevé pour l'empêcher d'acquérir de nouveaux moyens de production à crédit. Plus précisément l'augmentation de l'aversion au risque pour le risque lié à l'innovation agricole consécutive de l'effet de la dette sur le risque revenu n'est pas suffisante pour empêcher l'agriculteur d'investir. Cependant, cette augmentation de l'aversion au risque peut avoir certaines conséquences sur le choix de l'investissement comme nous le verrons dans notre analyse ultérieure du rôle du crédit sur l'investissement.

Deux situations peuvent amener une absence d'effet incitatif du crédit sur l'investissement : soit l'effet richesse est trop réduit, soit l'effet dette est trop important.

Pour des agriculteurs disposant d'une richesse financière importante, le ratio montant du crédit sur ressources monétaires sera vraisemblablement réduit. Pour un agriculteur décidé à investir, la disponibilité d'un crédit n'aura dans ce cas qu'une influence mineure dans la décision d'investissement. Par ailleurs, étant donné la relation existant entre niveau de richesse et exposition du revenu au risque (Reardon et Taylor, 1996), le niveau de risque revenu et donc la prudence seront faibles. Le crédit aura donc un effet dette négligeable sur la décision d'investissement.

A l'opposé du précédent cas, la relation entre crédit et investissement peut être inexistante en raison d'un effet dette trop important. Pour des agriculteurs dont le revenu est fortement aléatoire, et probablement proche du niveau de subsistance, le crédit ne constitue pas une incitation suffisante pour procéder à une innovation agricole. Le niveau élevé de prudence caractérisant leur comportement implique une forte aversion à toute augmentation du risque dans le futur. Par l'intermédiaire de l'effet dette, le crédit engendre une augmentation du risque revenu dans le futur qui accroît leur aversion pour le risque. Cette dernière étant potentiellement déjà élevée étant donné l'hypothèse d'association d'un revenu aléatoire et de faible niveau. L'effet richesse - qui peut être important eu égard à la faible assise financière de ces agents - est largement insuffisant pour compenser les effets négatifs de la dette sur le niveau de risque revenu dans le futur. Cette situation correspond à des agriculteurs cherchant les moyens d'accroître et de stabiliser leur revenu en dehors du secteur agricole. Leur objectif principal est un objectif de reproduction passant par des pratiques productives défensives (Yung et Bosc, 1992). Même si l'innovation agricole leur paraît désirable, le crédit ne constitue pas une incitation suffisante pour la mettre en oeuvre.

#### b Crédit et nature de l'investissement

Le crédit constitue une incitation à l'innovation agricole pour des agriculteurs ayant une contrainte de liquidité et dont le revenu ne subit pas de variations trop importantes. Autrement dit quand l'effet richesse est susceptible d'être important et l'effet dette modéré. Cependant, les

décisions économiques de tels agents restent marquées par un certain niveau de prudence. L'effet dette aura donc pour effet d'accroître l'aversion pour le risque lié à l'innovation agricole, autrement dit d'accroître la demande d'assurance pour compenser ce risque indépendant du risque revenu. Cette demande d'une forme d'assurance de la part d'agriculteurs prudents mais prêts à mettre en oeuvre une stratégie productive offensive aura des conséquences sur la nature de l'innovation.

Nous avons en effet établi que pour faire face à l'effet dette du crédit les agents accroissent leur demande d'actif divisible ou liquide. L'acquisition à crédit des nouveaux moyens de production accroît la prime de liquidité et de divisibilité liée à l'investissement. Tandis que la recherche d'une divisibilité accrue de l'investissement est un moyen direct - une réduction du niveau de risque - de réduire l'effet dette en réduisant la dette elle-même, la demande de liquidité est un moyen indirect - une augmentation de la quantité d'assurance détenue - permettant d'acquérir un actif ayant une certaine valeur assurantielle tout en effectuant un investissement productif.

L'investissement le plus divisible est celui lié à l'achat d'engrais. Pour limiter le montant du crédit et donc la dette à rembourser l'agriculteur sahélien peut choisir de réduire son achat d'engrais par rapport à la quantité qui lui serait nécessaire et optimale d'un point de vue agronomique. Yung (1992a) fournit un certain nombre d'exemples illustrant cette relation entre application partielle d'engrais (par rapport aux doses préconisées par la recherche agronomique) et risque lié à un endettement excessif. Dans l'utilisation d'engrais, Yung (1992a) distingue ainsi deux types de réaction visant à limiter "*l'insécurité liée à un endettement excessif*" (p.285). Une première réaction des producteurs se traduit par un refus d'utiliser l'engrais aux doses préconisées par souci de limiter leur endettement. Un deuxième exemple issu du bassin arachidier du Sénégal constate le refus d'utiliser l'engrais sur toutes les parcelles d'arachide pour réserver son utilisation aux parcelles les plus tôt semées et bénéficiant des meilleures façons culturales. On peut donc constater dans ce cas que si le crédit n'agit pas sur le choix de l'investissement - ce choix dépendant de facteurs productifs - il agit sur son volume quand celui-

ci est divisible. Quand l'innovation est divisible et que l'agriculteur est prudent, une réduction de la quantité de ce facteur de production permet de compenser en partie l'augmentation du risque revenu consécutive de la dette à rembourser.

Une des conséquences de la prudence de l'agriculteur sahélien dans la décision d'investissement est de privilégier les investissements présentant un certain niveau de liquidité. Nous avons constaté dans le deuxième chapitre que Yung et Bosc (1992) ont d'une certaine manière associé liquidité de l'investissement et risque monétaire lié à cet investissement couru sur plusieurs périodes. Une innovation dont le risque monétaire est couru sur plusieurs périodes correspond à du capital fixe, à un bien durable par rapport à une innovation dont le risque monétaire est couru sur une seule période telle que l'engrais qui s'assimile à du capital circulant. Les opérations de mécanisation culturale sont les principales innovations agricoles qui correspondent à ces caractéristiques de durabilité et donc de liquidité. La durée de vie de cet investissement permet de surmonter les conséquences négatives du risque subjectif d'apprentissage de la nouvelle technique. L'association de la durée et de la liquidité de l'investissement peut être mise en relation avec les conséquences du crédit sur le choix de l'investissement. D'une part, l'aspect durable de l'investissement permet en quelque sorte de lisser le risque subjectif d'investissement dans le temps. D'autre part, et d'une façon plus déterminante, la liquidité de l'investissement compense en partie les conséquences de l'effet dette du crédit sur le revenu. L'achat à crédit d'un nouveau moyen de production agricole est donc à l'origine d'une augmentation de la préférence pour la liquidité de cet investissement. En milieu rural sahélien, le crédit est donc susceptible de favoriser la mise en oeuvre d'innovations liées à la mécanisation des opérations culturales. L'élément le plus représentatif étant l'acquisition de moyens de traction animale. Le bétail, tout en étant un facteur d'accroissement de la production, peut être facilement revendu, relativement aux autres catégories de changement technique.

## 2 Disponibilité du crédit et développement rural au Sahel

### A/ Relation crédit-investissement et pauvreté

Dans le premier chapitre, nous avons établi que le revenu de la majorité des agriculteurs est soumis à un certain niveau de risque. Cette incertitude étant de nature irréductible, les décisions de consommation et de production ne sont pas indépendantes. Ainsi, l'agriculteur sahélien doit dans ses décisions productives tenir compte, d'une part, de sa stratégie visant à atteindre un revenu supérieur par une augmentation de sa production, cette augmentation pouvant passer par une prise de risque accrue, et d'autre part, de sa recherche de sécurité afin de répondre à ses besoins et à ceux de son entourage familial et communautaire. Les décisions productives ne sont pas prises uniquement selon des critères de maximisation du profit de la production agricole. Nous avons montré que cette double stratégie de sécurité et de maximisation est appliquée dans la relation entre le crédit et l'investissement, l'exposition au risque du revenu jouant une place centrale dans la réalisation de ce mécanisme. Ceci a certaines conséquences en milieu rural sahélien étant donné la vulnérabilité économique - niveau de revenu faible et aléatoire - d'une grande partie de la population. L'exposition du revenu au risque étant le principal frein au caractère incitatif du crédit sur l'investissement, les effets positifs sur l'innovation productive d'une disponibilité du crédit en milieu rural sahélien doivent être relativisés.

Ainsi, au-delà des éléments agronomiques militant en faveur de l'adoption de nouvelles techniques de production en milieu rural sahélien, c'est l'environnement économique général qui paraît l'élément déterminant du mécanisme d'entraînement que joue le crédit sur l'investissement agricole. D'une part, le développement des marchés du risque - épargne-crédit et assurance - autorise une meilleure sécurisation de la consommation en permettant de faire face aux conséquences négatives du risque revenu sur la consommation. D'autre part, le développement

d'une activité économique en dehors de la stricte production agricole<sup>90</sup> est un moyen de réduire l'exposition du revenu au risque et permet donc une prise accrue de risque et un meilleur fonctionnement de la relation entre crédit et investissement.

Par l'intermédiaire de l'aspect déterminant qu'occupe l'exposition du revenu au risque dans notre analyse et étant donné la précarité des conditions de vie d'une grande partie de la population rurale sahéenne, on peut affirmer que l'environnement économique joue un rôle central dans le caractère incitatif du crédit dans la relation d'investissement.

