

MINISTERE DE L'AGRICULTURE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE DE MONTPELLIER

THESE

présentée à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier
pour obtenir le **DIPLOME DE DOCTORAT**

Spécialité : Agro-économie

Formation doctorale : Economie du Développement Agricole, Agro-alimentaire et Rural

Ecole doctorale : Economie et Gestion de Montpellier

Laboratoire : CIRAD-URPA, Unité de Recherche "Prospective et Politique Agricole"

**INTENSIFICATION DE LA CAFEICULTURE CHEZ LES PETITS
PRODUCTEURS DU GUATEMALA : Rapports entre la structure, le
fonctionnement et les performances des exploitations.**

par

MENDEZ BARRIOS Juan Carlos

Soutenue le 27 juin 1995 devant le Jury composé de :

M. Philippe LACOMBE,
Mme Florence JACQUET,
M. Raoul MULLER,
M. Michel BENOIT-CATTIN,

Professeur d'économie à l'ENSA de Montpellier, Président,
Enseignant-chercheur, CIHEAM-IAM, Montpellier, Examineur,
Directeur de recherche, ASIC, Montpellier, Rapporteur,
Directeur de recherche, CIRAD-URPA, Montpellier, Directeur de
Thèse.

Carlos ROMERO,

Professeur d'économie à l'Université Polytechnique de Madrid,
Rapporteur absent à la soutenance.

CIRAD URPA
REÇU LE
23. MAR. 1998
DOCUMENTATION

MINISTERE DE L'AGRICULTURE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE DE MONTPELLIER

THESE

présentée à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier
pour obtenir le **DIPLOME DE DOCTORAT**

Spécialité : Agro-économie
Formation doctorale : Economie du Développement Agricole, Agro-alimentaire et Rural
Ecole doctorale : Economie et Gestion de Montpellier
Laboratoire : CIRAD-URPA, Unité de Recherche "Prospective et Politique Agricole"

**INTENSIFICATION DE LA CAFEICULTURE CHEZ LES PETITS
PRODUCTEURS DU GUATEMALA : Rapports entre la structure, le
fonctionnement et les performances des exploitations.**

par

MENDEZ BARRIOS Juan Carlos

Soutenue le 27 juin 1995 devant le Jury composé de :

M. Philippe LACOMBE,	Professeur d'économie à l'ENSA de Montpellier, Président,
Mme Florence JACQUET,	Enseignant-chercheur, CIHEAM-IAM, Montpellier, Examineur,
M. Raoul MULLER,	Directeur de recherche, ASIC, Montpellier, Rapporteur,
M. Michel BENOIT-CATTIN,	Directeur de recherche, CIRAD-URPA, Montpellier, Directeur de Thèse.
M. Carlos ROMERO,	Professeur d'économie à l'Université Polytechnique de Madrid, Rapporteur absent à la soutenance.

A mon épouse Marta Odilia et à nos enfants : Marta María, Juan Pablo et Ernesto José pour leur tendre présence et leur soutien.

"L'autre nom de la paix est le développement. Il y a une responsabilité collective pour éviter la guerre, il y a de même une responsabilité collective pour promouvoir le développement"

Jean Paul II

Remerciements

Je remercie Michel Benoit-Cattin, Directeur de recherche à l'Unité "Prospective et Politique Agricole", CIRAD, Montpellier, d'avoir encadré cette thèse et de m'avoir toujours encouragé dans mon travail.

Je remercie Carlos Romero, Professeur à l'Université Polytechnique de Madrid, d'avoir consacré son temps à me prodiguer des conseils scientifiques et d'avoir accepté d'être l'un des rapporteurs de la thèse.

Je remercie Tim Coelli, Professeur à l'Université de New England, Armindale, Australie, d'avoir facilité des matériaux importants pour le bon déroulement d'une partie de la thèse.

Je remercie Raoul Muller, Directeur de recherche à l'ASIC, Montpellier, d'avoir accepté d'être l'un des rapporteurs et de siéger dans le jury.

Je remercie Philippe Lacombe, Professeur à l'ENSA, Montpellier, d'avoir facilité le suivi académique de la thèse et particulièrement d'accepter la présidence du jury.

Je remercie Florence Jacquet, Enseignant-chercheur au CIHEAM-IAM, Montpellier, d'avoir accepté de siéger dans le jury.

J'associe dans mes remerciements Manuel Castro, Francisco Anzueto, Armando García et Marco Tulio Duarte et à travers eux tout le personnel de l'Association Nationale des Producteurs de Café au Guatemala (ANACAFE), qui ont facilité le soutien logistique du travail sur le terrain.

Je remercie Mme Scarlett Smulkowski pour l'édition en français de mon "francognol" et pour la composition de ce document.

Finalement, j'exprime toute ma reconnaissance à la Commission Européenne qui a financé ce travail à travers la Direction Générale pour la Science, la Recherche et le Développement.

Résumé

Dans la quasi-totalité des projets du développement rural en l'Amérique latine, l'intensification est de façon implicite l'alternative proposée pour atteindre les objectifs. L'évaluation des actions de vulgarisation agricole dans le contexte de ces projets de développement montre que les options technologiques proposées ne sont pas totalement satisfaisantes dans tous les cas, et partant le "bénéfice/coût" des activités de vulgarisation représente un gaspillage des ressources rares assignées au développement rural. L'objet général de cette thèse est donc de répondre aux questions suivantes : qui sont les producteurs qui intensifient leur production ? Comment et pourquoi ?

Pour l'étude de l'intensification de la production de café chez les petits producteurs du Guatemala, on pose comme hypothèse générale que l'intensification est fonction de la structure, du fonctionnement et de la performance des exploitations dans un contexte économique, social et institutionnel spécifique. En termes méthodologiques la thèse présente l'analyse de données (analyses factorielles et classifications) et la modélisation par programmation mathématique (multi-critère) et économétrique (fonctions de production frontières) comme des techniques complémentaires et non exclusives, tel que présenté normalement par la littérature.

Dans une première phase de la recherche, une typologie des exploitations a été élaborée, elle a mis en rapport la structure des exploitations et le niveau d'intensification de la caféiculture. Une deuxième période d'analyse, a permis d'établir les trajectoires des exploitations au cours d'un scénario économique caractérisé par une crise des prix du café. Dans une deuxième phase, une étude complémentaire sur la détermination des objectifs propres aux petits producteurs a permis de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes de production de café. Finalement, la détermination des performances des exploitations en termes d'efficacité productive a permis de différencier les exploitations par leur niveau de productivité globale de facteurs.

De façon générale, on montre que l'intensification de la production de café des petits producteurs du Guatemala n'est pas un processus spontané lié seulement à un environnement économique favorable, comme le suggère la théorie, mais qu'elle est plutôt le résultat de la combinaison de facteurs liés à la structure productive et sociale des exploitations, comme : l'âge de la plantation, le cycle de vie de la famille et le niveau de scolarité des producteurs qui permet la "spécialisation" dans la caféiculture. Cette spécialisation est la conséquence d'une rationalité économique dont l'objectif est la maximisation de la marge brute, et qui permet la captation des excédents qui ont permis l'investissement dans des systèmes de production plus intensifs proposés par le contexte institutionnel à travers la vulgarisation agricole. L'efficacité productive des exploitations joue un rôle déterminant dans la stabilité du niveau d'intensification, surtout en périodes de crise des prix. Un niveau des prix adéquat est donc une condition préalable qui facilite l'intensification de la production des petits caféiculteurs du Guatemala.

Mot clés : Café, Guatemala, petits producteurs, intensification, typologie des exploitations, analyse de données, programmation multi-critère, fonctions de production frontière, frontière stochastique, efficacité technique, productivité.

Summary

Within almost all the rural development projects in Latin America, agricultural production intensification is a way proposed for achieving many objectives. The evaluation of the agricultural extension component of rural development projects shows that the technological options proposed are not completely adequate in all cases. Therefore the ratio "benefit/cost" of agricultural extension activities is rather negative and may not be a good use of the scarce sources assigned to rural development. So the general objective of this thesis is answering the following question : Who are the farmers who intensify production ? How and why do they do this ?

For the study of intensification of coffee production among small farmers in Guatemala, the general hypothesis is that intensification is a function of the structure, functioning and performance at the farm level, within a specific economic, social and institutional environment. Methodologically, the thesis shows that multi-variable analysis (factorial and cluster analysis), mathematical programming (multi-criteria), and econometric (frontier production functions) modelling should be treated as complementary techniques and not as substitutes as is usually presented by the literature.

Within the first phase of the research, a typology of producers has been constructed, which matches the production structure and their intensification levels. A second phase of the study has allowed the establishment of farmers behavior during a period identified as a crisis of coffee prices. Within the second phase, a complementary study on determining the objectives of the small coffee farms has allowed a better understanding of how the coffee production systems function. Finally, estimation of individual farmer performance, utilizing technical efficiency measures has made it possible to differentiate farms by their global factor productivity.

In general, the study shows that the intensification of small coffee producers in Guatemala is not a spontaneous process related to a favourable economic environment, as suggested by the theory. But it is rather the result of factor combinations related to the productive and social structures at the farm level, such as : the life cycle of both the family and the plantation, and the school level of producers which allows the coffee production "specialization". This specialization is considered to be a result of an economic rationality wherein producers follow profit maximization goals which allows capital accumulation and therefore the investments in intense coffee production systems proposed by the agricultural extension services within the institutional context. The farms' productive efficiency plays an important role in the stability of coffee production intensification levels, specially during periods of price crisis. An adequate price level is therefore a necessary condition to facilitate the intensification process of small holder coffee production in Guatemala.

Key words : Coffee, Guatemala, small producers, intensification, farm typology, multi-variable analysis, multi-criteria decision making, frontier production function, stochastic frontier, technical efficiency, productivity.

Resumen

En la casi totalidad de los proyectos de desarrollo rural en América latina, implícitamente la intensificación es la alternativa propuesta para alcanzar los objetivos. La evaluación de las acciones de extensión agrícola en el marco de estos proyectos de desarrollo muestran que las opciones tecnológicas propuestas no se ajustan de manera satisfactoria a todos los casos y por lo mismo el "beneficio/costo" de las acciones de extensión resulta en detrimento de los escasos recursos asignados al desarrollo rural. El objetivo general de esta tesis es entonces de responder a las siguientes preguntas : Quienes son los productores que intensifican su producción ? Como y porque ?

Para el estudio de la intensificación de la producción de café de los pequeños productores de Guatemala, el trabajo plantea como hipótesis general que la intensificación esta determinada por la interacción entre la estructura, el modo de funcionamiento y la eficiencia productiva de las explotaciones en un contexto económico-social e institucional determinado. En términos metodológicos la tesis presenta al análisis multi-variado (análisis factoriales y de agrupamiento) y a la modelización por programación matemática (multi-criterio) y econométrica (funciones de producción frontera) como técnicas complementarias y no excluyentes, como usualmente se presentan en la literatura.

En una primera fase de la investigación, una tipología de las explotaciones fué elaborada, esta permitió relacionar la estructura de las explotaciones y el nivel de intensificación de la caficultura. Un segundo periodo de análisis, permitió establecer las trayectorias de las explotaciones durante un escenario económico caracterizado por una crisis de precios del café. En una segunda fase, un estudio complementario sobre la determinación de los objetivos propios a los pequeños productores ha permitido una mejor comprensión del funcionamiento de los sistemas de producción de café. Finalmente, la determinación de la eficiencia productiva de las explotaciones permitió diferenciar a las explotaciones por su nivel de productividad global de factores.

De manera general, se demuestra que la intensificación de la producción de café de los pequeños productores de Guatemala no es un proceso espontaneo ligado solamente a un condicionamiento económico favorable, como lo plantea la teoría, si no más bien es el resultado de la combinación de factores ligados a la estructura productiva y social de las explotaciones como la edad de la plantación, el ciclo de vida de la familia y el nivel de escolaridad de los productores que favorece la "especialización" de la producción de café. Esta especialización es consecuencia de una racionalidad económica que busca la maximización del margen bruto, lo que permite la captación de excedentes para invertir en sistemas de producción más intensivos propuestos por el contexto institucional a través de los servicios de extensión agrícola. La eficiencia productiva de las explotaciones juega un rol determinante en cuanto a la estabilidad del nivel de intensificación de la producción, especialmente en períodos de crisis de precios. Un nivel adecuado de precios es entonces una condición necesaria que facilita la intensificación de la producción de los pequeños caficultores de Guatemala.

Palabras clave : Café, Guatemala, pequeños productores, intensificación, tipología de explotaciones, análisis multi-variado, programación multi-criterio, funciones de producción frontera, frontera estocástica, eficiencia técnica, productividad.