## B/ Crédit, choix d'investissement et développement agricole sahéen

Pour les agriculteurs dont le frein principal à l'innovation agricole est le manque de ressources monétaires, le crédit est une incitation à l'investissement. Cependant nous avons constaté par ailleurs que le crédit constitue aussi une incitation à la divisibilité et la liquidité de l'innovation productive agricole.

La divisibilité, en permettant de réduire le montant de l'investissement en fonction de l'effet dette du crédit peut conduire à la sous-optimalité de l'utilisation des facteurs de production. Ainsi, l'adoption partielle de l'épandage d'engrais peut correspondre à un objectif de maintien de la fertilité du sol, mais ne permet pas d'accroître la productivité par unité de surface. L'achat à crédit peut être un facteur d'accroissement de cette sous-optimalité de l'utilisation d'engrais.

Par ailleurs, le crédit, en augmentant la prime à la liquidité de l'innovation agricole mise en oeuvre, peut produire certains effets non-désirés dans une problématique de sauvegarde des ressources productives sahéennes. En effet, en fournissant une incitation supplémentaire à la mécanisation - et notamment à l'usage de traction animale - l'usage du crédit peut constituer un facteur d'extensification des cultures. L'usage de la traction animale peut être associé à une

---

<sup>90</sup>C'est-à-dire, d'une part, des activités liées au secteur agricole mais se situant en-dehors de l'exploitation agricole et concernant principalement des activités de transformation des produits primaires, et d'autre part, des activités extra-agricoles génératrices de revenu.

extension des surfaces cultivées (Yung, 1992a) et à la poursuite d'un mode extensif de production, source d'épuisement des sols comme nous l'avons constaté dans la première partie.

Ce surcroît de la préférence pour la liquidité et pour la divisibilité de l'investissement agricole que fournit l'achat à crédit peut se faire au détriment des investissements agricoles entrant dans la catégorie de conservation des eaux et des sols. Ces innovations agricoles qui visent au maintien de la fertilité des sols notamment par une meilleure gestion des ressources hydriques ne sont en effet ni liquides ni divisibles. Pourtant, dans une optique de développement agricole de long terme au Sahel, ces investissements productifs revêtent une grande importance (Rochette, 1989, Sanders et *al.*, 1990). Ils permettent notamment une meilleure gestion d'une ressource rare dans l'agriculture sahélienne : l'eau. Cette ressource en eau étant décisive pour une agriculture essentiellement à caractère pluvial. Toutefois, étant donné leur absence de divisibilité et de liquidité, le crédit ne constitue pas une incitation importante à leur mise en oeuvre.

Du point de vue environnemental et étant donné le caractère risqué du revenu de l'agriculteur sahélien, le crédit n'est donc pas une incitation dont les conséquences sont entièrement positives. Le financement d'une innovation productive à crédit peut en effet constituer une incitation à mettre en oeuvre des techniques productives à caractère extensif. Les conséquences pour les facteurs naturels de production peuvent être négatives<sup>91</sup>. La réduction de l'exposition du revenu au risque - en réduisant l'effet dette du crédit - peut être un moyen de concilier caractère incitatif du crédit dans la décision d'investissement et préservation des ressources productives naturelles. Le développement des marchés du risque et du secteur non strictement agricole en milieu rural sahélien constitue une réponse à cette opposition relative entre, d'une part, relation crédit-investissement et, d'autre part, préservation de l'environnement productif agricole.

---

<sup>91</sup>Nous avons vu dans le premier chapitre les conséquences du développement de pratiques productives extensives sur l'environnement naturel et donc sur un élément déterminant du capital productif.

## CONCLUSION

Les deux variables liquidité monétaire disponible et exposition du revenu au risque nous ont permis d'obtenir une interprétation concrète des effets richesse et dette du crédit sur la décision d'investissement agricole en milieu rural sahélien. Ces deux variables ont un lien étroit avec le revenu de l'agriculteur, plus particulièrement avec sa composition. L'importance des sources de revenu extra-agricole sera en effet déterminante pour la richesse monétaire de l'agriculteur et pour l'exposition au risque de son revenu. L'effet richesse du crédit dépend du rapport entre montant du crédit demandé et liquidité monétaire disponible. Plus ce rapport sera élevé, plus l'effet richesse aura un impact positif sur la décision d'investissement. L'effet dette dépend de l'exposition du revenu au risque. Plus le revenu de l'agriculteur est exposé au risque - et donc plus il est prudent - plus l'effet dette aura un impact négatif sur la décision d'investissement. L'effet dette dépendant du niveau de prudence, il est donc en relation avec la quantité de risque détenue dans le futur. L'effet dette aura donc pour conséquence, soit de réduire le montant de l'investissement quand celui-ci est divisible, soit d'accroître la demande de liquidité de l'investissement et de favoriser les investissements les plus réversibles possibles. L'exposition du risque au revenu déterminera la relation entre les deux effets. Plus le revenu est exposé au risque, plus l'effet richesse du crédit est susceptible d'être important ainsi que l'effet dette. Pour contourner les conséquences de la dette sur son risque revenu, l'agriculteur désireux d'investir accordera sa préférence à des innovations agricoles divisibles et liquides.

En milieu rural sahélien, le crédit aura donc certaines conséquences sur l'investissement. Suivant le risque revenu, il constitue une incitation à l'investissement, mais il peut jouer un rôle dans le choix de l'investissement et dans son application. Ainsi, la prime à la divisibilité peut conduire à une utilisation sous-optimale du changement technique, ceci dans l'objectif de réduire l'effet dette du crédit. La prime à la liquidité peut jouer en faveur de la traction attelée étant donnée la liquidité supérieure du bétail relativement aux autres innovations, et ainsi favoriser des pratiques culturales extensives. Au contraire, les aménagements liés à la

préservation du capital productif naturel - primordiaux en milieu rural sahélien - peuvent s'en trouver délaissés par le manque de divisibilité et de réversibilité de ces investissements.

Plus généralement, étant donné la non-séparabilité des décisions de production et de consommation en agriculture sahélienne, le crédit ne constitue pas une incitation suffisante à l'investissement agricole pour les agriculteurs dont le revenu est le plus bas. Par ailleurs, quand le crédit est incitatif, la volonté de réduire le risque revenu dans le futur peut inciter à des décisions d'investissement qui ne sont pas forcément les meilleures du point de vue des ressources naturelles productives en milieu rural sahélien. Le développement des marchés du risque et des activités économiques extra-agricoles est un moyen d'améliorer le fonctionnement de la relation entre le crédit et l'investissement eu égard aux caractéristiques de l'environnement socio-économique et du milieu naturel sahélien.

## CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE

La prise en compte de la non-séparabilité des décisions de production et de consommation est un facteur important de complexification de l'analyse de la relation entre crédit et investissement. Ceci amène en effet à considérer dans l'étude de cette relation des éléments liés au revenu et à son exposition au risque qui vont influencer la décision d'investissement et le rôle du crédit dans cette décision.

Ainsi, la nature irréductible du risque affectant le revenu de l'agriculteur sahélien impose de prendre en compte un double effet du crédit sur la décision d'investissement. Le crédit constitue non seulement une incitation à investir par l'apport de richesse supplémentaire qu'il fournit, mais aussi un frein à l'investissement par les conséquences de l'augmentation du risque revenu qu'implique la dette à rembourser dans le futur. Cette ambivalence de la relation entre crédit et investissement est due à la double nature du crédit : c'est à la fois un élément productif car il permet d'investir et un élément domestique car il impose une dette à rembourser au budget de l'agriculteur sahélien.

Etant donné l'effet du crédit sur le risque revenu et les caractéristiques de l'attitude individuelle par rapport au risque de l'agriculteur sahélien, le crédit influence le volume de l'investissement et sa nature. L'influence du crédit sur la nature de l'investissement est un résultat important de cette troisième partie. Il est la conséquence de deux facteurs influençant la décision d'investir : la présence, d'une part, d'une incertitude irréductible affectant le revenu et, d'autre part, de risques multiples. En finançant son investissement à crédit, l'agriculteur sahélien cherchera à compenser son augmentation du risque revenu par certains choix d'investissement. Le choix de certains actifs plutôt que d'autres lui permet d'augmenter sa quantité d'assurance, et de réduire l'exposition au risque de son revenu. On constate donc que pour les individus dont le revenu est exposé au risque et qui sont donc prudents, le crédit constitue une incitation à investir mais aussi une incitation se procurer une quantité

supplémentaire d'assurance.

Cette double incitation du crédit a certaines conséquences dans la problématique du rôle du crédit dans le développement agricole à long terme au Sahel. Nous avons en effet constaté que le crédit peut favoriser des choix techniques qui ne sont pas les plus favorables à la préservation du capital naturel productif à long terme. Ainsi, si à court terme le crédit est un élément positif du développement agricole en favorisant l'investissement productif, il peut être facteur de déséquilibres à long terme en n'incitant pas à des changements techniques préservant le milieu naturel et donc le capital productif agricole.

## **CONCLUSION GENERALE**

La place du crédit dans le processus d'investissement agricole en milieu rural sahélien, et plus généralement dans le processus de développement économique peut être abordée de diverses façons. Nous avons choisi d'étudier ce problème au niveau individuel, au niveau des décisions de l'agent décideur, ici l'agriculteur sahélien. Pour ce faire, nous avons accordé une place centrale au risque, à son analyse, à l'attitude des agents par rapport au risque, ainsi qu'à sa place dans les décisions économiques des agriculteurs sahéliens. Ceci nous a permis de mettre en évidence les conséquences de la situation économique des agriculteurs sahéliens - situation marquée par un certain niveau de précarité - sur les décisions productives. Cette attention portée au risque dans notre analyse nous a conduit à utiliser certains concepts particuliers permettant de caractériser précisément les risques et de les intégrer dans notre étude.

Dans une première partie, notre approche du risque s'est effectuée essentiellement de manière empirique. Nous avons, à l'aide de travaux empiriques relatifs au milieu rural sahélien, analysé les facteurs déterminants de la décision d'investissement agricole. Une étude de la formation du revenu de l'agriculteur sahélien nous a permis d'aboutir à la conclusion que ce revenu est soumis à une incertitude importante contre laquelle l'agent ne dispose pas de moyens d'assurance efficaces. Cette incertitude de nature irréductible affectant le revenu a pour conséquence directe de relier les décisions de consommation et les décisions de production. La décision d'investissement entre dans cette perspective et est donc dépendante d'éléments liés à la consommation, plus précisément à la satisfaction des besoins de l'agriculteur et de son entourage. Le motif de sécurité est donc un élément important de la décision d'investissement. Un certain nombre d'études empiriques permettent d'établir une relation entre revenu - son niveau et son exposition au risque - et pratique d'investissement. Par ailleurs, la mise en oeuvre d'une innovation agricole implique la prise d'un risque spécifique. Ce dernier étant lié à l'apprentissage nécessaire à la mise en oeuvre de changement technique. Dans un milieu où le savoir intergénérationnel relatif aux décisions de production occupe une place importante, ce risque d'investissement est susceptible d'être important.

La mise en évidence de la place du risque dans les décisions économiques de

l'agriculteur sahélien nous a permis dans cette première partie d'aboutir à la conclusion suivante : l'agriculteur sahélien engagé dans un processus d'investissement agricole doit faire face à une double source de risque : le risque revenu qui est de nature irréductible, et le risque d'investissement lié à l'apprentissage d'une nouvelle technique de production. Cette décision d'investissement est marquée par une double stratégie individuelle : la recherche d'un profit et donc d'un revenu supérieur au niveau productif, et le maintien d'un certain niveau de sécurité du revenu au niveau domestique.

L'intégration de la variable crédit dans ce mécanisme décisionnel nécessite des outils théoriques précis. Ceux-ci doivent être en mesure de prendre en compte, d'une part, un double objectif de revenu et de sécurité, et d'autre part, la présence de risques multiples affectant la décision individuelle.

C'est à l'analyse des outils théoriques disponibles pour remplir cet objectif qu'a été consacrée la deuxième partie. Tout en restant dans le cadre de la théorie de l'utilité espérée, l'emploi du concept de prudence nous a permis de prendre en considération la recherche de maximisation d'un revenu propre au changement technique et le besoin de sécurité économique dans l'analyse des décisions de l'agriculteur sahélien. Nous avons montré que le concept prudentiel - au-delà de ses applications aux problèmes d'épargne - peut trouver une application plus générale concernant les décisions productives de l'agriculteur sahélien. L'emploi de la prudence nous a permis de dépasser les limites des outils classiques de caractérisation de l'attitude individuelle par rapport au risque et ainsi de pouvoir analyser les implications de la présence d'une incertitude irréductible ou de l'importance du motif de sécurité dans les décisions économiques. La question plus spécifique des risques multiples et de la prise en compte d'une incertitude irréductible dans ce cadre a nécessité une étude des développements théoriques de Ross (1981) et des extensions qui en ont été faites. Nous avons ainsi étudié les conséquences de la présence d'une incertitude irréductible dans un problème de choix de portefeuille. De même, nous avons rappelé les analyses prenant en compte les conséquences d'une variation de l'incertitude irréductible sur la prise de risque.

L'analyse empirique de la première partie nous a permis de fixer certaines hypothèses

de comportement de l'agriculteur sahélien; la deuxième partie de fournir les outils théoriques nécessaires à leur analyse. Ces résultats nous ont autorisé dans la troisième partie à analyser la relation entre crédit et investissement en milieu rural sahélien. Suivant notre approche centrée sur le risque, nous nous sommes interrogés sur les conséquences en terme de risque de la contraction d'un crédit. Nous avons détaillé deux effets du crédit sur l'attitude individuelle par rapport au risque. Le crédit produit un effet richesse, la liquidité supplémentaire disponible augmentant temporairement le niveau de richesse. Cet effet richesse est une incitation positive à l'investissement par notre hypothèse d'une aversion absolue au risque décroissante en richesse. Etant donné l'exposition du revenu au risque, le crédit a un effet dette sur l'attitude par rapport au risque. Nous avons en effet montré que le remboursement du crédit pouvait, selon certaines hypothèses, être assimilé à une augmentation du risque revenu de la période de remboursement. Le niveau individuel de prudence déterminant si cette augmentation du risque revenu accroît l'aversion au risque pour un risque indépendant : le risque d'investissement dans notre analyse.

Grâce à cette interprétation théorique des effets du crédit sur l'attitude individuelle par rapport au risque nous avons pu analyser le fonctionnement de la relation entre crédit et investissement en milieu rural sahélien. L'exposition du revenu au risque joue un rôle central dans le caractère incitatif du crédit dans la décision d'investissement. Cette variable influence non seulement l'établissement ou non de la relation entre crédit et investissement, mais joue un rôle dans le choix de l'investissement. La mise en évidence de l'importance du risque revenu dans les décisions économiques nous a ainsi permis d'établir que le mode de financement joue un rôle dans le choix de l'investissement en milieu rural sahélien. Ainsi, un agriculteur sahélien prudent finançant son investissement à crédit favorisera la divisibilité et la liquidité de son investissement. Nous avons constaté que, cette recherche d'une divisibilité et d'une liquidité accrue de l'investissement peut potentiellement être facteur de déséquilibres en favorisant certaines pratiques extensives au détriment des pratiques visant à une meilleure gestion des ressources naturelles.

Deux éléments nous ont permis d'analyser la relation entre le crédit et l'investissement

et d'en extraire certains résultats : le risque et le revenu. Si le revenu occupe une telle place, cela est dû à la présence du risque dans chacune des décisions économiques de l'agriculteur sahélien. Cette caractéristique n'est pas propre au milieu rural sahélien, mais peut être appréhendée dans de nombreux pays en voie de développement. Une spécificité du milieu rural sahélien est l'importance qu'y joue la gestion des ressources naturelles de production, autant au niveau des sols que de l'alimentation hydrique des cultures. Les conséquences potentiellement négatives du financement à crédit des investissements agricoles sur ce milieu naturel incitent à souligner l'effet positif qu'est susceptible d'avoir dans le fonctionnement de la relation entre crédit et investissement le développement des marchés du risque et des possibilités d'activités extra-agricoles permettant aux agriculteurs sahéliens de réduire l'exposition au risque de leur revenu. Cette réduction permettant une atténuation de l'effet dette du crédit sur l'investissement et donc une réduction de la recherche d'un niveau d'assurance supplémentaire par la préférence accordée aux actifs divisibles et liquides.

C'est la prise en compte conjointe du risque et du revenu dans notre analyse qui justifie le double effet du crédit sur l'attitude individuelle par rapport au risque. Le fait que le crédit soit à la fois un élément positif et négatif dans la prise de risque, et donc dans la décision d'investissement, est rarement pris en compte dans les analyses de la relation entre crédit et investissement. C'est notre démarche analytique, considérant conjointement des éléments de l'économie domestique et productive de l'agriculteur sahélien par l'intermédiaire des outils théoriques de la micro-économie du risque, qui nous a permis de parvenir à ce résultat.

A partir de la situation sahélienne et grâce à l'emploi des outils théoriques de la microéconomie du risque, nous avons donc montré la place centrale qu'occupe l'environnement économique et les conditions économiques d'existence des agriculteurs dans le caractère incitatif du crédit dans la décision d'investissement agricole. Ainsi, le rôle incitatif du crédit dans le processus de développement économique dépend des caractéristiques de l'offre de crédit, notamment de son adaptation à l'environnement économique, et des conditions d'investissement productif, en terme de rentabilité de cet investissement, mais aussi, d'une manière déterminante

pour des populations en situation de plus ou moins grande vulnérabilité économique, des conditions de formation du revenu des population. Le revenu, son niveau et son exposition au risque, a une place centrale dans le fonctionnement de la relation entre le crédit et l'investissement en milieu rural sahélien.

Notre démarche analytique concernant l'utilisation du crédit à destination de l'investissement productif agricole en milieu rural sahélien appelle d'autres recherches dans ce domaine. Une vérification empirique de notre travail serait d'un certain intérêt. Une telle étude comprendrait cependant un certain nombre de difficultés de réalisation en raison du nombre important d'éléments à prendre en compte, et de la possibilité ou non d'en obtenir une estimation.