Sommaire

Introduction	1
Première partie: Cadre général	3
I L'agriculture du Guatemala et la place de la caféiculture	3
I.1 Le pays et l'agriculture	3
I.2 La caféiculture guatémaltèque	6
I.2.1 Les aspects institutionnels	7
I.2.2 Les aspects de commercialisation	8
a. Les systèmes de commercialisation	9
b. La formation des prix internes	9
II L'agriculture et le développement rural : positionnement théorique	10
II.1 La modernisation de l'agriculture	10
II.1.1 L'innovation technologique	11
a. L'approche classique	11
b. L'approche d'économie politique	13
c. L'approche évolutionniste	14
II.1.2 L'intensification de l'agriculture	15
II.1.3 L'intensification et les économies de plantation dans le cas du café	16
II.2 Les petits producteurs	18
II.2.1 Une classification	19
II.2.2 Le rôle de la petite exploitation dans l'économie globale	20
II.2.3 La dynamique de la différenciation sociale et le rôle de la vulgarisation	20
III La problématique de recherche	21
III.1 Un projet de vulgarisation auprès des petits producteurs	22
III.2 Les systèmes technologiques	23
III.3 L'hypothèse générale	24
III.4 La crise caféière 1989-1994	26

IV	La zone de travail et les données	28
Deuxième partie		
	Structure des exploitations des petits producteurs de café du Guatemala	33
I	Introduction	33
II	Définition des typologies : positionnement théorique	35
III	Typologie des petits producteurs de café du Guatemala fondée sur la structure des exploitations	36
III.1	Sources d'informations et traitement des données	37
III.2	L'Analyse factorielle des correspondances (AFC)	40
III.3	La Classification ascendante hiérarchique (CAH)	41
III.4	Résultats de l'analyse de la typologie	42
III.4.1	L'AFC	42
III.4.2	L'analyse des variables et des individus	42
III.4.3	Les résultats de la CAH	48
III.4.4	La typologie	53
III.5	Les différents profils des petits producteurs de café du Guatemala	55
III.5.1	Les "Semi-prolétaires"	55
III.5.2	Les "Capitalisés"	57
III.5.3	Les "Aînés"	59
III.5.4	Les "Jeunes"	61
III.5.5	Les "Traditionnels"	63
III.5.6	Les "Diversifiés"	65
III.6	Conclusions sur la typologie	66
IV	Trajectoires des petites exploitations de café du Guatemala au cours de la période 1991-1994	68
IV.1	La méthode : l'analyse factorielle multiple	68
IV.2	Résultats et discussion	71
IV.2.1	L'Analyse factorielle multiple	71
IV.2.2	Trajectoires des exploitations	76
IV.3	Conclusion sur les trajectoires	84
Troisième partie :		
	Fonctionnement des systèmes de production au niveau des exploitations des petits producteurs de café du Guatemala	87
I	Introduction	87
II	Bilan des connaissances sur la détermination des objectifs des exploitations agricoles	88

III	Le paradigme décisionnel multi-critère MCDM (<i>Multiple Criteria Decision Making</i>)	91
III.1	Évolution du concept	91
III.2	Justification de l'application du paradigme MCDM à l'économie agricole	92
III.3	Concepts de base du paradigme MCDM	92
III.3.1	Définitions	93
III.3.2	Les principales techniques du paradigme MCDM	93
a.	Goal Programming (GP)	93
b.	Multi Objective Programming (MOP)	95
c.	Compromise Programming (CP)	96
III.3.3	Les techniques combinées et les comparaisons	96
IV	Détermination des objectifs des producteurs de café du Guatemala dans le contexte du paradigme MCDM	96
IV.1	La méthodologie	97
IV.2	Application de la méthode	100
IV.2.1	Description du modèle	100
IV.2.2	Les objectifs (déterminés a priori)	102
a.	La marge brute (MB)	102
b.	Le travail familial (TF)	102
c.	Le travail contractuel (TC)	102
d.	Les charges variables (CV)	102
e.	La saisonnalité du travail (ST)	103
f.	Le niveau de difficulté (ND)	103
g.	Le rapport marge brute/charges variables (MB/CV)	103
IV.2.3	Les variables décisionnelles	103
a.	Le café intensif (X1)	103
b.	Le café moyennement intensif (X2)	104
c.	Le café traditionnel (X3)	104
d.	La canne à sucre (X4)	104
e.	La rotation maïs/frijol (<i>Zea mais/Phaseolus vulgaris</i>) (X5)	104
IV.2.4	Les contraintes du modèle	105
a.	La terre	105
b.	La main-d'œuvre	105
c.	La trésorerie	106
d.	La saisonnalité du travail	107
e.	L'autoconsommation	107
f.	Le revenu familial minimum	107
IV.3	Résultats et discussion	108
IV.3.1	Les "Capitalisés"	108
IV.3.2	Les "Jeunes"	109
IV.3.3	Les "Diversifiés"	110
IV.3.4	Les "Traditionnels"	111

IV.4	Première approximation des objectifs des exploitations et de leur importance relative	112
IV.4.1	Les "Capitalisés"	113
IV.4.2	Les "Jeunes"	114
IV.4.3	Les "Diversifiés"	115
IV.4.4	Les "Traditionnels"	116
IV.5	Validation des objectifs et de leur importance relative	117
IV.6	Conclusion à propos des objectifs des exploitations typiques	119
V	Le fonctionnement prospectif des exploitations	120
V.1	Les "Capitalisés"	121
V.2	Les "Jeunes"	124
V.3	Les "Capitalisés" vs. les "Jeunes"	126
V.4	Les "Diversifiés"	129
V.5	Les "Traditionnels"	132
Quatrième partie :		
	Performances des exploitations des petits producteurs de café du Guatemala	135
I	Introduction	135
II	Bilan des connaissances sur le concept d'efficacité technique de la production	136
II.1	Productivité partielle et productivité globale	136
II.2	L'efficacité	138
II.3	L'efficacité technique	139
II.4	Mesure de l'efficacité technique selon la méthode de la fonction de production frontière	140
II.5	Rapport entre efficacité technique et efficacité d'allocation	141
III	La méthode de l'analyse	142
III.1	Développement du concept d'efficacité technique de la production	142
III.1.1	Frontières déterministes et non paramétriques	143
III.1.2	Frontières déterministes et paramétriques	144
III.1.3	Frontières déterministes et statistiques	145
III.1.4	Frontières stochastiques	146
III.2	Comparaison des méthodes	149
III.3	Résultats empiriques	150
IV	Implications en matière de politique agricole	152
V	La fonction de production et les cultures pérennes	154
VI	L'explication de l'efficacité	155

VII	Détermination de l'efficacité technique des exploitations	156
VII.1	Le modèle et les données	156
VII.2	Résultats et discussion	157
VII.2.1	La fonction de production	157
VII.2.2	Les fonctions de production frontières	159
VII.2.3	L'efficacité technique de la production	160
a.	La méthode déterministe	160
b.	La méthode stochastique	161
c.	Les indices d'efficacité	163
VII.2.4	Explication de l'efficacité technique de la production	164
a.	L'âge de la plantation	167
b.	L'âge des producteurs	170
c.	Le niveau de scolarisation	171
d.	Les variétés plantées	171
e.	La qualité du sol	172
VII.2.5	La fonction de production frontière et l'âge de la plantation	172
VII.2.6	Productivité partielle vs. productivité globale	176
VIII	Quelques conclusions et implications en matière de politique agricole	178
	Cinquième partie : Conclusion générale	180
I	Les aspects structurels	180
II	Les aspects de fonctionnement	181
III	Les aspects de performances	182
IV	Intégration des analyses de structure, de fonctionnement et de performances des exploitations	183
V	Quelques pistes pour la suite de la recherche	185
	Bibliographie	186
	Cadre général et structure des exploitations	186
	Fonctionnement des exploitations (programmation multi-critère)	192
	Performances des exploitations (efficacité technique de la production)	198
	Annexes	204

Intensification de la caféiculture chez les petits producteurs du Guatemala : rapports entre la structure, le fonctionnement et les performances des exploitations

La perspective de la vulgarisation en milieu rural, dans les pays en voie de développement, a été orientée vers l'intensification de l'agriculture comme moyen d'aboutir à l'amélioration du niveau de vie des producteurs. Cependant, et du fait de la complexité des rapports entre la structure, la logique de fonctionnement et les performances productives des exploitations, la vulgarisation n'a encore à son actif que des résultats assez modestes.

Ce travail vise donc à mettre en rapport les interactions soulignées ci-dessus au niveau des petits producteurs de café du Guatemala dans un cadre d'analyse très positif d'une part, mais aussi en incluant des études prospectives d'autre part. Depuis 1981, l'Association nationale des producteurs de café du Guatemala (ANACAFE) propose, à travers un projet de vulgarisation auprès des petits producteurs, une option technologique alternative comprenant une variété sélectionnée et un ensemble d'intrants agricoles. Ce travail essaie de répondre aux questions suivantes : qui sont les producteurs qui ont intensifié leur production ? Comment et pourquoi ?

Dans une première phase du projet de recherche, une typologie des exploitations a été élaborée à partir des informations recueillies au cours d'une première enquête effectuée en 1991. Cette typologie a mis en rapport la structure des exploitations et le niveau d'intensification de la caféiculture. Une deuxième enquête sur le même échantillon, effectuée en 1994, a permis d'établir les trajectoires des exploitations au cours d'une période caractérisée par un important effondrement des prix du café. Les outils méthodologiques ont été : l'Analyse factorielle de correspondances, la Classification ascendante hiérarchique et l'Analyse factorielle multiple.

Dans une deuxième phase, on a recouru à des études monographiques des exploitations typiques pour la détermination des rationalités (objectifs) propres aux petits producteurs pour mieux comprendre le fonctionnement des systèmes de production de café. La méthode d'analyse suivie a été la modélisation par programmation mathématique des exploitations typiques dans le contexte du paradigme décisionnel multicritère MCDM (*Multiple Criteria Decision Making*).

D'après la typologie des exploitations, la présence de seuils dans la productivité globale des facteurs de production mis en valeur par des petits agriculteurs est évidente. La productivité globale des facteurs a donc été déterminée pour mesurer les performances des exploitations en termes d'efficacité productive. L'outil méthodologique utilisé a été la modélisation économétrique de la fonction de production frontière en utilisant des informations provenant des enquêtes, en tenant compte des phénomènes aléatoires propres à l'agriculture et non attribuables à l'inefficacité des exploitations. Cela a permis d'aboutir à des mesures plus précises de la performance productive des exploitations.

Il est important de souligner l'apport de ce travail en termes méthodologiques pour la démarche recherche-développement. L'intégration de résultats provenant des analyses de données, de la programmation mathématique et de l'économétrie présentées ci-dessus, est enrichissante en termes de complémentarité, plutôt que de contradiction, comme c'est souvent présenté dans la littérature.

La présentation du travail sera abordée en cinq parties. La première portera sur le cadre général du travail, en insistant plus particulièrement sur le positionnement théorique actuel à propos de la problématique générale de recherche. Les deuxième, troisième et quatrième parties seront consacrées aux études spécifiques sur la structure, le fonctionnement et les performances des exploitations, respectivement, et porteront sur la description méthodologique et les résultats obtenus. Enfin, dans une cinquième et dernière partie seront présentées les analyses intégrant les différentes études effectuées dans le cadre de la thèse, en guise de conclusion générale.

Première partie : cadre général

I L'agriculture du Guatemala et la place de la caféiculture

I.1 Le pays et l'agriculture

Le Guatemala, pays d'Amérique centrale situé dans la région dite subtropicale, s'étend sur 108 889 km² et offre une grande diversité de zones climatiques. La population s'élève à 9,5 millions d'habitants et le taux de croissance observé permet de faire des prévisions d'environ 12 millions en l'an 2000 et d'une densité de population estimée à 110 habitants au kilomètre carré. La distribution spatiale de la population indique que 62 % habite et travaille en zones rurales ; 48 % de la population totale est d'origine indigène dont la presque totalité habite la campagne (INE, 1991)¹.

En termes de santé, seulement 54 % de la population bénéficie des services de santé, soit publics soit privés, le Ministère de la santé couvrant environ 25 % de la population, la Sécurité sociale 15 % et les services privés 14 % (SEGEPLAN²/INE, 1991). Le problème principal se trouve dans la population d'origine indigène, dont le taux d'alphabétisation est faible, particulièrement en milieu rural : par exemple en 1989, 49,2 % de la population guatémaltèque totale de plus de 15 ans était analphabète, mais à la campagne l'analphabétisme était de 71,8 % (SEGEPLAN, 1991).