Par ailleurs, la question générale des déterminants de l'utilisation d'un crédit dans un contexte de revenu risqué nous semble importante. Elle s'inscrit dans le cadre d'une interrogation sur les usages faits des crédits distribués dans les pays en voie de développement. En restant dans le cadre des agricultures de semi-subsistance et selon les caractéristiques de l'agent considéré, un crédit peut être utilisé pour entreprendre une diversification du revenu, effectuer une dépense de consommation ou investir dans l'activité agricole. Il serait alors nécessaire, pour étudier au niveau théorique les déterminants de l'utilisation du crédit, de porter l'analyse sur les relations existant entre revenu risqué, diversification du revenu et investissement, et d'y intégrer le crédit.

## **BIBLIOGRAPHIE**

ADAMS D.W., 1988, "The conundrum of successful credit projects in floundering rural financial markets", *Economic Development and Cultural Change*, vol.36, 355-367.

ADAMS D. W., von PISCHKE J. D., 1992, "Microentreprise credit programmes : déjà vu", *World Development*, vol.20, 1463-1470.

ALLAIS M., 1953, "Le comportement de l'homme rationnel devant le risque. Critique des postulats de l'école américaine", *Econometrica*, vol.21, 503-546.

ARNOTT R., STIGLITZ J.E., 1991, "Moral hazard and nonmarket institutions : dysfunctional crowding out or peer monitoring", *American Economic Review*, vol.81, 179-190.

ARROW K. J., 1958, "Utilities, attitudes, choices : a review note", *Operations Research*, vol.5, 765-774.

ARROW K. J., 1965, "The theory of risk aversion", in *Aspects of the theory of risk-bearing*, Helsinki : Yrjö Jahnssonin säätiö, Lecture 2, in *Collected Papers of K.J. Arrow*, vol.3, Basil Blackwell, Oxford, 1984, 147-171.

BADHURI A., 1977, "On the formation of usurious interest rates in backward agriculture", *Cambridge Journal of Economics*, vol.1, n°4, 341-352.

BARBIER B., RUAS J-F, 1994, "Hétérogénéité spatiale des pays du Sahel", in *Promotion des systèmes agricoles durables des pays d'Afrique soudano-sahélienne*, FAO, CIRAD, CTA, éditeurs scientifiques : Benoit-Cattin M. et De Grandi J-C, 6-12.

BARDHAN P. K., 1980, "Interlocking factor markets and agrarian development: a review of issues", *Oxford Economic Papers*, vol.32, n°1, 82-98.

BASANT R., 1991, "Indigenous knowledge and technology diffusion. A case of agro-mechanical technology in Gujarat, India", in *Savoirs paysans et développement*, sous la dir. G. Dupré, Karthala, ORSTOM, Paris, 439-460.

BASU K., 1983, "The emergence of isolation and interlinkage in rural markets", *Oxford Economic Papers*, vol.35, 262-280.

BECKER G.S., 1965, "A theory of the allocation of time", *Economic Journal*, n°299, 493-517.

BERNUS E., MARCHAL J. Y., PONCET Y., 1993, "Le Sahel oublié", in *Agriculture, écologie et développement*, sous la dir. de Dufumier M., *Revue Tiers-Monde*, vol.34, 305-326.

BERTRAND R., 1992, "Les conditions agropédologiques" , in *Le développement agricole au Sahel*, T.1, *Milieux et défis*, Bosc P.M., Dollé V., Garin P., Yung J.M Eds, CIRAD, coll. "Documents Systèmes Agraires", n°17, 11-58.

BESLEY T., 1994, "How do markets failures justify interventions in rural credit markets ?", *World Bank Research Observer*, vol.9, 27-47.

BESLEY T., 1995a, "Savings, credit and insurance", in *Handbook of development economics*, Behrman J. et Srinivasan T.N. Eds, Elsevier Science B-V, Amsterdam, vol.3, 2123-2207.

BESLEY T., 1995b, "Nonmarket institutions for credit and risk sharing in low-income countries", *Journal of Economic Perspectives*, vol.9, n°3, 115-27.

BESLEY T., COATE S., 1995, "Group lending, repayment incentives and social collateral", *Journal of Development Economics*, vol.46, 1-18.

BINSWANGER H. P., SILLERS D. A., 1983, "Risk aversion and credit constraints in farmers' decision-making : a reinterpretation", *Journal of Development Studies*, vol.20, 5-21.

BINSWANGER H. P., ROSENZWEIG M. R., 1986, "Behavioral and material determinants of production relations in agriculture", *Journal of Development Studies*, vol. 22, n°3, 503-539.

BINSWANGER H. P., M<sup>e</sup> INTIRE J., 1987, "Behavioral and material determinants of production relations in land-abundant tropical agriculture", *Economic Development and Cultural Change*, vol.36, n°1, 73-99.

BINSWANGER H. P., PINGALI P., 1988, "Technological priorities for farming in sub-saharian Africa", *The World Bank Research Observer*, vol.3, 81-98.

BINSWANGER H. P., 1989, "The policy response of agriculture", *Proceeding of the World Bank annual conference on development economics*, 231-271.

BINSWANGER H. P., ROSENZWEIG M. R., 1993, "Wealth, weather risk and the composition and profitability of agricultural investments", *The Economic Journal*, vol.103, n°1, 56-78.

BONFILS M., 1987, *Halte à la désertification au Sahel. Guide méthodologique*, Karthala/CTA, Paris.

BOTTOMLEY A., 1975, "Interest rate determination in underdeveloped rural areas", *American Journal of Agricultural Economics*, vol.57, n°1, 279-291.

BOTTOMLEY A., 1977, "The premium for risk as a determinant of interest rate in underdeveloped rural areas", *Quarterly Journal of Economics*, vol.77, 637-647.

BOUSSARD J. M., 1987, *Economie de l'agriculture*, Economica, Paris.

BOUZIT A. M., 1995, "Apport du modèle d'utilité anticipée à l'attitude des exploitants agricoles face au risque", *Economie Rurale*, n°227, 28-33.

BRAUN von J., WEBB P. J. R., 1989, "The impact of a new crop technology on the agricultural division of labor in a west African setting", *Economic Development and Cultural Change*, vol.37, 513-534.

BRIYS E., EECKHOUDT L., LOUBERGE H., 1989, "Endogeneous risks and the risk premium", *Theory and Decision*, vol.26, 37-46.

BROEKHUYSE J., SALL A., 1986, "*Organisation du monde rural sahélien*", Colloque de Mindello sur les politiques céréalières dans le Sahel, CILSS/Club du Sahel, Amsterdam, mimeo.

BROSSIER J., 1989, "Risque et incertitude dans la gestion de l'exploitation agricole. Quelques principes méthodologiques.", in *Le risque en agriculture*, Orstom, Coll. "A travers champs", Paris, 25-46.

CAPUTO V., 1988, *Le crédit et l'épargne ruraux dans le Sahel*, Rencontre régionale: la gestion des terroirs villageois au Sahel, Club du Sahel, Paris.

CARTER M.R., WIEBE K.D., 1990, "Access to capital and its impact on agrarian structure and productivity in Kenya", *American Journal of Agricultural Economics*, vol.72, 1146-1150.

CARTER M.R., 1997, "Environment, technology, and the social articulation of risk in west african agriculture", *Economic Development and Cultural Change*, vol.45, 557-590.

CHAVAS J.P., KRISTJANSON P., MATLON P., 1991, "On the role of information in decision making. The case of sorghum yield in Burkina Faso", *Journal of Development Economics*, vol.35, 261-280.

CLUB DU SAHEL, 1996, *La sécurité alimentaire au Sahel : bilan et perspectives, implications pour les outils et les approches*, OCDE, Club du Sahel, mimeo.

COATE S., RAVALLION M., 1993, "Reciprocity without commitment. Characterization and performance of informal insurance arrangements", *Journal of Development Economics*, vol.40, 1-24.

COQUERY-VIDROVITCH C., 1981, "Les paysans africains: permanences et mutations", in *Sociétés paysannes du Tiers Monde*, Presse Universitaire de Lille, Lille.

COULIBALY B., NIANG M., POL F. van der, 1993, *Relations entre les pratiques d'amélioration des sols et les conditions socio-économiques des exploitations agricoles au Mali*, OCDE, Club du Sahel, CILSS, Paris.

COUTY P., 1989, "Risques agricoles, périls économiques", in *Le risque en agriculture*, Milleville P. et Eldin M. ed, ORSTOM, coll. "A travers champs", Paris, 561-568.

DEATON A., 1991, "Saving and liquidity constraints", *Econometrica*, vol.59, 1221-1248.

DERCON S., 1996, "Risk, crop choice, and savings : evidence from Tanzania", *Economic Development and Cultural Change*, vol.44, 485-513.

DOLIGEZ F., 1996, "Études comparées de l'impact économique des systèmes de crédit rural", *Revue Tiers Monde*, vol.37, 187-202.

DREZE J. H, MODIGLIANI F., 1972, "Consumption decisions under uncertainty", *Journal of Economic Theory*, vol.5, 308-335.

DREZE J., SEN A. K., 1989, *Hunger and public action*, Clarendon Press, Oxford.

DUFUMIER M., 1993, "Politiques agricoles et initiatives locales", in *Dynamique des systèmes agraires. Politiques agricoles et initiatives locales. Adversaires ou partenaires ?*, coordination C. Blanc-Pamard, Orstom, coll. "Colloques et Séminaires", Paris, 15-47.

DUGUE P., 1991, "Les innovations techniques et leur adoption dans les exploitations agricoles : le cas du Yatenga au Burkina-Faso", *Revue du Réseau d'Etude des Systèmes de Production en Afrique de l'Ouest*, vol.1, n°2, 33-51.

DUGUE P., YUNG J. M., 1992, "Reconstruction de la fertilité. Yatenga, Burkina Faso" , in *Le développement agricole au Sahel, T.3, Terrains et innovations*, Bosc P.M., Dollé V., Garin P., Yung J.M Eds, CIRAD, coll. "Documents Systèmes Agraires", n°17, 45-61.

DUPRE G., 1991, sous la dir. de, *Savoirs paysans et developement*, Karthala/Orstom, Paris.

DUPUY C., 1990, "Les associations villageoises au Sénégal: fonctions économiques et modalités de financement", *Revue Tiers-Monde*, vol., n° 122, avril-juin, 351-375.

ELDIN M., 1989a, "Du risque de sécheresse au risque de mauvaise récolte : un effort de clarification des concepts...", in *Le risque en agriculture*, Milleville P. et Eldin M. ed, ORSTOM, coll. "A travers champs", Paris, 19-23.

ELDIN M., 1989b, "Analyse et prise en compte des risques climatiques pour la production végétale", in *Le risque en agriculture*, Milleville P. et Eldin M. ed, ORSTOM, coll. "A travers

champs", Paris, 19-23.

EECKHOUDT L., GOLLIER C., 1992, *Les risques financiers. Evaluation, gestion, partage*, Ediscience International, Paris.

EECKHOUDT L., GOLLIER C., SCHNEIDER T., 1993, "Risk aversion, prudence and temperance: a (more) unified approach", *Les Cahiers de Recherche HEC*, n°474.

EECKHOUDT L., GOLLIER C., SCHLESINGER H., 1996, "Changes in background risk and risk taking behaviour", Notes and Comments, *Econometrica*, vol.64, 683-689.

EGG J., GREGOIRE E., 1992, "Les marchés céréaliers", in *Le développement agricole au Sahel*, T.1, *Milieux et défis*, Bosc P.M., Dollé V., Garin P., Yung J.M Eds, CIRAD, coll. "Documents Systèmes Agraires", n°17, 150-177.

EHRlich I., BECKER G.S., 1972, "Market insurance, self insurance, and self protection", *Journal of Political Economy*, vol.80, 623-648.

ESWARAN M., KOTWAL A., 1989, "Credit as insurance in agrarian economies", *Journal of Development Economics*, vol.31, 37-53.

ESWARAN M., KOTWAL A., 1990, "Implications of credit constraints for risk behaviour in less developed economies", *Oxford Economic Papers*, vol.42, 473-482.

EWALD F., 1996, "Philosophie de la précaution", *L'année sociologique*, vol.46, 383-412.

FAFCHAMPS M., 1992, "Solidarity Networks in preindustrial societies : rational peasants with a moral economy", *Economic Development and Cultural Change*, vol.41, 147-175.

FAFCHAMPS M., 1993, "Sequential labor decisions under uncertainty : an estimable household model of west-african farmers", *Econometrica*, vol.61, 1173-1197.

FAFCHAMPS M., UDRY C., CZUKAS K., 1996, "Drought and saving in West Africa : Are livestock a buffer stock?" *Journal of Development Economics*, vol.47.

FAFCHAMPS M., 1997, *Rural poverty, risk, and development*, mimeo.

FAFCHAMPS M., PENDER J., 1997, "Precautionary saving, credit constraints, and irreversible investment : theory and evidence from semi-arid India", *Journal of Business and Economic Statistics*, vol.15, 180-194.

FAO, 1996, *Burkina-Faso : Economie, informations générales*, mimeo

FAVEREAU O., 1995, "Développement et économie des conventions", in *L'Afrique des incertitudes*, Hugon P., Pourcet G., Quiers-Valette S. eds, IEDES, coll. Tiers Monde, P.U.F, Paris, 179-199.

FEDER G., 1980, "Farm size, risk aversion and the adoption of new technology under uncertainty", *Oxford Economic Papers*, vol.32, n°2, 263-83.

FEDER G., JUST R.E., ZILBERMAN D., 1985, "Adoption of agricultural innovations in developing countries : a survey", *Economic Development and Cultural Change*, vol.33, 255-296.

GASTELLU J. M., 1980, "... Mais, où sont donc ces unités économiques que nos amis cherchent tant en Afrique ?", *Cahier Orstom, Série Sciences Humaines*, vol.17, 3-11.

GENTIL D., 1992, "Finances rurales : débats actuels et orientations méthodologiques", *Epargne Sans Frontière*, n°27, 4-10.

GENTIL D., FOURNIER Y., 1993, *Les paysans peuvent-ils devenir banquiers ? Epargne et crédit en Afrique*, Syros Alternatives, Paris.

GERMAIN N., POUSSIN J.C., 1989, "Décisions d'assolement et incertitudes : une problématique pour l'agronome", in *Le risque en agriculture*, Orstom, Coll. "A travers champs", Paris, 463-474.

GOLLIER C., PRATT J.W., 1996, "Risk vulnerability and the tempering effect of background risk", *Econometrica*, vol.64, 1109-1123.

GRAHAM D.H., 1994, "Finance informelle rurale au Niger : leçons utiles pour établir des institutions formelles", in *Finance informelle dans les pays en voie de développement*, sous la dir. de Adams D.W. et Fitchett D.A., Presses Universitaires de Lyon, Lyon, 85-97.

GREPPERUD S., 1997, "Poverty, land degradation and climatic uncertainty", *Oxford Economic Papers*, vol.49, 586-608.

GROUZIS M., ALBERGEL J., 1989, "Du risque climatique à la contrainte écologique. Incidence de la sécheresse sur les productions végétales et le milieu au Burkina-Faso", in *Le risque en agriculture*, Milleville P. et Eldin M. ed, ORSTOM, coll. "A travers champs", Paris, 243-254.

GRUENAIIS M.E., 1985, "Aînés, aînées; cadets, cadettes. Les relations aînés/cadets chez les Mossi du centre (Burkina-Faso)", in *Agés, pouvoir et société en Afrique Noire*, sous la dir. de Abélès M. et Collard C., Karthala, Paris, 219-245.

GUILLAUD D., 1991, "L'emprunt technique dans l'agriculture de l'Arinbinda, Burkina-Faso", in *Savoirs paysans et développement*, sous la dir. G. Dupré, Karthala, ORSTOM, Paris, 347-361.

GUISSO L., JAPPELLI T., TERLIZZESE D., 1996, "Income risk, borrowing constraints, and portfolio choice", *American Economic Review*, vol.86, 158-72.

HAMMER J. S., 1986, ""Subsistance First". Farm allocation decisions in Senegal", *Journal of Development Studies*, vol.23, 355-69.

HUGON P., 1991, "Les politiques d'ajustement et le dualisme financier africain", *Revue Techniques Financières et Développement*, n°23.

JANVRY A. de, FAFCHAMPS M., SADOULET E., 1991, "Peasant household behaviour with missing markets : some paradoxes explained", *Economic Journal*, vol.101, 1400-1417.

JONES R.A., OSTROY J.M., 1984, "Flexibility and uncertainty", *Review of Economic Studies*, vol.51, 13-32.

JUNCKER E., FOREST F., REYNIERS F-N., 1992, "Le climat", in *Le développement agricole au Sahel*, T.1, Bosc P.M., Dollé V., Garin P., Yung J.M Eds, CIRAD, coll. "Documents Systèmes Agraires", n°17, 59-79.

KAHNEMAN D., TVERSKY A., 1979, "Prospect theory : an analysis of decision under risk", *Econometrica*, vol.47, 263-91.

KAHNEMAN D., TVERSKY A., 1981, "The framing of decisions and the psychology of choice", *Science*, n°211, 453-58.

KAST R., 1993, *La théorie de la décision*, La Découverte, Collection Repères, Paris.

KIHLSTROM R. E., ROMER D., WILLIAMS S., 1981, "Risk aversion with random initial wealth", *Econometrica*, vol.49, 911-920.

KIMBALL M. S., 1988, "Farmers' cooperatives as behaviour toward risk", *American Economic Review*, vol.78, 224-232.

KIMBALL M. S., 1990, "Precautionary saving in the small and in the large", *Econometrica*, vol.58, 53-73.

KIMBALL M. S., 1992, "Precautionary motives for holding assets", in *The New Palgrave Dictionary of Money and Finance*, vol.3, P. Newman, M. Milgate, J. Eatwell eds, Londres, Macmillan Press Ltd, 158-161.

KIMBALL M. S., 1993, "Standard risk aversion", *Econometrica*, vol.61, 589-611.

KNIGHT F., 1921, *Risk, uncertainty and profit*, Boston, Houghton Mifflin and Co.

LAFFONT J.J., 1991, *Economie de l'incertain et de l'information*, vol.2 du cours de théorie microéconomique, coll. "Economie et Statistiques Avancées", Economica, Paris.

LANGLAIS E., 1995, "Aversion au risque et prudence : le cas d'un risque de taux d'intérêt", *Revue Economique*, vol.46.

LE BRETON P., 1989, "Les banques agricoles en Afrique de l'ouest. Etude comparative", *Notes et Etudes*, n° 24, CCCE, Paris.