Le secteur agricole contribue au PIB pour environ 26 %, mais cela ne représente pas très bien son importance sociale et économique pour l'économie globale. Par exemple, la création d'emplois

¹Instituto Nacional de Estadísticas (Institut national des statistiques)

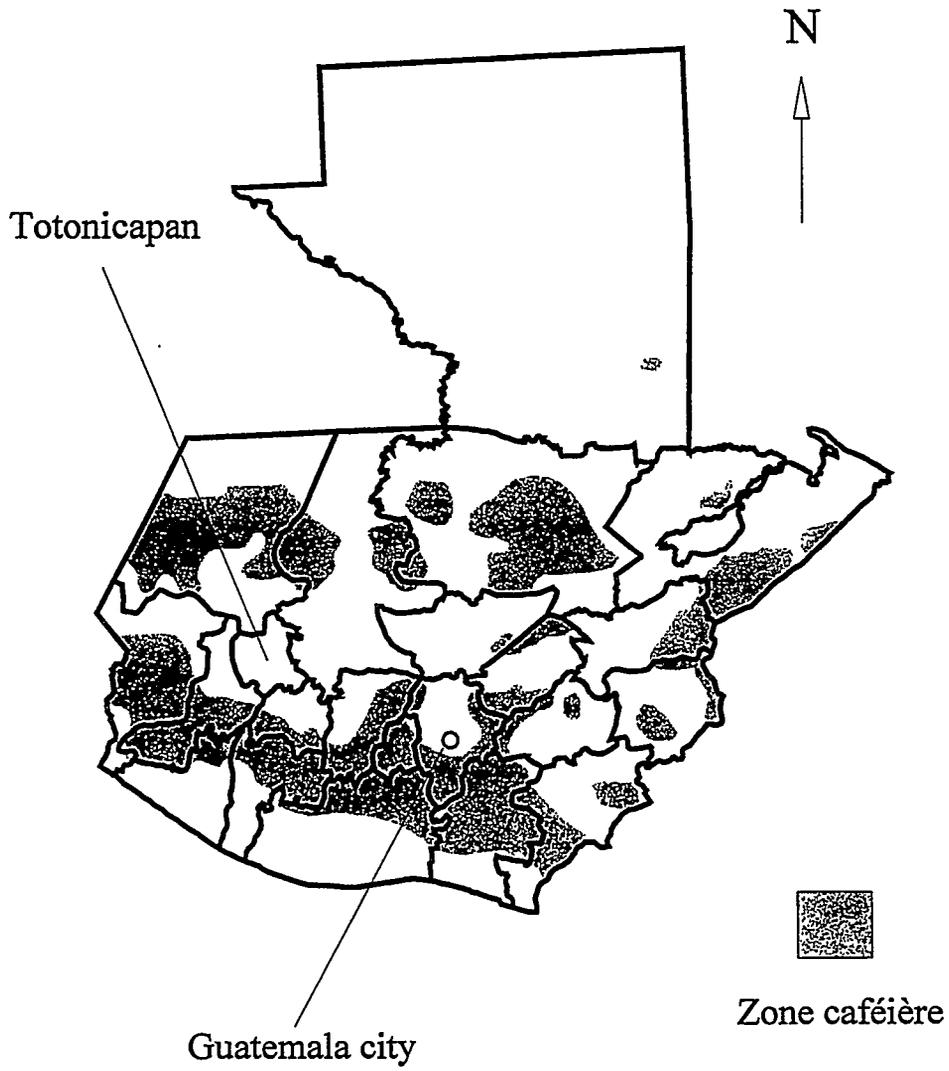
²Secretaría General de Planificación Económica (Secrétariat général de planification économique)

pour le secteur est de l'ordre de 58 % du total national et l'apport de devises par les exportations de produits agricoles est de presque 50 %. Le secteur commercial arrive au deuxième rang avec 25 % du PIB, le secteur industriel apporte seulement 15 % au PIB, sept autres secteurs, dont le secteur de la construction qui a manifesté le plus grand dynamisme, apportent les 34 % qui restent. La croissance économique des dernières années montre une progression d'environ 4 %, à laquelle l'agriculture a contribué pour 3,6 %, l'industrie 2,1 %, le commerce 4 % et la construction 11,9 %, ce qui confirme son dynamisme actuel (SEGEPLAN, 1991).

Du point de vue historique, l'agriculture guatémaltèque se caractérise par une structure dichotomique, c'est-à-dire une production provenant d'une part des grandes exploitations représentées par des économies de plantation orientées vers l'exportation, gérées de façon plutôt extensive en raison surtout des grandes superficies et de la relative disponibilité en main-d'œuvre (ces unités sont les seules sources de travail à la campagne) ; et d'autre part des petites exploitations familiales orientées vers une production d'autosubsistance alimentaire (maïs, haricots et légumes principalement) et de façon secondaire vers le marché interne.

Depuis les années 80, l'agriculture guatémaltèque a connu un regain d'intérêt pour le modèle agro-exportateur (pour tempérer les défaillances du modèle des années 60 et 70, fondé sur la substitution des importations par l'industrialisation). Comme résultat de cette nouvelle démarche, les grandes exploitations ont expérimenté une relative modernisation de l'agriculture en termes d'adoption des technologies visant l'intensification, surtout dans les filières de production des produits non traditionnels (légumes, fruits et épices), qui d'ailleurs connaissent une croissance importante. Les produits traditionnels d'exportation du Guatemala les plus importants sont : le café, la canne à sucre, les bananes et la viande bovine.

La structure sociale du secteur agricole, pour les petits producteurs, montre que 1,2 % sont considérés comme des paysans riches, 34,5 % comme des paysans moyennement riches, 47,6 % comme des paysans pauvres et 16,7 % sont des paysans sans terres. La distribution spatiale montre que 68 % des paysans sans terres sont localisés dans la région sud-ouest autour des grandes plantations qui emploient ces travailleurs comme main-d'œuvre salariée. Par contre, la majorité des paysans intermédiaires et pauvres est concentrée dans des régions agricoles où les grandes fermes sont presque absentes (INE, 1991).



Carte 1. Le Guatemala et les zones caféières

1.2 La caféiculture guatémaltèque

Dans les années 80, les transactions du marché international du café représentaient en moyenne dix milliards de dollars. Il s'agit donc d'un des premiers marchés mondiaux de produits agricoles, avec le sucre, le blé, la viande bovine et le coton (Daviron et Lerin, 1990).

Le niveau de la production mondiale à la récolte 1992/93 se situe à 92,909 milliers de sacs de 60 kg, dont 76,274 milliers ont été exportés. Cette année, le Guatemala se situe en cinquième position, avec une participation au marché international de 3,9 %, derrière le Brésil (25,8 %), la Colombie (16,1 %), l'Indonésie (7,9 %) et le Mexique (4,5 %). Comme exportateur, le Guatemala conserve la cinquième position, avec une participation de 4,9 % après le Brésil (23,1 %), la Colombie (19,0 %), l'Indonésie (7,2 %) et la Côte d'Ivoire (6,4 %) (USDA³, 1994).

Au niveau interne, le café représente dans l'économie guatémaltèque le produit le plus important, avec une participation de 12 % au PIB, de 31,2 % aux exportations totales, de 11,1 % au total de l'emploi et de 18,4 % de la surface agricole totale (Banque nationale du Guatemala, 1990).

L'introduction du café au Guatemala remonte à 1760 et est attribuée aux prêtres "jésuites" ; la première plantation date de 1800 et, après quelques incitations de type fiscal, le café s'est étendu à toutes les régions où le climat et l'infrastructure routière convenaient à l'activité de production et à la commercialisation du grain (Rubio Sanchez, 1968). La carte 1 présente la distribution géographique des régions caféières du Guatemala. Des auteurs ont fait des analyses en suivant une approche historique du développement de la caféiculture au Guatemala, l'objectif étant d'expliquer l'origine de l'actuelle structure de la production de café dans le pays ; on peut citer entre autres de Suremain (1994), Cambranes (1985) et Montenegro (1976).

On peut voir sur la carte 1 qu'on trouve des régions caféières dans tous les départements, sauf au Totonicapan dont l'altitude est trop élevée (plus de 2000 m) pour le café : même dans les zones moins développées du point de vue agricole, comme le nord du pays, on trouve de petites régions caféières.

Une classification, contenue dans les lois concernant le café dans la législation nationale, définit la structure sociale de la caféiculture du Guatemala par trois niveaux de production : les petits producteurs avec une production de moins de 40 quintaux de café vert marchand⁴ prêts à l'exportation (café oro), les producteurs moyens avec un niveau de production entre 40 et 2 000 quintaux, et les grands

³United-States Department of Agriculture (Département américain de l'agriculture)

⁴1 quintal = 45 kg

producteurs avec des productions supérieures à 2 000 quintaux. Si l'on considère les rendements de l'époque (vers 1960), cette classification coïncide avec une classification d'alors qui considérerait comme petits producteurs ceux qui possédaient des superficies plantées de moins de 10 manzanas (mz)⁵. Le **Tableau 1** présente la structure productive d'après la classification que l'on vient de décrire.

Tableau 1. Structure de la production de café du Guatemala. Participation des différents types de producteurs (%)

Classification	Nombre de fermes	Superficie	Production
Petits producteurs* (<40 q)	90,7	23,2	18,8
Producteurs moyens (40-2000 q)	8,4	43,0	36,7
Grands producteurs (>2000 q)	0,9	33,8	44,6
Total	100	100	100

* Les producteurs membres des coopératives sont compris dans cette classe.

Source : Wattel *et al.*, 1990, p. 7

La participation des petits producteurs au nombre total de fermes (90,7 %) est évidente, mais par contre, en ce qui concerne la superficie (23,2 %) et la production (18,8 %), elle ne l'est pas. Cela montre le biais de la structure de la production caféière en faveur des moyens et grands producteurs. Une autre remarque importante à faire d'après l'analyse de ce tableau est la disproportion entre la superficie et la production, qui met en évidence une disproportion en termes de niveau technologique entre les petits et moyens et les grands producteurs : les grands producteurs produisent 44,6 % de la production totale sur seulement 33,8 % de la superficie cultivée ; par contre, les petits et moyens produisent moins proportionnellement à leurs superficies cultivées.

1.2.1 Les aspects institutionnels

L'Association nationale des producteurs de café (ANACAFE) a été créée par un décret législatif de 1960, complété en 1969 par la loi sur le café, par décret législatif lui aussi numéro 19-69. Celui-ci, avec son règlement, normalise toute l'activité caféière du Guatemala. L'ANACAFE est une entité privée qui a pour objectif d'appuyer l'État dans la protection de l'économie nationale dans le domaine de la production et de la commercialisation du café, ainsi que de protéger les droits des membres associés. L'institution met en action des services d'encadrement technique, de recherche

⁵La mesure de superficie manzana (mz) équivaut à 7000 mètres carrés, soit 1 mz=0,7 hectare.

agronomique et de vulgarisation, des services propres à l'activité de commercialisation comme les informations sur le marché, l'appréciation de la qualité, la tenue de registres et de statistiques, et quelques services de stockage. L'ANACAFE est l'unique responsable autorisé à établir les permis d'exportation, et représente l'État guatémaltèque dans les négociations au niveau international. Les ressources financières de l'institution proviennent d'une assignation constituée par 1 % de la valeur FOB des exportations plus une assignation fixe de 25 centimes de quetzal (1 \$ US ≈ 5,50 Q) par quintal exporté.

1.2.2 Les aspects de commercialisation

La seule participation de l'État aux aspects de la commercialisation est le contrôle et la perception des taxes sur les exportations⁶.

Le volume de commercialisation interne le plus important se réalise en café parche et, chez les petits producteurs, en café-cerise. La transformation de café parche en café "oro" ou café vert marchand prêt à l'exportation est réalisée par les exportateurs dans leurs propres usines (beneficios secos)⁷. Ces exportateurs sont une centaine enregistrés par l'ANACAFE, dont 18 réalisent 85 % des exportations ; de plus, environ 500 producteurs ont un permis d'exportation et sont enregistrés par l'institution comme "producteurs-exportateurs".

La transformation du café-cerise en café parche se fait dans des usines (beneficios humedos) dont le nombre enregistré par l'ANACAFE est d'environ 2 000, bien que dans la réalité, on les estime à au moins 3 500. Cela différencie le système de commercialisation interne du Guatemala du reste des pays producteurs d'Amérique centrale, où la transformation en café parche se fait dans des grandes usines centrales et a des implications favorables sur la qualité du café guatémaltèque, d'une part parce que la transformation du café-cerise en café parche se fait rapidement, comme techniquement conseillé, grâce à la proximité des usines et des fermes, et d'autre part parce qu'une telle couverture d'usinage humide dans les différentes régions caféières permet une meilleure différenciation des qualités de café par origine au moment de la commercialisation sur le marché international.

⁶Au-dessous d'une cotation internationale de 100,00 \$ US le quintal, les taxes à l'exportation sont suspendues pour ne pas pénaliser la production quand la conjoncture économique est défavorable. Ces taxes ont disparu à partir de juillet 1989 à cause de la chute des prix sur le marché international.

⁷L'usinage du café au Guatemala consiste dans un premier temps au dépulpage des cerises (café parche) par la voie humide (café lavé), puis au départage et au triage du café parche, ce qui conduit au café vert marchand dans les usines appelés "beneficios secos".

a. Les systèmes de commercialisation

Samayoa (1982), dans une étude sur les caractéristiques de la commercialisation du café au Guatemala, a identifié cinq systèmes de commercialisation, à savoir livraison des cerises par un intermédiaire (55,8 %), livraison directe des cerises au beneficio (14 %), livraison des cerises à une coopérative (13,6 %), livraison du café parche aux exportateurs (7,6 %) et autres systèmes (9 %).