LERICOLLAIS A., 1989, "Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal", in *Le risque en agriculture*, Orstom, Coll. "A travers champs", Paris, 419-436.

LOMBARD J., 1989, "La gestion des réserves vivrières en pays serer", in *Le risque en agriculture*, Milleville P. et Eldin M. ed, ORSTOM, coll. "A travers champs", Paris, 335-343.

Mac KINNON R., 1973, *Money and capital in economic development*, The Brookings Institutions, Washington D.C.

MAHIEU F. R., 1989, *Les fondements de la crise économique en Afrique*, L'Harmattan, Paris.

MARCHAL J. Y., 1985, "La déroute d'un système vivrier au Burkina : agriculture extensive et baisse de production", *Etudes Rurales*, n°99-100, 265-280.

MARCHAL J. Y., 1989, "En Afrique soudano-sahélienne : la course contre le temps", in *Le risque en agriculture*, Milleville P. et Eldin M. ed, ORSTOM, coll. "A travers champs", Paris, 255-267.

MARTIN F., CALKINS P., GHERSI G., 1989, *Les théories économiques du développement face à la réalité au Sahel*, Université Laval, Centre Sahel, Québec CA, Série Conférences, n°20.

MASSON R.T., 1972, "The creation of risk aversion by imperfect capital markets", *American Economic Review*, vol.62, 77-86.

MATHIS J., 1992, *Monnaie et banques en Afrique francophone*, EDICEF-AUPELF, Vanves.

MATLON P. J. SPENCER D. S., 1984, "Increasing food production in Sub-Saharan Africa: environmental problems and inadequate technological solutions", *American Journal of Agricultural Economics*.

MILLEVILLE P., 1989, "Risque et pratiques paysannes : diversité des réponses, disparité des effets", in *Le risque en agriculture*, Milleville P. et Eldin M. ed, ORSTOM, coll. "A travers champs", Paris, 179-186.

MONIMART M., 1989, *Femmes du Sahel. La désertification au quotidien*, Paris, Karthala.

MORDUCH J., 1995, "Income smoothing and consumption smoothing", *Journal of Economic Perspectives*, vol.9, n°3, 101-114.

MORIS J. R., 1989, "Indigenous versus introduced solutions to food stress in Africa", in *Seasonal variability in Third World agriculture. The consequences for food security*, D.E. Sahn ed., IFPRI, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 209-234.

MOSCARDI E., de JANVRY A., 1977, "Attitudes toward risk among peasants : an econometric approach", *American Journal of Agricultural Economics*, vol.59, 710-16.

MOTEL-COMBES P., 1996, "Les déterminants de l'offre de bétail dans les pays sahéliens", *Revue Economique*, vol.47, 1103-1119.

MUNIER B., 1984, "Quelques critiques de la rationalité économique dans l'incertain", *Revue Economique*, vol.35, 65-86.

MUNIER B., 1989, "Calcul économique et révision de la théorie de la décision en avenir risqué", *Revue d'Economie Politique*, vol.99, 276-306.

MUNIER B., 1995, "Entre rationalités instrumentale et cognitive : contributions de la dernière décennie à la modélisation du risque", *Revue d'Economie Politique*, vol.105, 5-70.

MUNIER B., 1996, "Prix du risque et rationalité", *Revue d'Economie Financière*, n°37, 31-58.

NEUMANN von J., MORGENSTERN O., 1953, *Theory of games and economic behaviour*, Princeton University Press, Princeton.

PISCHKE von J. D., ADAMS D. W., 1980, "Fungibility and the design and evaluation of agricultural credit projects", *American Journal of Agricultural Economics*, 719-726.

PLATTEAU J. P., ABRAHAM A., 1987, "An inquiry into quasi-credit contracts : the role of reciprocal credit and interlinked deals in small-scale fishing communities", *Journal of Development Studies*, vol.23, 461-490.

POCHIER G., 1992, "Les systèmes de production à dominante agricole", in *Le développement agricole au Sahel*, Bosc P.M., Dollé V., Garin P., Yung J.M Eds, tome I, Collection "Documents Systèmes Agraires" n°17, CIRAD, Montpellier, 211-28.

PRATT J. W., 1964, "Risk aversion in the small and in the large", *Econometrica*, vol.32, 122-36.

PRATT J.W., ZECKHAUSER R., 1987, "Proper risk aversion", *Econometrica*, vol.55, 143-154.

RAMASWAMI B., 1992, "Production risk and optimal input decisions", *American Journal of Agricultural Economics*, vol.74, 860-869.

REARDON T., MATLON P., 1989, "Seasonal food insecurity and vulnerability in drought-affected regions of Burkina-Faso", in *Seasonal variability in Third World agriculture. The consequences for food security*, D.E. Sahn ed., IFPRI, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 118-36.

REARDON T., DELGADO C., MATLON P., 1992, "Determinants and effects of income diversification amongst farm households in Burkina-Faso", *Journal of Development Studies*, vol.28, 264-96.

REARDON T., 1993, "Cereals demand in the Sahel and potential impacts of regional cereals protection", *World Development*, vol.21, n°1, 17-35.

REARDON T., CRAWFORD E., KELLY V., 1994, "Links between nonfarm income and farm investment in african households : adding the capital market perspective", *American Journal of Agricultural Economics*, vol.76, 1172-1176.

REARDON T., 1994, "La diversification des revenus au Sahel et ses liens éventuels avec la gestion des ressources naturelles par les agriculteurs" in *Promotion des systèmes agricoles durables des pays d'Afrique soudano-sahélienne*, FAO, CIRAD, CTA, éditeurs scientifiques : Benoit-Cattin M. et De Grandi J-C, 205-217.

REARDON T., TAYLOR J.E., 1996, "Agroclimatic shock, income inequality and poverty : evidence from Burkina-Faso", *World Development*, vol.24, 901-914.

REQUIER-DESJARDINS D., 1994, "L'"économie des organisations" et l'analyse du comportement des unités domestiques en Afrique sub-saharienne", *Economie Appliquée*, vol.66, 105-31.

ROCHETTE R.M., 1989, *Le Sahel en lutte contre la diversification. Leçons d'expériences*, CILSS, Margraf, Weikersheim.

ROE T., GRAHAM-TOMASI T., 1986, "Yield risk in a dynamic model of the agricultural household", in *Agricultural household models. Extensions, applications, and policy*, Singh I., Squire L., Strauss J. editors, World Bank Publication, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 253-76.

ROSENZWEIG M. R., WOLPIN K. I., 1985, "Specific experience, household structure and intergenerational transfers: farm family land and labor arrangements in developing countries", *Quarterly Journal of Economics*, vol.100 supplement, 961-87.

ROSENZWEIG M. R., 1988, "Risk, implicit contracts and the family in rural areas of low-income countries", *The Economic Journal*, vol.98, n°4, 1148-70.

ROSENZWEIG M. R., WOLPIN K. I., 1993, "Credit market constraints, consumption smoothing, and the accumulation of durable production assets in low-income countries : investments in bullocks in India", *Journal of Political Economy*, vol.101, 223-244.

ROSS S., 1981, "Some stronger measures of risk aversion in the small and large with applications", *Econometrica*, vol.49, 621-638.

ROTHSCHILD M., STIGLITZ J. E., 1970, "Increasing risk I : a definition", *Journal of Economic Theory*, vol.2, 225-243.

ROTHSCHILD M., STIGLITZ J. E., 1971, "Increasing risk II : its economic consequences", *Journal of Economic Theory*, vol.3, 66-84.

ROUMASSET J. A., 1976, *Rice and risk. Decision making among low-income farmers contributions to economic analysis*, Jorgenson D.W. et Waelbroeck eds, North Holland, Amsterdam.

SANDERS J. H., NAGY J. G., RAMASWAMY S., 1990, "Developing new agricultural technologies for the Sahelian countries: the Burkina-Faso case", *Economic Development and Cultural Change*, vol.39, n°1, 1-22.

SANDMO A., 1971, "On the theory of the competitive firm under price uncertainty", *American Economic Review*, vol.61, 65-73.

SAVADOGO K., REARDON T., PIETOLA K., 1994, "Farm productivity in Burkina Faso : effects of animal traction and nonfarm income", *American Journal of Agricultural Economics*, vol.76, 608-612.

SAVADOGO K., REARDON T., PIETOLA K., 1995a, "Mécanisation et offre agricole dans le Sahel : une analyse de la fonction de profit des exploitations agricoles", *Revue d'Economie du Développement*, n°2, 57-91.

SAVADOGO K., LARIVIERE S., MARTIN F., 1995b, "Stratégies des ménages ruraux en matière de sécurité alimentaire dans un contexte d'ajustement structurel : le cas de la province de Passoré au Burkina Faso", *Economie et Sociétés*, n°22, 145-165.

SAVAGE L. J., 1954, *Foundations of statistics*, Wiley.

SCHOEMAKER P. J. H., 1993, "Determinants of risk-taking : behavioral and economic views", *Journal of Risk and Uncertainty*, vol.6, 49-73.

SHAW E.S., 1973, *Financial deepening in economic development*, Oxford University Press.

SHIPTON P., 1994, "La corde et la caisse. Epargne de groupe en Gambie", in *Finance informelle dans les pays en développement*, Adams D.W., Fitchett A. Eds, Presses Universitaires de Lyon, Lyon, 37-56.

STIGLITZ J.E., WEISS A., 1981, "Credit rationing in markets with imperfect information", *American Economic Review*, vol.71, 393-410.

STIGLITZ J. E., 1993, "The role of state in financial market", *Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics*, 19-52.

TALLET B., 1996, "Colonisation et modernisation des exploitations agricoles dans l'ouest burkinabé. Succès et fragilité de l'agriculture familiale", Colloque "Agriculture paysanne et question alimentaire", Chantilly, 20-23 février 1996, mimeo.

TIMMER C.P., 1988, "The agricultural transformation", in *Handbook of development economics*, Chenery H. et Srinivasan T.N. Eds, North Holland, Amsterdam, vol.1, 275-331.

TOBIN J., 1958, "Liquidity preferences as behaviour towards risk", *Review of Economic Studies*, vol.25, 65-86.

UDRY C., 1990, "Credit markets in northern Nigeria : credit as insurance in a rural economy", *World Bank Economic Review*, vol.4, 251-269.

UDRY C., 1994, "Risk and insurance in a rural credit market : an empirical investigation in northern Nigeria", *Review of Economic Studies*, vol.61, 495-526.

VIALA P., BRIYS E., 1995, *Eléments de théorie financière*, coll. Connaître et Pratiquer la Gestion, Nathan, Paris.

WATERS A. R., 1973, "Migration, remittances, and the cash constraint in african smallholder economic development", *Oxford Economic Papers*, vol.25, n°3, 435-454.

WOLPIN J.M., 1975, "Ressource allocation and risk : a case study of smallholder agriculture in Kenya", *American Journal of Agricultural Economics*, vol.57, 622-630.

YUNG J. M., 1992a, "Les stratégies des producteurs" , *in Le développement agricole au Sahel*, T.1, *Milieux et défis*, Bosc P.M., Dollé V., Garin P., Yung J.M Eds, CIRAD, coll. "Documents Systèmes Agraires", n°17, 277-299.

YUNG J. M., 1992b, "Les changements de pratiques et de stratégies des producteurs au Sénégal" , *in Le développement agricole au Sahel*, T.1, *Milieux et défis*, Bosc P.M., Dollé V., Garin P., Yung J.M Eds, CIRAD, coll. "Documents Systèmes Agraires", n°17, 301-319.

YUNG J.M., 1992c, "Innovation et monétarisation. Bassin arachidier, Sénégal", *in Le développement agricole au Sahel*, T.3, *Terrains et innovations*, Bosc P.M., Dollé V., Garin P., Yung J.M Eds, CIRAD, coll. "Documents Systèmes Agraires", n°17, 1-21.

YUNG J. M., BOSCH P.M., 1992, "Défis, recherches et innovations au Sahel", *in Le développement agricole au Sahel*, T.4, Bosc P.M., Dollé V., Garin P., Yung J.M Eds, CIRAD, coll. "Documents Systèmes Agraires", n°17.

## **ANNEXES**

## ANNEXE 1 : Composition du revenu des ménages en Afrique Sahélienne

|                         | Zone<br>agro-écologique | Années               | Pourcentage d'activité<br>extra-agricole dans le<br>revenu total | Pourcentage<br>des activités hors-<br>exploitation<br>dans le revenu |
|-------------------------|-------------------------|----------------------|--|--|
| Nord Nigeria<br>(Kano)  | Guinéenne               | 1974/75              | 30   |  |
| Nord Nigeria<br>(Zaria) | Guinéenne               | 1966/67              | 23   | 23   |
| Burkina-Faso            | Guinéenne               | 1978/79              | 22   | 22   |
| Burkina-Faso            | Sahélienne              | 1981-5               | 37   | 52   |
|                         | Soudanienne             | 1981-5               | 20   | 26   |
|                         | Guinéenne               | 1981-5               | 40   | 57   |
| Gambie                  | Bassin versant          | 1985/86              | 26   | 26   |
| Sénégal                 | Sahélienne              | 1988/89              | 64   | 83   |
|                         | Soudanienne             | 1988-90              | 24   | 35   |
|                         | Guinéenne               | 1988-90              | 43   | 52   |
| Niger                   | Sahélo-Soudanienne      | 1989/90              | 52   | 60   |
|                         | Soudano-Guinéenne       | 1989/90              | 43   | 51   |
| Mali                    | Guinéenne               | 1988/89,<br>pluvieux | 63   | 75   |
|                         | Guinéenne               | 1988/89, sec         | 55   | 61   |

Source : Reardon (1994)

Revenu extra-exploitation = revenu extra-agricole (dont salaires) + revenu de l'élevage

Les résultats sont obtenus à partir de moyennes parmi les années et parmi les villages par zone d'étude.

## ANNEXE 2 : Modèle d'intrant de Ramaswami (1992)

Pour analyser le comportement par rapport au risque de l'agriculteur sahélien par ses choix en matière d'intrant, nous utilisons les résultats de Ramaswami (1992) qui s'interroge sur la manière dont l'incertitude de production affecte les décisions de production dans l'utilisation d'intrants à l'aide d'une fonction de profit. Selon cette hypothèse, les agriculteurs maximisent leur profit défini par le rendement des facteurs variables (Savadogo et *al.*, 1995a).

Ramaswami développe une analyse selon laquelle une décision concernant l'utilisation d'un input et provenant d'un individu aversif au risque diffère de celle d'un individu neutre au risque par l'existence d'une prime de risque marginale. Cette dernière étant l'écart entre le coût de l'input et le produit marginal espéré au niveau optimal d'utilisation de l'intrant. Par ailleurs, le signe de la prime de risque marginale indique si le producteur aversif au risque utilise plus ou moins d'intrant que le producteur neutre au risque, un input avec une prime de risque marginale négative étant plus utilisé par l'individu aversif au risque que par celui neutre au risque. Ramaswami montre que pour les individus aversif au risque, la prime de risque marginale est négative si et seulement si l'input considéré est réducteur de risque au sens de Rothschild et Stiglitz<sup>92</sup>.

On peut remarquer ici une contradiction apparente entre, d'une part, la prise en compte d'une incertitude de type climatique et donc un aléa de nature multiplicative, et d'autre part la considération d'intrants réducteur de risque. Ainsi, sous certaines conditions, un aléa de type multiplicatif implique que tous les inputs sont majorateurs de risque (Roe et Graham-Tomasi, 1986). Cependant certaines formes fonctionnelles permettent de contourner cette contradiction; par exemple celle proposée par Feder (1980) concernant l'adoption de technologies nouvelles

---

<sup>92</sup>C'est-à-dire qu'une distribution de probabilités est considérée plus risquée qu'une autre si elle se caractérise par un déplacement des masses des probabilités du centre vers les queues d'une distribution, ceci à moyenne constante (Rothschild et Stiglitz, 1970).

en situation d'incertitude qui a la forme suivante quand au niveau de production aléatoire :  $Q=Y(L,X)+\epsilon.H(L,X)$  avec  $L$  la surface cultivée en céréales modernes,  $X$  le niveau d'application d'engrais et  $\epsilon$  une variable aléatoire.

Etant donné la pertinence de l'analyse de Ramaswami pour la présente étude, il nous paraît nécessaire d'en reprendre ici les principaux éléments dans le cadre de l'agriculture sahélienne.

Soit le produit  $q$ , variable aléatoire dont la fonction de répartition conditionnelle est :  $F(q, \mathbf{x})$ , avec  $\mathbf{x}$  vecteur des intrants. On suppose  $F$  deux fois différentiable en  $x_i$  et  $q$ ,  $x_i$  étant le  $i$ ème élément du vecteur d'intrant  $\mathbf{x}$ . On suppose par ailleurs que pour toute les applications d'intrant, la fonction de distribution  $F$  est contenue dans l'intervalle  $[q_o, q_m]$ ; c'est-à-dire que  $F(q_o, \mathbf{x})=0$  et  $F(q_m, \mathbf{x})=1$  .

Pour des niveaux de produit situés entre les deux bornes de cet intervalle,  $F_{x_i}(q, \mathbf{x}) < 0$  , un accroissement de l'utilisation d'un intrant amène une distribution du produit supérieure au sens de la dominance stochastique d'ordre 1.

Par ailleurs, l'emploi des intrants  $\mathbf{x}$  fournit un profit  $\pi(q, \mathbf{x})=q-w'\mathbf{x}$  , où  $w$  est le vecteur des prix des inputs et le prix du produit égal à l'unité. Le vecteur optimal d'intrant provient de la maximisation de l'espérance d'utilité du profit, où l'on fait l'hypothèse que l'utilité est croissante et concave; c'est-à-dire  $U' > 0$  et  $U'' < 0$ . L'utilité marginale croissante traduisant la préférence pour un niveau de surplus supérieur, caractérisant donc un individu maximisateur. Si le degré de concavité de la courbe d'utilité exprime l'aversion au risque, c'est la mesure de l'aversion au risque par l'établissement d'une prime de risque qui permet de mesurer l'intensité de l'aversion au risque.

La prime de risque  $RP$  dépend de l'ensemble du processus de production;  $RP$  est donc fonction du vecteur d'intrant  $\mathbf{x}$ , avec l'égalité suivante :  $EU[\pi(q, \mathbf{x})] = U[E\pi(q, \mathbf{x}) - RP(\mathbf{x})]$  .