La presque totalité des petits producteurs a recours au premier système de commercialisation identifié par cet auteur, c'est-à-dire livrent le café-cerise à des intermédiaires qui jouent un rôle important comme transporteur, et parfois comme bailleur de fonds contre obligation pour le producteur de leur livrer sa récolte. La distribution des excédents de commercialisation sur la valeur ajoutée totale dans ce système montre le biais en faveur des intermédiaires ; d'après le même auteur, la répartition est la suivante : 13,4 % des excédents vont à l'exportateur, 62,6 % à l'intermédiaire et 24 % au producteur. Il est difficile de savoir si les intermédiaires agissent en tant qu'agents indépendants ou bien s'ils sont liés aux exportateurs.

b. La formation des prix internes

La formation des prix internes au Guatemala se fait à partir du prix de référence par qualité⁸ à la bourse de New-York. Ils sont calculés par l'ANACAFE et servent de prix de référence interne dans le système de commercialisation "producteur-exportateur", c'est-à-dire prix du café parche aux portes de la ferme et, par simple conversion, prix du café-cerise. La procédure est linéaire : il s'agit de déduire du prix de référence de New-York toutes les dépenses et tous les frais liés au transport, au stockage, aux différentes taxations sur les exportations, aux assurances, aux charges fixes d'emballage, etc., jusqu'à arriver au prix à la porte de la ferme, en appliquant le taux de conversion entre café parche et café vert marchand⁹. Ces prix constituent le prix de référence interne pour les négociations entre les différents agents économiques engagés dans la commercialisation du café.

A partir du prix de référence interne du café parche, le prix de référence du café-cerise est lui aussi calculé par simple conversion en appliquant le taux de transformation de café-cerise en café parche.

⁸Normalement "semi-duro"

⁹Les taux de conversion officiels utilisés par l'ANACAFE sont 1,25 q de café parche pour 1 q de café vert, et 4,50 q de café-cerise pour 1 q de café parche.

II L'agriculture et le développement rural : positionnement théorique

Le débat théorique autour de l'agriculture et du développement rural en Amérique latine s'attache nécessairement à deux sujets : d'un côté "la modernisation" de l'agriculture, qui implique la mise en place de l'intensification de la production, et de l'autre le rôle des "petits producteurs" dans le processus de développement.

II.1 La modernisation de l'agriculture

Dans le processus de modernisation de l'agriculture en Amérique latine, l'innovation technologique a joué un rôle important, en facilitant l'affectation du capital et, dans la plupart des cas, la substitution de la main-d'œuvre agricole. Cependant, la modernisation ne s'est pas généralisée aux différents acteurs économiques (Pineiro et Trigo, 1985).

On peut expliquer ce phénomène par le fait qu'on peut distinguer de manière simplifiée deux secteurs plus ou moins nets : le premier correspond au secteur où le progrès technique a pénétré d'une façon très concentrée et qui a été représenté par l'agriculture capitaliste ; l'autre secteur correspond à l'agriculture paysanne, où le progrès technique a été freiné par le difficile accès aux moyens de production, principalement la terre et le capital (Gomes et Peres, 1985).

Jusqu'à ces dernières années, la plupart des explications des comportements dans le secteur agricole en Amérique latine découlent des approches néoclassiques ou structuralistes. Malgré leurs différences conceptuelles, l'une et l'autre ont attribué les problèmes à l'insuffisant développement du capitalisme agricole.

Au cours de ces dernières décennies, l'agriculture de la région a connu d'importantes transformations, comme par exemple la croissante utilisation des intrants technologiques et équipements modernes. Cependant, malgré cette modernisation de l'agriculture, la problématique socio-économique prévaut et est parfois plus complexe.

La modernisation de l'agriculture a donc été concentratrice et a exclu des bénéficiaires la majeure partie de la population rurale d'Amérique latine. Dans la plupart des cas, la "modernisation" de l'agriculture dans le milieu des petits producteurs consiste en une simple consommation d'intrants, beaucoup plus qu'en une volonté d'investir dans les innovations technologiques : les institutions d'encadrement technologique jouent souvent un rôle qui pousse les paysans à utiliser les intrants sans les intégrer suffisamment dans un système de production cohérent.

Cependant, la capitalisation des agriculteurs est possible si les excédents dérivés de leur spécialisation dans une production quelconque sont captés par une "filière d'innovation", qui stimulerait le changement technologique vers l'intensification en augmentant la productivité des facteurs. Barsky (1985) démontre l'évidence de la capitalisation des producteurs favorisée par certaines conditions, où l'agriculture des petits producteurs réagit adéquatement ; entre autres, il cite la stabilité des prix et un système non monopolistique de marché comme conditions préalables à l'accumulation de capital chez ces agriculteurs.

Ce processus de capitalisation des petits producteurs apparaît dans une zone où les grandes exploitations n'ont pas été capables de développer le niveau de spécialisation nécessaire, pour des raisons diverses, à savoir agronomiques, écologiques, socio-économiques, etc. Il semble que les acteurs économiques de petite taille soient mieux adaptés aux conditions défavorables, ce qui laisse supposer de nouvelles possibilités de développement capitaliste. A cet égard, Tchayanov (1990) signale que *« l'économie paysanne a plus de souplesse pour se confronter aux difficultés économiques. Là où l'agriculture capitaliste échoue, l'agriculture paysanne peut travailler plus longtemps, vendre moins cher et survivre »*.

II.1.1 L'innovation technologique

Selon Couty (1991), la production se fait en combinant des forces et des éléments existants ; produire autrement, c'est donc inventer une nouvelle combinaison productive, et c'est ce que l'on appelle une "innovation". Une innovation technologique aura des chances d'être acceptée par les acteurs économiques si elle réduit le coût de production unitaire exprimé en facteurs de production consommés. Dans ce cas, si la quantité de facteurs reste la même, la quantité de produit augmente ; si la quantité de produit ne varie pas, la quantité d'un ou de plusieurs facteurs peut diminuer.

La conception et l'adoption des innovations ont été dans le débat théorique depuis quelques années. Des approches classiques ou d'économie politique et récemment l'approche évolutionniste entre autres ont joué un rôle important dans le développement de la pensée économique sur le sujet.

a. *L'approche classique*

Dans la théorie économique classique, la théorie du changement technique induit occupe une position prépondérante. Elle tente de mesurer l'impact de la disponibilité relative des ressources sur l'intensité et la direction du changement technique. Cette disponibilité des ressources est mesurée ou régulée par les marchés de facteurs et de produits.

Selon cette théorie, des changements dans les prix des facteurs provoquent des biais dans l'orientation de l'innovation technologique qui conduisent à épargner les facteurs qui deviennent progressivement plus coûteux (Ruttan, 1985).

C'est sur la base de cette théorie qu'a été développée l'approche anglo-saxonne des techniques *labor intensive* et *capital intensive* : une technique sera intensive en ce qui concerne la main-d'œuvre si, en termes relatifs, ce facteur de production est moins cher que le facteur capital. Le prix des facteurs devient donc l'indicateur de leur disponibilité.

La théorie a été validée avec de bons résultats par plusieurs chercheurs comme Hayami et Ruttan (1970, 1971), qui ont expliqué la croissance de la productivité agricole au Japon et aux Etats-Unis pendant la période 1880-1960 ; après eux, d'autres études ont été réalisées dans différents pays ou ont été actualisées.

Des études ont démontré empiriquement que le biais dans l'innovation technologique n'est pas provoqué seulement par les changements dans les prix relatifs des facteurs, mais aussi par la disponibilité des options technologiques dans l'environnement régional ou international, dernière hypothèse qui s'applique mieux aux pays en voie de développement (Ruttan, 1985).

Par la suite, des chercheurs intéressés par le développement rural dans les pays en voie de développement ont observé que la politique technologique dans le secteur agricole, quand elle est orientée sur la base d'options technologiques, ne constitue pas une réponse satisfaisante, puisque les options technologiques ont été développées dans des conditions très différentes quant à la disponibilité relative des facteurs et à leur prix.

A propos de l'application de ce modèle sur le changement technique induit au contexte de l'Amérique latine, Lynam (1985) propose qu'il faut de même considérer l'hétérogénéité de la taille des exploitations et la variabilité des prix des facteurs pour chaque type d'exploitation. Selon lui, le prix des facteurs est tellement influencé par les exploitations de taille extrême que le rôle de la disponibilité des facteurs dans la détermination des prix est secondaire.

La théorie du changement technique induit a été défendue par plusieurs chercheurs , car elle expliquerait bien le processus de développement agricole dans une économie sous-développée, comme celle du Japon en 1880, ce que Sabato (1985) conteste en affirmant que même si le modèle a bien réussi dans le cas de l'agriculture japonaise en 1880, cela ne signifie pas que la même théorie peut expliquer le processus de développement de l'Amérique latine de 1980, le contexte économique international étant très différent : par exemple, il existe maintenant une forte offre internationale de technologies agricoles, dont la plus grande partie consiste en une utilisation intensive du facteur capital.

b. L'approche d'économie politique

Selon de Janvry et Leveen (1985), l'innovation technologique ne doit pas seulement être interprétée comme une façon de profiter des agents économiques : c'est aussi un bon outil de gestion des conflits sociaux et peut donc être un instrument de changement de ces rapports. Les facteurs déterminants du changement technique doivent être recherchés soit dans la réponse à de nouvelles conditions économiques, soit dans la lutte pour définir les rapports sociaux.

L'État est l'institution qui doit traduire ces forces économiques et sociales dans de nouvelles technologies. C'est pour cela que, quelle que soit la théorie du changement technique, elle doit intégrer une théorie de l'État à son analyse (de Janvry et Leveen, 1985).

Le premier niveau où des conflits sociaux opèrent se situe au niveau des déterminants structureaux et économiques qui induisent le changement technique, par exemple le système foncier en vigueur, les prix relatifs et les termes de l'échange entre le secteur agricole et le reste de l'économie, etc. Le deuxième niveau est celui du rôle que joue le système institutionnel de la recherche et est le résultat de négociations entre les différents agents économiques et l'État. Un troisième niveau, où les conflits sociaux conditionnent le changement technique, se situe dans l'organisation du processus de travail, certaines technologies renforçant le contrôle que les propriétaires ont sur les travailleurs. Le lecteur intéressé par cet aspect pourra se référer aux travaux de de Janvry (1985).

Selon Barbato (1985), pour que la théorie des conflits sociaux de de Janvry et Leveen puisse améliorer l'explication du changement technique en Amérique latine, elle doit être analysée sous au moins trois points de vue :

- l'insertion de l'économie et du produit dans le contexte international ;
- le rôle du produit ou la situation de la production dans l'économie nationale ;
- la structure politique de l'État.

En ce qui concerne la participation de l'État comme planificateur, au moins dans le cas de l'Amérique latine, Saint (1985) observe que toute planification de l'État a comme priorité des objectifs politiques, avant même les objectifs de développement social. Evidemment, dans ces circonstances, l'innovation technologique dans le secteur agricole de l'Amérique latine est plutôt suscitée par le secteur privé, par exemple la Fédération des caféiculteurs de Colombie, le Centre brésilien pour la recherche sur le cacao, les programmes nationaux du café en Amérique centrale, etc.

Ces derniers exemples ne peuvent pas être généralisés, car les possibilités de s'organiser sont très limitées à certains types de producteurs ou de filières-produits. Toujours selon Saint, la plupart

des petits producteurs sont confrontés à la double problématique de l'absence de technologies appropriées à leurs ressources économiques et physiques limitées et de l'absence de représentation collective dans le processus d'élaboration de politiques et de planification.

A propos du rôle de l'État, Pineiro et Trigo (1985) signalent que ce n'est pas le marché qui régule l'offre et la demande de technologies, mais plutôt de complexes processus institutionnels et la capacité de négociation de chaque groupe social, qui interpelle l'État à trois niveaux :

- la formulation de politiques dans le domaine des sciences et de la technologie ;
- le développement et le financement d'institutions de recherche ;
- la détermination de priorités pour les travaux des institutions.

La capacité de négociation des producteurs dépendant de l'homogénéité du secteur, la possibilité d'organisation autour d'un seul produit agricole paraît donc avoir de bons résultats puisqu'elle donne cohérence et clarté aux demandes corporatives. L'importance régionale de la production, la taille relative du secteur producteur et la fonctionnalité du produit pour l'économie globale sont d'autres facteurs à considérer pour la définition de la politique technologique.

c. L'approche évolutionniste

Cette approche considère les critères de marché et d'économie politique (structuralistes) en tant que mécanismes régulateurs du système technico-économique d'ensemble. L'analyse de la création d'une technologie s'articule autour des concepts de "paradigme" et de "trajectoire technologique" (Dosi, 1982).

Selon Dosi (1988), le "paradigme technologique" peut être défini comme un modèle de solution aux problèmes technico-économiques, fondé sur des études biologiques associées aux règles spécifiques qui visent à l'acquisition de connaissances nouvelles. La "trajectoire technologique" se définit comme l'activité du processus de génération de technologies visant à évaluer les intérêts et limites de la technologie définis par le paradigme. On peut développer les concepts de paradigme et de trajectoire technologique à des niveaux d'agrégation différents : la firme, l'industrie ou un ensemble de firmes engagées dans le même processus de constitution d'une technologie (Montaigne, 1992). Si on ajoute les organisations (laboratoires, centres de recherche, organismes financiers, pouvoirs publics, etc.) qui participent au processus, on forme une "filière d'innovation".

Sur la diffusion de la technologie, l'approche évolutionniste explique que les conditions du marché d'un produit vont définir le rythme de sa diffusion, la rentabilité de l'investissement, l'évolution éventuelle de la demande et des prix associés.

II.1.2 L'intensification de l'agriculture

La modernisation de l'agriculture est perçue comme le processus d'adoption d'innovations technologiques qui permettent de produire durablement autant sur une surface moindre. Selon Couty (1991) qui a utilisé comme critère de l'intensification l'augmentation du produit par unité de surface, cela correspond très précisément à ce que l'on appelle intensification.

En micro-économie, le concept d'intensification fait référence à une modification de l'utilisation relative des facteurs de production. Selon le facteur par rapport auquel on mesure l'augmentation des autres facteurs, on parlera généralement d'intensification du facteur travail ou d'intensification du facteur terre (Jacquet et Flichman, 1988). En France, dans le débat sur le productivisme, l'accent a été mis le plus souvent sur l'intensification du facteur travail, ce que quelques chercheurs appellent "productivité du travail".

En France toujours, depuis les années 50, la productivité du facteur travail a été placée au cœur du processus d'intensification, à tel point que maintenant la productivité partielle du travail direct agricole est devenue un indicateur économique largement corrélé avec les résultats globaux d'exploitation (Tirel, 1983).

En ce qui concerne le facteur terre, dans la littérature anglo-saxonne, on distingue les formes *labor intensive* dans lesquelles l'intensification de la production est obtenue par l'accroissement de la quantité de travail, et les formes *capital intensive* dans lesquelles l'intensification est surtout obtenue par l'augmentation du capital, c'est-à-dire les consommations intermédiaires, matériels et équipements.

Dans la littérature récente, on trouve deux conceptions principales de l'intensification. La première se réfère à une unité d'un facteur de production auquel on combine des quantités accrues d'autres facteurs de production. La seconde considère la croissance du produit par unité de surface. En fait, dès lors que l'on considère l'ensemble des facteurs de production par unité de terre, ces deux conceptions sont équivalentes. En effet, si la fonction de production par unité de surface est homogène de degré 1 et si l'agriculteur vise à maximiser son profit, alors la valeur de la production est parfaitement répartie et égale à la valeur des facteurs mis en œuvre (*Euler's Theorem*). L'intensité définie par un rapport produit/terre ne se différencie donc pas de la notion de productivité partielle.

L'intensification ferait alors référence à la croissance d'une productivité partielle du facteur étudié (Bonnieux, 1986).

Selon Boserup (1970), l'intensification du facteur terre dans l'agriculture est la réponse au "problème" de la pression démographique ; la rareté même des terres modifie les coûts des facteurs et, de ce fait, aboutit à leur utilisation plus intensive. Cependant, Lele et Stone (1989) ont démontré que ce n'est possible que si les densités sont faibles au départ ; ils ont ainsi démontré que le lent accroissement des densités est favorable à l'évolution des techniques et améliore la productivité de la terre en modifiant le rapport entre les divers facteurs. Selon ces auteurs, on assiste à une lente évolution, après la modification de la fréquence d'utilisation de la terre, qui consiste à adapter les moyens de production à l'évolution des coûts des facteurs. La main-d'œuvre, le crédit, l'outillage et les autres intrants devenant relativement moins chers que la terre, le producteur choisira la combinaison de facteurs qui optimise la production. Mais ce processus de changement est lent.

II.1.3 L'intensification et les économies de plantation dans le cas du café

Comme toute culture pérenne, le café présente différentes caractéristiques qui rendent difficile l'interprétation des résultats de l'analyse sur la performance économique de la plantation. Par exemple, Ruf et Ruf (1989) citent, entre autres caractéristiques, que la plantation de café montre une baisse tendancielle des rendements avec son vieillissement, que les années de repos végétatif alternant avec les années de pleine production, un cycle de rendement bisannuel est donc caractéristique des plantations. Par ailleurs, les producteurs de café peuvent apprécier les pertes à la floraison, déduire une estimation de la récolte future et donc adapter leurs pratiques culturales en fixant les temps de travaux en fonction de cette prévision.

Ces caractéristiques particulières de la plantation de café rendent difficile l'interprétation des différents niveaux d'intensification à l'hectare. En effet, la fonction de production n'est pas facile à établir car les conditions de mise en place, les incidents climatiques, l'environnement économique, etc., ont des effets sur la capacité à produire de la plantation.

L'analyse marginaliste peut donc être utilisée, mais en considérant plusieurs contraintes en accord avec la diversité des situations selon la variété, l'âge de la plantation, le terrain, la zone, le statut social des producteurs, etc.

Selon Ruf et Stessels (1986), si la contrainte foncière a un poids croissant, le processus d'intensification se fera de manière spontanée. Pour ces auteurs, l'intensification est tout processus d'augmentation de la production par unité de surface au-delà des moyennes régionales. En conséquence,

dans les économies de plantation l'âge du verger et le niveau d'intensification sont fortement liés.

Dans un modèle où la production à l'hectare est fonction du nombre de sarclages, Ruf et Ruf (1989) ont constaté que dans le cas d'une agriculture faiblement capitalisée, et en situation d'abondance du facteur terre, tout producteur cherchera à optimiser le facteur travail : il va intensifier ce facteur jusqu'à ce que sa production marginale soit égale à sa consommation marginale (optimum économique). Mais dans la pratique, le producteur peut se contenter d'arriver à un stade légèrement moins intensifié qui lui permette néanmoins de combiner l'objectif d'optimisation du revenu du travail et celui de l'appropriation foncière. En revanche, dans le cas de blocage foncier, le producteur envisagera d'optimiser le facteur terre et donc de se rapprocher de l'optimum agronomique.

L'optimum économique se rapproche de l'optimum agronomique parce que le facteur terre devient souvent le nouveau facteur limitant ; les producteurs acceptent alors de subir une baisse de la productivité marginale et moyenne du facteur travail.

Ce processus explique la réussite de certaines opérations de développement comme l'augmentation du nombre de sarclages, l'utilisation d'herbicides, le recépage, la replantation, etc. Cependant, le blocage foncier ne conduit pas nécessairement à l'intensification s'il reste des incertitudes et des risques liés au facteur terre, comme les problèmes d'appropriation, et/ou des incertitudes liées à la transmission du patrimoine (Ruf et Ruf, 1989).

Selon Ruf et Stessels (1986) aucune technique d'entretien ne pourra amorcer un processus de substitution du travail par du capital tant que des gains de productivité ne seront pas acquis sur les opérations de récolte, qui constituent la principale composante du coût.

Sur ce sujet, Sfez (1988) mentionne que n'importe quelle innovation technologique permettant l'augmentation de la productivité du travail (de facteurs) à la récolte sera acceptée par la paysannerie. Il cite comme exemple l'option technologique qui accompagne la variété "caturra" au Costa Rica et qui a donné la possibilité aux producteurs d'augmenter fortement la productivité du travail à la récolte, constituant ainsi, selon Sfez, le facteur de développement le plus important de la caféiculture de ce pays.

Enfin, pour mieux comprendre les processus d'intensification, on ne doit pas oublier que souvent les exploitations paysannes n'ont pas pour seul objectif la maximisation des revenus, mais cherchent plutôt à diminuer ou à ne pas trop augmenter la quantité de travail soit familial, soit contractuel. Tchayanov (1990) dit, à propos du travail paysan : « *Chaque famille s'efforce d'obtenir une balance ou un équilibre approximatif entre le degré de satisfaction des besoins familiaux et le degré de pénibilité du travail.* » De plus, les producteurs équilibrent la répartition du travail familial entre les cultures vivrières et l'entretien de la plantation de café (Ruf et Stessels, 1986). Or assurer la subsis

tance de la famille est un objectif commun à toutes les exploitations, tandis que gagner le plus d'argent possible dépendra du niveau d'intégration de l'exploitation dans le marché (Kajumulo-Tibajuka, 1984).

II.2 Les petits producteurs

Le terme de petits producteurs a déjà été introduit ci-dessus par Barsky (1985), qui a observé que la division classique de l'agriculture latino-américaine en secteur capitaliste et secteur paysan ne suffit pas à expliquer la dynamique du développement agraire dans la région. Selon lui, il existe un autre secteur en croissance, constitué par les petits producteurs en voie de capitalisation et les unités moyennes dérivées du latifundium.

Pour définir le concept de "petits producteurs" plus précisément, on doit se rapprocher de cette définition bien connue mais trop générale de la paysannerie et de ses caractéristiques : travail familial, organisation de l'unité de production et stratégies non capitalistes de développement. Archetti (1978) souligne que cette caractérisation de la paysannerie manque de sens pratique parce qu'elle ne la définit pas comme acteur social et doit être enrichie du concept de paysans spécifiques insérés dans un contexte historique et social défini.

Deux démarches méthodologiques ont marqué fortement la recherche sur le développement rural en Amérique latine. La première est celle présentée par la CEPAL¹⁰ (1982) sur la caractérisation de l'économie paysanne et l'agriculture capitaliste au Mexique et la deuxième est celle présentée par Murmis (1980) sur la typologie des petits producteurs paysans. D'après les travaux de la CEPAL, l'idée déjà connue d'une structure dichotomique de l'agriculture, c'est-à-dire la présence de paysans et d'entreprises agricoles capitalistes, a été fortement généralisée. Par contre, Murmis (1980) démontre de façon empirique qu'une telle structuration de l'agriculture est seulement une stratégie méthodologique utile pour opposer agriculture paysanne et agriculture capitaliste, mais ce n'est pas l'approche la plus pertinente dans le domaine du développement.

Dans le cas de l'Amérique latine, Murmis (1980) conclut de manière générale que le paysan "pur" n'existe pas, c'est-à-dire qu'il n'y a aucune exploitation agricole où l'unique rapport direct homme-terre ne soit pas régulé par le capital, au moins pour une petite partie, à cause de l'insertion partielle de la paysannerie dans les marchés des produits, du travail et des intrants agricoles. La rationalité économique, même sur le travail familial, est donc subordonnée à la combinaison optimale des

¹⁰CEPAL : Commission économique pour l'Amérique latine

facteurs. La délimitation d'une telle paysannerie doit donc s'inscrire dans une classification plus générale.

Piñeiro et Llovet (1986) ont fait des apports conceptuels fondamentaux à la proposition d'une classification plus adaptée à la réalité de l'agriculture latino-américaine des paysans insérés au moins de façon partielle dans les marchés du travail, financiers, des produits et services.

II.2.1 Une classification

Pour éviter toute confusion, les paysans sont définis comme un groupe de petits producteurs, ce qui est beaucoup plus réaliste que la vision d'une société rurale divisée d'une part en exploitations capitalistes et d'autre part en exploitations paysannes, mais pose le problème de la délimitation du groupe des "petits producteurs".

Le groupe Esquel (1989), sur la base conceptuelle développée par Murmis (1980), Barsky (1985), Piñeiro et Llovet (1986), a proposé une délimitation pratique du groupe des petits producteurs. La limite inférieure est déterminée par les exploitations où le contrôle des ressources est d'autant plus faible que leur importance au niveau de la production dans l'économie globale est très limitée. La principale source de revenus de ces exploitations est le résultat d'activités économiques menées en dehors de la parcelle, à cause de la faible disponibilité des ressources, notamment la terre.

La limite supérieure est constituée par les exploitations où le contrôle de la terre et du capital est relativement élevé, et donc où le revenu est directement lié à la mise en valeur de ces facteurs. Le travail familial y perd de plus en plus de son importance mais leur niveau technologique n'est pas différent du reste des petits producteurs. Par contre, on les différencie facilement des exploitations agricoles typiquement capitalistes.

Cette classification apporte des critères génériques qui vont déboucher sur des typologies plus opérationnelles, dans la mesure où elles rendent compte de la réalité de la dynamique agraire. Ainsi la disponibilité des ressources productives, le statut économique et social, la capacité de négociation auprès de l'État, l'accès aux bénéfices des différentes politiques, etc., seront des variables propres à chaque scénario, mais en tout cas "les petits producteurs" seront les vrais destinataires du développement rural. Un critère additionnel de différenciation entre producteurs, trouvé dans la littérature (Sfez, 1988), est la présence de seuils en matière de productivité des facteurs. Cet auteur a remarqué que tout groupe situé au-dessous du seuil de reproduction n'est pas capable de se reproduire sans détérioration économique, et que tout groupe situé au-dessus du seuil d'accumulation est capable non seulement de se reproduire mais aussi d'accumuler des excédents, voire d'amorcer la capitalisation.

II.2.2 Le rôle de la petite exploitation dans l'économie globale

Avec la modernisation de l'agriculture, l'économie des petits exploitants s'est étendue comme résultat de la fragmentation du latifundium (agriculture traditionnelle) à laquelle s'est substituée l'agriculture capitaliste. Ce phénomène a quelquefois libéré des extensions de terres pour la paysannerie, comme la fragmentation normale des petites et moyennes unités et les réformes agraires mises en place dans quelques pays. Mais cette fois, les petits producteurs co-existent, avec une nouvelle modalité d'articulation avec l'agriculture capitaliste.