La maximisation de l'espérance d'utilité est équivalente à la maximisation de l'équivalent certain; c'est-à-dire les profit net espéré moins la prime de risque, la condition de premier ordre à la maximisation de ce problème est la suivante :  $\int \pi(\mathbf{x}^*) F_{qx_i}(q, \mathbf{x}^*) dq = w_i + RP_{x_i}(\mathbf{x}^*)$

On a donc la relation exprimant la prime de risque marginale,  $RP_{x_i}$ , comme étant l'écart entre le coût d'intrant et le produit marginal espéré au niveau optimal d'utilisation d'intrant. La condition quand au signe de la prime de risque marginale est la suivante : Pour toute fonction d'utilité concave  $RP_{x_i}(\mathbf{x}^*)$  est strictement positive (négative) si et seulement

si :

$$(1) \quad T(q, \mathbf{x}^*) \geq (\leq) 0 \quad \text{pour tout } q \in (q_0, q_m)$$

avec la notation suivante, soit :

$$t(q, \mathbf{x}) = F_{x_i}(q, \mathbf{x}) / F_q(q, \mathbf{x}) - E[F_{x_i}(q, \mathbf{x}) / F_q(q, \mathbf{x})] \quad , \quad \text{et} \quad T(q, \mathbf{x}) = \int_{q_0}^q t(y, \mathbf{x}) F_q dy \quad .$$

D'autre part, Ramaswami, d'après la notion de variation du risque de Rothschild et Stiglitz, définit un intrant majorateur (ou réducteur) de risque de la manière suivante : un intrant est dit majorateur (réducteur) de risque si il augmente (ou réduit) l'ampleur des déviations du produit moyen. D'un point de vue analytique, pour comparer des distributions à moyenne égale, on considère la distribution de la déviation du produit par rapport à sa moyenne. Soit  $h = q - \bar{q}(\mathbf{x})$  avec  $\bar{q}(\mathbf{x})$  le produit moyen. La distribution de  $h$  étant identique à celle de

$q$ , si  $\hat{F}(h, \mathbf{x})$  est la fonction de répartition de  $h$ , alors  $F(q, \mathbf{x}) = \hat{F}(h, \mathbf{x})$  pour tout  $q$  et  $\mathbf{x}$ . Un

intrant est dit majorateur (réducteur) de risque si il augmente (réduit) la variabilité des déviations du produit moyen. Ce que l'on peut exprimer par la définition suivante : le  $i$ ème intrant est majorateur (réducteur) de risque en  $\mathbf{x}_0$  si :

$$(2) \int_{q_m}^{q_0} \hat{F}_{x_i}[h(q, \mathbf{x}_0), \mathbf{x}_0] dq = 0$$

et

$$(3) \int_{q_0}^q \hat{F}_{x_i}[h(y, \mathbf{x}_0), \mathbf{x}_0] dy \geq (\leq) 0$$

pour tout  $q \in (q_0, q_m)$  où  $h(q, \mathbf{x}) = q - \bar{q}(\mathbf{x})$  et  $\bar{q}(\mathbf{x}) = \int_{q_0}^{q_m} q F_q(q, \mathbf{x}) dq$ .

Le rapprochement des relations (1), (2) et (3) permet à Ramaswami d'établir la proposition suivante (p.863) : *Pour toute fonction d'utilité concave, la prime de risque marginale pour l'intrant  $i$  est strictement positive (ou négative) si et seulement si l'intrant  $i$  est majorateur de risque (ou réducteur de risque) au niveau optimal d'utilisation d'intrant.*

Au total, l'utilisation d'un intrant réducteur de risque est une condition nécessaire et suffisante au signe négatif de la prime de risque marginale; si cette condition est remplie, un individu aversif au risque utilisera plus d'intrant réducteur de risque qu'un individu neutre au risque, puisque c'est le signe de la prime de risque marginale qui distingue un agent aversif au risque d'un agent neutre au risque dans son utilisation d'intrant. On peut donc établir une

relation entre l'emploi plus ou moins important d'un intrant réducteur ou majorateur de risque et une plus ou moins grande aversion au risque.

### ANNEXE 3 : Choix de portefeuille et risques multiples

Soit la dérivée de la fonction d'utilité indirecte :

$$V'(W_\rho) = \int_{\epsilon} U'(W_f + W_o \epsilon) dG(\epsilon) = U'[W_f - \psi(W_\rho)]$$

avec  $\psi(W_\rho)$  la prime de prudence associée à l'incertitude irréductible portant sur le revenu de l'agriculteur sahélien.

On obtient en poursuivant l'analyse de  $V(\cdot)$  :

$$V''(W_\rho) = [1 - \psi'(W_\rho)] U''[W_f - \psi(W_\rho)]$$

La fonction d'utilité dérivée se caractérise par l'aversion absolue au risque suivante :

$$-\frac{V''(W_\rho)}{V'(W_\rho)} = -\frac{U''[W_f - \psi(W_\rho)]}{U'[W_f - \psi(W_\rho)]} [1 - \psi'(W_\rho)]$$

d'après notre hypothèse d'une fonction d'utilité caractérisée par une *standard risk aversion* - et donc d'une prime de prudence positive - on obtient le résultat suivant :

$$-\frac{V''(W_\rho)}{V'(W_\rho)} > -\frac{U''(W_\rho)}{U'(W_\rho)} [1 - \psi'(W_\rho)]$$

d'où l'on peut déduire que (étant donné l'hypothèse de prudence décroissante en richesse et

donc  $\psi'(\cdot) < 0$  ):

$$-\frac{V''(W_p)}{V'(W_p)} > -\frac{U''(W_p)}{U'(W_p)}$$

On peut donc conclure que l'ajout d'une seconde source de risque inassurable au problème de base de choix d'actif s'analyse de manière équivalente à une transformation concave de la fonction d'utilité sans risque inassurable; ceci sous l'hypothèse de *standard risk aversion*. La présence d'une incertitude irréductible portant sur le revenu de l'agriculteur sahélien, en se traduisant par une augmentation de la concavité de la fonction d'utilité, provoque une augmentation de l'aversion absolue au risque.

## **RESUME**

Le rôle du crédit dans la décision d'investissement agricole revêt un caractère particulier en milieu rural sahélien étant donné la non-séparabilité des décisions de production et de consommation. En effet, un certain nombre d'études empiriques permettent d'établir que le revenu agricole et extra-agricole de l'agriculteur sahélien est soumis à une incertitude irréductible. Dans sa décision d'investissement, l'agriculteur sahélien poursuit donc une stratégie à la fois marquée par la maximisation d'un revenu productif et par la recherche de sécurité économique. L'intégration du crédit dans cette décision d'investissement nous oblige à prendre en compte une double source de risque : le risque revenu et le risque d'investissement. L'hypothèse de comportement prudent et d'aversion forte au risque au sens de Ross de l'agriculteur sahélien permet de considérer un double effet du crédit sur l'investissement : un effet richesse incitatif lié à la liquidité monétaire supplémentaire disponible, et un effet dette négatif sur l'investissement. Cet effet dette du crédit est lié aux conséquences d'une dette à rembourser à partir d'un revenu futur aléatoire. Au-delà d'éléments strictement productifs, la relation entre crédit et investissement en milieu rural sahélien dépend du niveau et de l'exposition au risque du revenu de l'agriculteur. L'impact négatif sur le risque revenu du financement à crédit de l'investissement agricole peut amener l'agriculteur sahélien soit à ne pas investir, soit à favoriser les investissements agricoles divisibles et liquides, sources de limitation de la dette et de ses effets sur le risque revenu. Ceci est susceptible d'avoir certaines conséquences sur l'environnement productif naturel. D'une part, en favorisant les investissements liés à des pratiques culturales extensives, et d'autre part, en défavorisant les investissements de conservation et d'amélioration de la fertilité des sols, indivisibles et illiquides.

---

## **TITLE :**

The relation between credit and investment in rural sahelian zone

---

## **ABSTRACT**

The part of credit in the agricultural investment decision is particular in sahelian zone given non-separability of production and consumption decisions. Empirical studies allow to establish that sahelian farmers face an uninsurable background risk. The farmer's investment decision is therefore both affected by income maximisation and income securisation. In integrating credit into investment decision, we have to consider multiple source of risk : the income risk and the investment risk. The hypothese of prudent and strong risk aversion in Ross sense behaviour allow to consider a double effect of credit on the investment decision : an incitative wealth effect linked to the increase in available liquidity, and a negative debt effect on investment. This debt effect is linked to the consequences of a debt to repay from an uncertain futur income. Beyond strictly productive elements, the relationship between credit and investment in rural sahelian zone depends on the income level and the income risk. The negative impact of financing investment by credit on income risk can lead sahelian producer not to invest, or to favour divisible and liquid agricultural investments, in order to minimise the debt and its effects on risk. Natural agricultural environment is likely to be affected; in furthering investment linked to extensive agriculture to the detriment of soil conservation investment, the latter being undivisible and illiquid.

---

## **DISCIPLINE : SCIENCES ECONOMIQUES**

---

**MOTS-CLES :** Sahel, agriculture, modèle producteur-consommateur, investissement, endettement, risque, incertitude irréductible, risques multiples.

---

## **LABORATOIRE :**

CLERSE, Faculté des Sciences Economiques et Sociales, Bât. SH2, 59655 Villeneuve d'Ascq.