Selon Gomes et Peres (1985), on peut dire que l'agriculture paysanne en Amérique latine en général constitue aujourd'hui une source de main-d'œuvre et de vivres bon marché pour le reste de l'économie. De façon générale, chaque groupe économique est spécialisé : l'agriculture capitaliste produit des biens exportables tandis que les petits agriculteurs produisent, à quelques exceptions près, des denrées pour la consommation interne, généralement à des prix très dépréciés qui ne compensent pas les coûts des intrants nécessaires à leur production. Cependant, grâce à leur rationalité (Schejtman, 1980), les agriculteurs répondent par une augmentation de la production et/ou de l'offre de travail saisonnier en dehors de la parcelle.

Malgré cette tendance générale, comme déjà souligné ci-dessus, on observe dans certaines localités et avec certains produits, notamment de rente, que ces petites unités ont été capables d'introduire dans leurs processus productifs les technologies disponibles et de se développer de façon capitaliste (Barsky, 1985 ; Jordan *et al.*, 1989).

Toujours en milieu paysan, mais dans un contexte social et économique différent, on trouve des exemples dans les pays du Sahel : Kennedy et Cogill (1987), von Braun *et al.* (1990) et von Braun *et al.* (1991) ont démontré une certaine réussite en termes économiques chez les exploitations qui intègrent des cultures de rente par rapport à celles qui ne le font pas. De plus, von Braun *et al.* (1990) et Maxwell et Fernando (1989) ont déterminé une corrélation positive entre les productions des cultures de rente et des cultures vivrières au niveau des exploitations, ce qui montre l'effet positif de tels systèmes de production par rapport aux systèmes spécialisés en produits alimentaires.

II.2.3 La dynamique de la différenciation sociale et le rôle de la vulgarisation

Si la vulgarisation joue un rôle dans la différenciation des petits producteurs capitalisés, la majorité des petits producteurs d'Amérique latine ne doit pas être considérée comme bénéficiaire des projets de développement rural. Dans ce groupe, le revenu est si faible et le degré de prolétarianisation

si élevé que les outils servant au développement agricole, même s'ils sont bien utilisés, ne sont pas effectifs (de Janvry, 1985).

De Janvry a aussi montré que l'intensification de la fertilisation chimique sur le même matériel génétique comme résultat de la vulgarisation de la technologie en milieu rural dans le cadre des projets du développement, a été fortement encouragée : pendant ce processus, le concept "pauvre mais efficace" a été oublié et a été remplacé par "inefficace et pauvre".

Selon Boisseau (1982), l'encadrement institutionnel a un effet mimétique qui pousse les paysans à utiliser les intrants sans les intégrer suffisamment dans un système de production cohérent. Cet auteur signale que dans la plupart des cas, la vulgarisation agricole réduit le progrès à un processus de diffusion et d'adoption d'innovations parcellaires, tandis que le problème des exploitants est de choisir dans une masse d'alternatives techniques les éléments qui s'adaptent le mieux à leurs systèmes de production. Il y a donc divergence entre l'offre et la demande technologique.

Deux mécanismes conduisent le producteur à "consommer" des moyens de production plutôt qu'à investir dans un système de production qui lui garantirait un gain réel de productivité. En premier lieu se manifeste une dislocation des rapports sociaux horizontaux qui liaient les producteurs entre eux ; par contre, les rapports verticaux directs et intenses de chaque producteur avec l'extérieur deviennent de plus en plus importants. Ensuite apparaît une nouvelle organisation de rapports entre producteurs suscitée par certains des agriculteurs les plus évolués qui sont conseillés par les vulgarisateurs agricoles.

Le résultat est que, au lieu d'aider les paysans à mieux valoriser les ressources, on a subventionné d'une certaine façon l'achat d'intrants ou la diffusion d'informations spécialisées peu adaptées à la réalité des exploitations.

III La problématique de recherche

D'après la structure de la production au Guatemala présentée dans le premier chapitre, on observe un biais en faveur des grands producteurs non seulement en termes de superficies (33,8 % contre 23,2 %) et de participation à la production globale (44,6 % contre 18,8 %), mais aussi en termes de systèmes techniques plus performants par rapport aux systèmes des petits et moyens producteurs. Si l'on ajoute à cette problématique la disparité due au nombre de fermes (90,7 % de petits

producteurs contre 0,9 % de grandes exploitations), il est facile d'imaginer que l'encadrement des petits producteurs de café (39 700) du Guatemala est un souci de première importance¹¹.

Les programmes de vulgarisation mis en place jusqu'en 1981 ont surtout profité aux grands producteurs, d'une part parce que la demande de technologie vient de ce groupe et d'autre part parce que travailler avec les nombreux petits producteurs impliquait une forte contrainte en personnel technique.

III.1 Un projet de vulgarisation auprès des petits producteurs

Comme indiqué dans l'introduction, depuis 1981 l'ANACAFE développe au niveau national un projet de vulgarisation utilisant ce que l'on a appelé les groupes d'amitié et travail (GAT). Cette méthodologie de vulgarisation auprès de groupes de producteurs a pour objectif d'optimiser le personnel d'encadrement technique et de profiter de la dynamique de groupe déjà bien étudiée par ailleurs en milieu rural (Andrade *et al.*, 1986). En partant de l'idée que les communautés rurales sont plus ou moins des entités sociales homogènes, sans conflits ni divisions internes, et qu'elles cherchent leur développement global, plusieurs projets de développement rural en Amérique latine ont mis en pratique des techniques de dynamique de groupe pour faciliter la vulgarisation de la technologie (Jordan *et al.*, 1989).

L'objectif du projet de vulgarisation de l'ANACAFE était d'inciter les petits producteurs à moderniser leurs systèmes de production de café en proposant l'intensification de la production vers un système technique plus performant pour aboutir à une augmentation des revenus et, en conséquence, une amélioration de leur niveau de vie.

Ce projet de vulgarisation a fait l'objet de deux évaluations. La première (Andrade *et al.*, 1986), qui a été effectuée au niveau national, compare avant et après un échantillon de producteurs constitué par les bénéficiaires du projet ; elle permet de constater que de manière générale, les effets du projet sur la structure de la production sont la replantation en substitution de plantations de plus de 15 ans, l'augmentation du temps de travail nécessaire, à la récolte surtout comme conséquence d'une meilleure production, et pour l'entretien de la plantation.

La seconde évaluation (Mendez *et al.*, 1991) a été pratiquée dans une zone pilote sur un échantillon composé d'exploitations qui reçoivent l'appui de l'ANACAFE et d'exploitations qui n'en bénéficient pas.

¹¹Selon l'ANACAFE, il y a 30 000 petits producteurs indépendants et 9 700 de plus dans les 143 coopératives enregistrées. Les moyens et les grands producteurs sont respectivement au nombre de 3 700 et 400.

lement ou totalement la technologie vulgarisée, obtiennent les meilleurs rendements.

Malgré tout, en l'état actuel des choses, on retrouve dans ces évaluations une hétérogénéité dans l'adoption des nouvelles technologies, allant d'une adoption nulle jusqu'à une adoption totale. Cela ne répond donc pas de façon précise aux questions suivantes :

- pourquoi l'intensification de la production ne répond-elle qu'aux besoins de quelques-uns ;
- comment se déroule ce processus d'intensification de la production au sein des exploitations ;
- qu'est-ce qui caractérise ceux qui ont intensifié leur production.

III.2 Les systèmes technologiques

On trouve encore dans quelques exploitations traditionnelles actuelles le scénario technologique de base propre aux petits producteurs. Il s'agit de vieilles plantations de variétés traditionnelles avec de faibles densités de population, peu de fertilisation et aucune activité de protection végétale, la taille sélective des vieux arbustes et l'ombrage par la végétation naturelle.

La vulgarisation propose comme alternative technologique au scénario ci-dessus présenté une rénovation des plantations avec des variétés sélectionnées à forte densité de population, la fertilisation et des pratiques de protection végétale, la taille systématique des arbustes et l'ombrage spécialisé. Le ? présente de façon succincte le contraste entre le scénario traditionnel et celui proposé par la vulgarisation.

La seule ressemblance entre les deux systèmes techniques est le nombre de sarclages (2-3 manuels), ce qui justifie les difficultés à s'engager dans l'adoption totale du paquet technologique proposé par la vulgarisation, d'une part en raison des forts investissements nécessaires (9 500 Q/mz≈ 2 500 US\$)¹² et d'autre part à cause de la difficulté supplémentaire de gestion impliquée par le changement radical de système technologique.

¹²Calcul effectué à partir des informations présentées par Wattel *et al.* (1990) et actualisées en 1994.

Tableau 2. Scénarios technologiques : système traditionnel *versus* scénario intensif

Variable	Scénario technologique de base	Scénario technologique alternatif
Age de la plantation	Plus de 15 ans	Moins de 15 ans
Variété	"Tipica" et "Bourbon" (<i>Coffea arabica</i>)	"Catuai", "Caturra" et "Cati-mores" (<i>Coffea arabica</i>)
Densité de population	1750 arbustes/mz	3500 arbustes/mz
Fertilisation	0-1 application	2-3 applications
Protection végétale	Nulle	Systématique
Sarclages	2-3 manuels	2-3 manuels et/ou chimique
Taille des arbustes	Libre croissance et taille sélective des arbustes de plus de 15 ans	Taille systématique des arbustes de plus de 8 ans
Type d'ombrage	Végétation naturelle	Spécialisé (<i>Ingas spp.</i>)
Rendement*	40-45 q de café-cerise/mz	100-110 q de café-cerise/mz

* Les rendements correspondent à ceux observés au champ des producteurs et non à la station expérimentale.

Pour desserrer la contrainte financière, l'ANACAFE, en coordination avec l'État et avec un co-financement de l'Agence internationale du développement américaine (USAID), a mis en œuvre depuis 1990 un projet de crédit orienté vers les petits producteurs. Le conditionnement initial des agences de crédit et la mise au point des mécanismes institutionnels ont contribué à ralentir le démarrage du projet. Par ailleurs, le projet a intégré à ses objectifs un des objectifs généraux de l'ANACAFE visant l'amélioration de la qualité du café. Ceci fait que les activités du projet se sont concentrées dans certaines zones d'intérêt, constituant ainsi des pôles de développement, et ne se sont pas généralisées¹³.

III.3 L'hypothèse générale

Si on reprend la théorie des systèmes, on attribue la complexité des exploitations agricoles en partie à l'ouverture relative de plus en plus importante de leur système sur l'extérieur, c'est-à-dire aux flux bidirectionnels entre l'environnement économique d'ensemble, le contexte social et institutionnel et les exploitations agricoles. Même au sein des exploitations, certaines composantes inter-

¹³Un des critères principaux est l'altitude, puisque ce paramètre géographique est corrélé de façon positive à la qualité.

agissent de façon dynamique, à savoir la structure, le fonctionnement et la performance. La Figure 1 présente de façon schématique ce que l'on vient de décrire.

Pour qu'une modification puisse être introduite dans le système, on doit donc tenir compte de la complexité due à la nature même du système représenté par les exploitations agricoles. Proposer une nouvelle façon de produire est donc une affaire toujours difficile qui doit être analysée de façon soigneuse. C'est inscrite dans cette démarche que se pose comme hypothèse de base pour étudier l'intensification de la production, la considération des composantes propres à l'exploitation comme la structure, le fonctionnement et la performance dans un contexte économique, social et institutionnel spécifique.

Pour formaliser cette idée, on fait l'hypothèse que le niveau d'intensification de la caféiculture chez les petits producteurs du Guatemala est fonction de la structure, du fonctionnement et de la performance des exploitations.

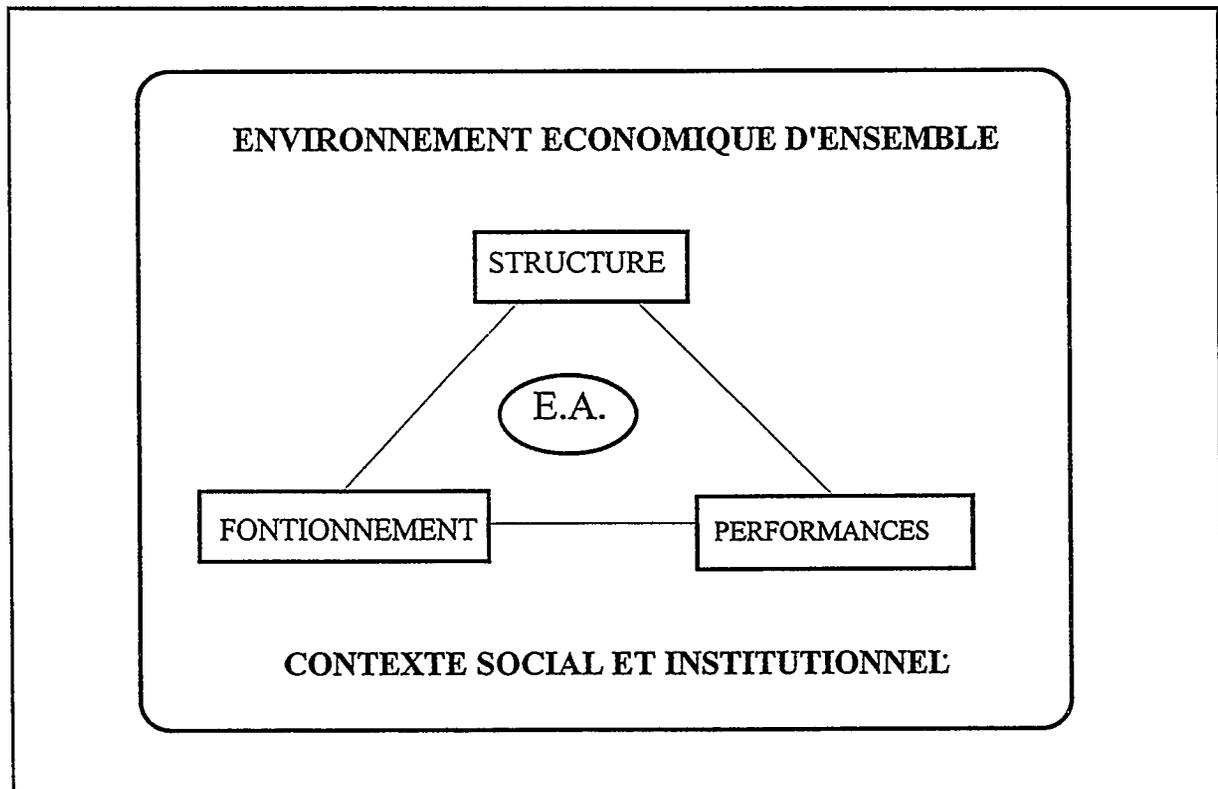
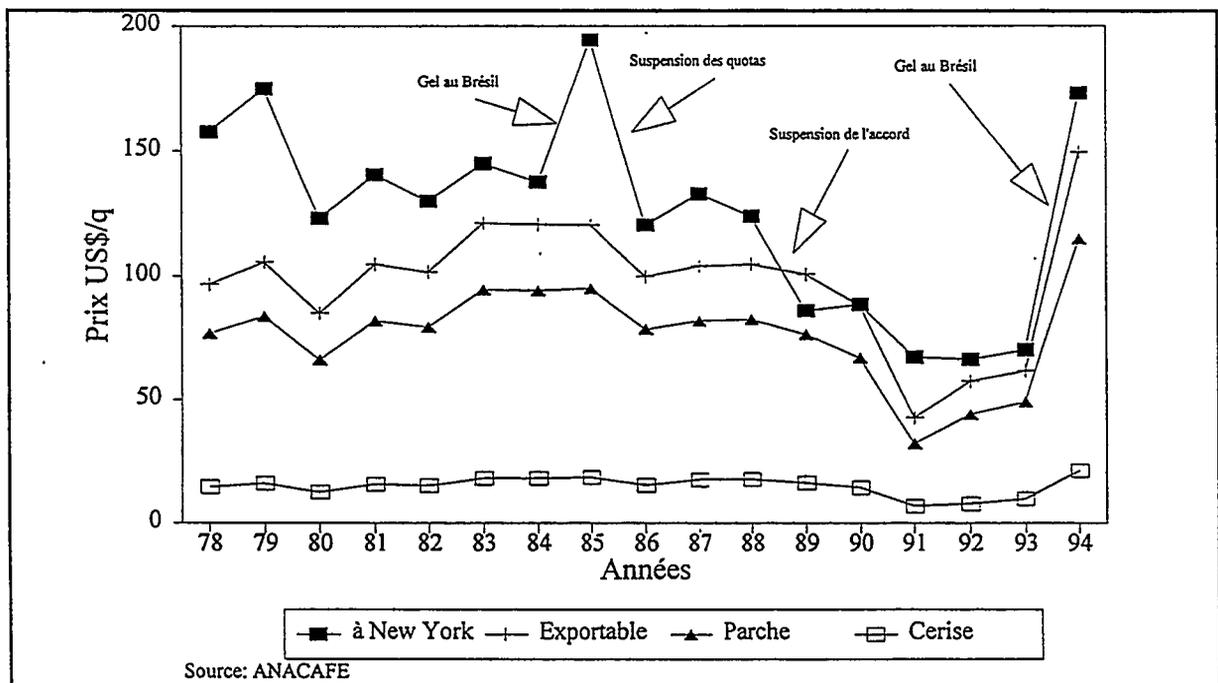


Figure 1. La place des exploitations agricoles

III.4 La crise caféière 1989-1994

A la suite de la suspension des clauses économiques de l'Accord international du commerce du café¹⁴ en juillet 1989, une crise des prix caféiers s'est développée au cours de la période 1989-1994, crise dont les caractéristiques en termes de prix international et prix interne au niveau du pays sont présentées Graphique 1. Si les conséquences pour les pays producteurs ont été diverses, au Guatemala la crise a considérablement affecté l'ensemble du secteur caféier et l'économie nationale en raison de l'importance du café dans la création d'emplois, l'apport de devises, les taxes, etc. Pour atténuer les effets négatifs chez les producteurs, l'État a renoncé à presque tout prélèvement pendant la durée de la crise, mais ceci au détriment des autres secteurs de l'économie.

En termes agronomiques au niveau national, la réponse des producteurs à la crise a été de diminuer la consommation d'intrants agricoles par unité de superficie, avec une régulation de l'ombrage moins fort pour d'une part éviter la concurrence des mauvaises herbes, et d'autre part ralentir le processus physiologique des arbustes afin d'éviter une forte demande nutritionnelle de la plantation. Cela a eu des conséquences négatives sur la quantité de travail nécessaire pour l'entretien et la récolte, et aussi sur les rendements.

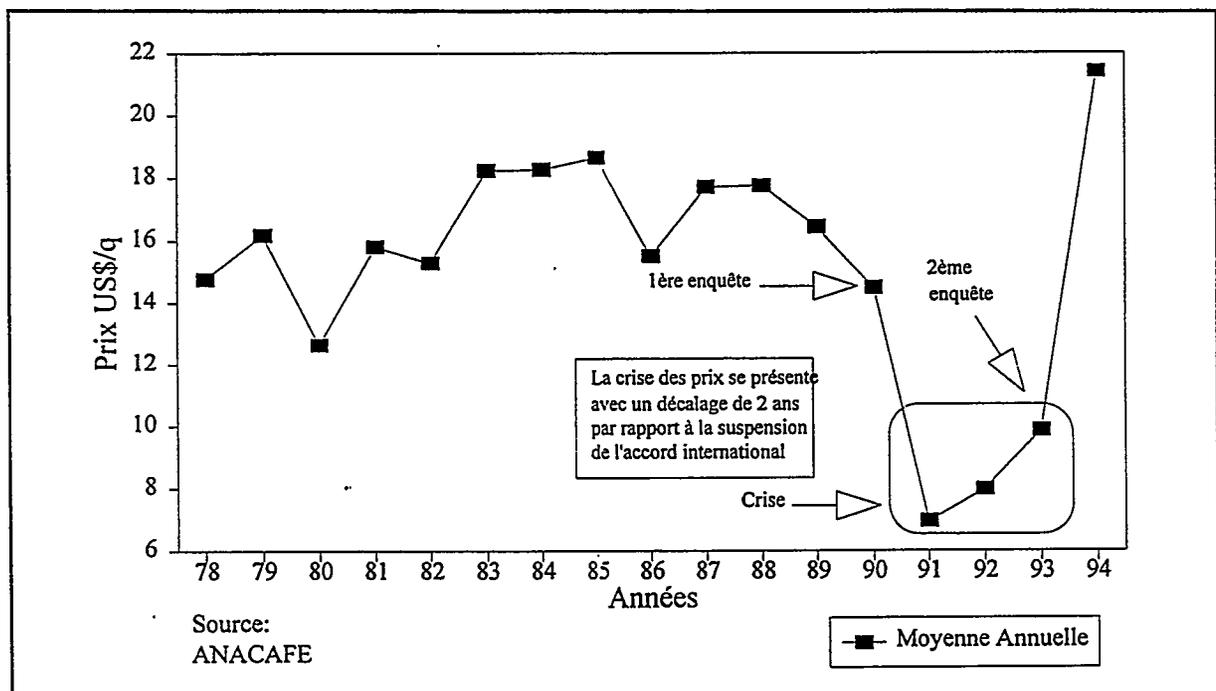


Graphique 1. Cotations du café du Guatemala - campagnes caféières 1978/79 - 1994/95

¹⁴Cet accord a pour objectif principal la régulation de l'offre mondiale par rapport à la consommation mondiale du produit, afin d'aboutir à des prix équitables tant pour les pays producteurs que pour les pays consommateurs.

Chez les petits producteurs, la crise des prix s'est manifestée avec un décalage de deux ans par rapport à la suspension de l'accord international du café en juillet 1989. Le **Graphique 2** montre le comportement des prix du café-cerise : on observe une légère tendance à la baisse en 1989/90 et 1990/91 provoquée par la crise des prix internationaux, mais le problème réel se présente à la récolte 1991/92 et persiste jusqu'à la campagne caféière 1993/94.

Le décalage trouve son explication dans le système de commercialisation en vigueur chez les petits producteurs parce que les intermédiaires assurent un prix au producteur pour atteindre leur quota de livraison chez les transformateurs et/ou les exportateurs. La forte concurrence entre les intermédiaires a donc ralenti les effets négatifs de la crise.



Graphique 2. Cotation du café cerise au Guatemala - Campagnes caféières 1978/79-1994/95

L'étude sur l'intensification de la production des petites exploitations se trouve donc inscrite dans un scénario économique très particulier. Comme le montre le **Graphique 2**, la première enquête a été menée dans un contexte de prix normaux (campagne 1990/91) ; par contre la deuxième enquête a été réalisée à la fin de la crise (campagne 1993/94), période caractérisée par des prix encore bas, à un moment où aucune analyse prospective du marché international du café n'a été capable de prévoir un changement aussi radical que celui qui a marqué la fin de la crise.

Les événements d'avril 1994 au Rwanda ont perturbé les livraisons de café de ce pays et des pays voisins comme le Zaïre, l'Ouganda, la Tanzanie et le Kenya, contre le contrat de mai à la

bourse de Londres. De plus, en raison de la pluviosité que l'Indonésie (troisième producteur mondial) a connue pendant le mois d'avril 1994, une perte de production de l'ordre de 30 % a été observée. Cependant, l'explosion des prix (d'environ 75,00 \$ US/q jusqu'à 274,00 \$ US/q) ne devient évidente qu'en juin-juillet 1994, à cause de gels inattendus au Brésil (premier producteur mondial) qui ont occasionné des pertes dans les plantations de l'ordre de 30 à 40 % (USDA, 1994).

Lorsque le processus de spéculation propre au marché international du café s'est arrêté à la suite des événements qu'on vient de décrire, il y a eu une forte possibilité de prix stables avec un appui d'environ 160,00 \$ US le quintal en raison d'un déficit entre l'offre et la demande d'au moins 8 millions de sacs de 60 kilos.

IV La zone de travail et les données

Le critère utilisé pour déterminer la zone de travail a été l'importance relative des petites exploitations. Le Tableau 3 présente l'évolution historique du nombre d'exploitations dans les trois zones les plus importantes, en termes de niveau de production (39 % du total national pendant la récolte 1992/93, selon les informations provenant de l'ANACAFE). Ces statistiques correspondent à la structure de la production depuis 1885, et on observe qu'elle est restée plus ou moins stable jusqu'à nos jours.

Tableau 3. Evolution historique de la structure de la production en termes de nombre de fermes dans les trois départements producteurs les plus importants du Guatemala

Départements	Nombre de fermes		
	1885	1940	1993
Santa Rosa	463	2 117	5 096
San Marcos	177	1 490	4 047
Alta Verapaz	265	1 072	3 011

Sources : DGS¹⁵ (1886), Montenegro Rios (1976), ANACAFE (1994)

L'analyse de ce tableau permet d'observer que le nombre de fermes de la zone de Santa Rosa a été le plus élevé des départements producteurs de café les plus importants du Guatemala. Des statistiques complémentaires indiquent que la taille moyenne des exploitations dans cette zone était de

¹⁵Dirección General de Estadística (Direction générale des statistiques). Informe sobre el cultivo del café, 1886.

8,8 mz en 1940, tandis que dans les départements de San Marcos et Alta Verapaz, les moyennes étaient respectivement de 27,9 et 28,9 mz.

Ce rapport entre le nombre de fermes et la taille moyenne des exploitations est resté stable dans le cas du département de Santa Rosa : en 1993 la taille moyenne des exploitations était de 6,5 mz. Par contre, les tailles moyennes des exploitations des deux autres départements ont connu un changement important : en 1993, elles étaient de 8,0 et 7,3 mz, respectivement (ANACAFE, 1994). Une explication à ce phénomène est que la croissance observée des petits producteurs dans ces régions est le résultat de la minifundisation des grandes fermes.

La carte 2 présente la position géographique du département de Santa Rosa par rapport au pays et à la zone caféière. Dans ce département, 3 631 petits producteurs sont enregistrés à l'ANACAFE. Sur les quatorze "*municipios*"¹⁶ qui forment le département, deux, Santa María Ixhuatán et Nueva Santa Rosa, regroupent 45 % des petits producteurs (23 et 22 %, respectivement). C'est la commune de Nueva Santa Rosa qui a été choisie comme zone de travail en coordination avec l'ANACAFE, en raison des facilités d'accès. Elle est située dans la région sud-est du Guatemala, à 72 km de Guatemala City (voir carte 2). Les communications routières entre cette ville et la capitale du département et la capitale du pays sont bien développées. L'altitude moyenne est de 1 100 m, la pluviosité annuelle y est d'environ 1 200 mm et, en termes édaphologiques, les sols sont considérés comme adéquats pour la culture du café.

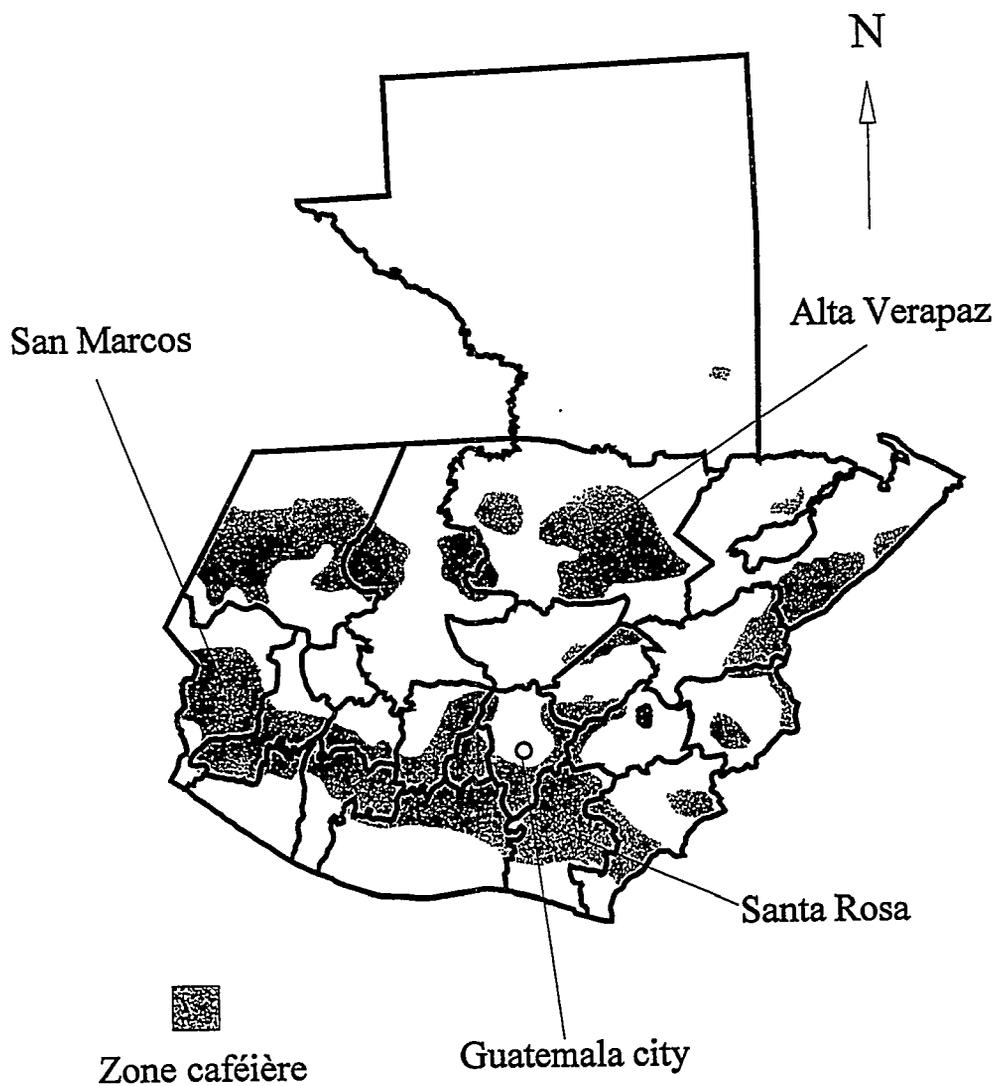
Six villages de la commune ont été inclus dans la zone de travail, à savoir Chapas, Espitia Barrera, El Anonillo, Espitia Real, Ojo de Agua et Portezuelo, dont la position géographique est présentée sur la carte 4. L'accès aux villages est facile pendant toute l'année grâce au réseau routier, à gravillons mais en bon état.

Les données proviennent de deux enquêtes réalisées sur le même échantillon choisi de façon aléatoire, la première en 1991, et la deuxième en 1994. Le cadre de référence statistique pour l'enquête a été constitué par la liste des producteurs enregistrés par l'ANACAFE (804 en 1994). La taille de l'échantillon était de 100 exploitations, qui représentent plus de 10 % de la population totale étudiée pour ne pas manquer de rigueur statistique (une copie des questionnaires est présentée en annexe).

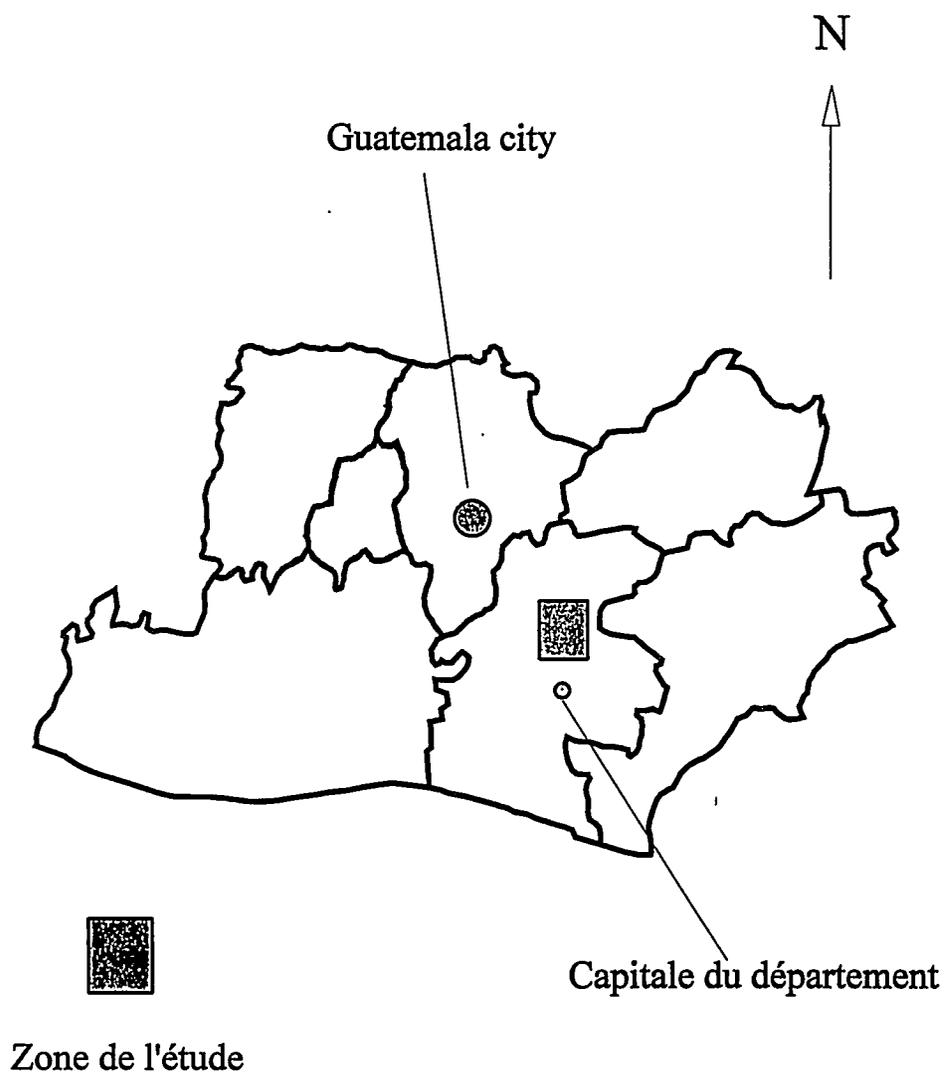
Enfin, des études monographiques ont été effectuées dans les exploitations représentatives en 1994 d'après la typologie des producteurs, qui a mis en rapport la structure des exploitations et le sys-

¹⁶Au Guatemala la division politique du pays suit la hiérarchie suivante: départements, communes (municipio) administrées par des municipalités, et villages.

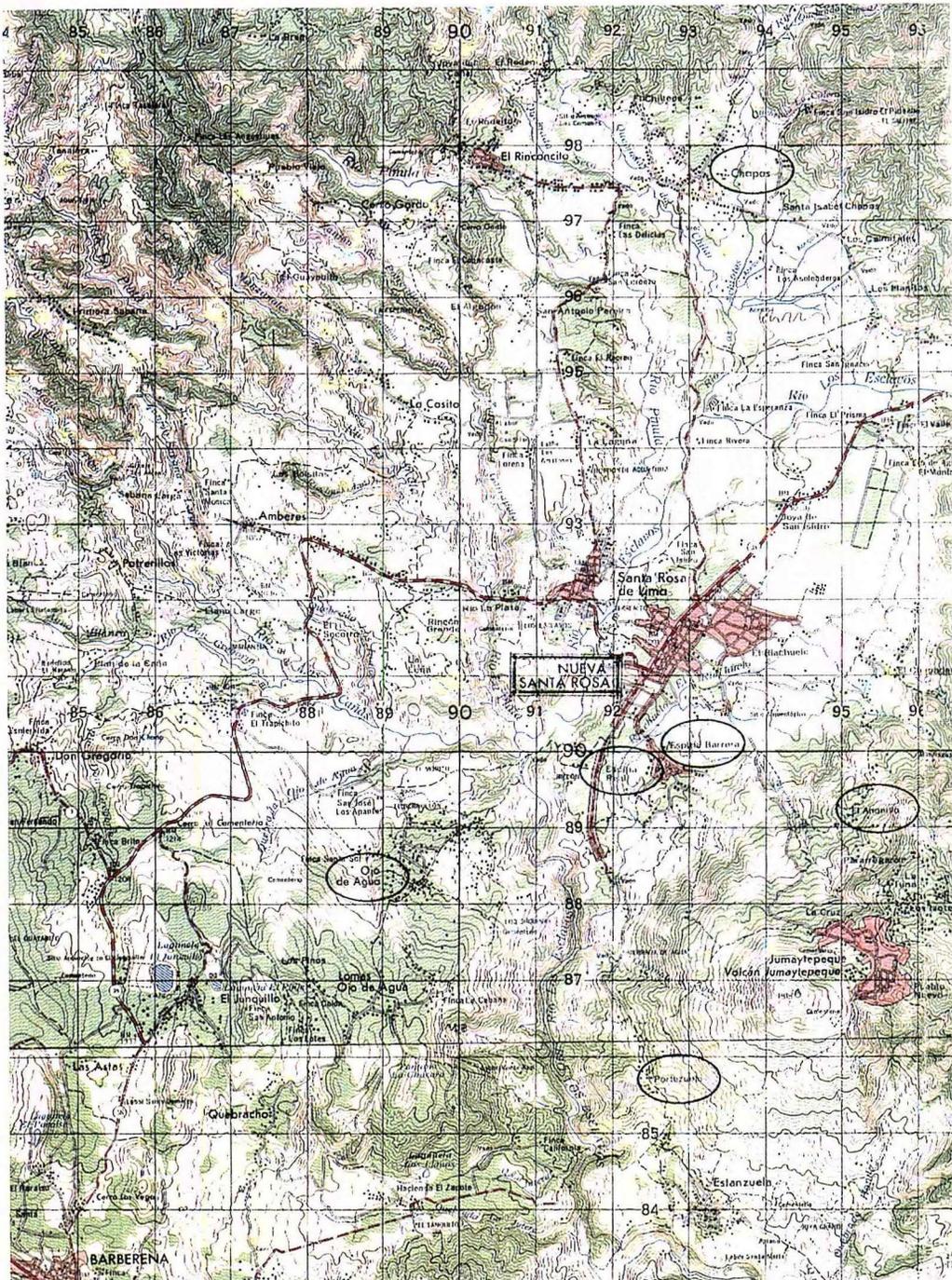
tème technique utilisé dans la caféiculture. Plus de détails sur les données seront présentés de façon spécifique dans les différentes analyses effectuées dans le cadre de la thèse.



Carte 2. Les départements les plus importants en termes de production de café



Carte 3. La zone de l'étude



Carte 4. La commune de Nueva Santa Rosa et ses villages

Deuxième partie : Structure des exploitations des petits producteurs de café du Guatemala

I Introduction

Dans cette partie du travail, on essaiera de mettre en rapport les variables qui définissent la structure des exploitations et les systèmes techniques mis en œuvre par les petits producteurs de café du Guatemala. Comme indiqué en introduction à la thèse, cette étude sur la structure est présentée en deux parties : la première concerne l'élaboration d'une typologie avec pour objectif opérationnel d'élaborer un cadre de référence entre le niveau d'intensification de la caféiculture dans les différents systèmes techniques des groupes identifiés ; dans la deuxième partie, en ajoutant un scénario économique caractérisé par un effondrement des prix du café, on identifie les trajectoires suivies par les exploitations en termes de stratégies et de niveau d'intensification, ce qui permet de tester la permanence de la typologie au cours de la période.

Le **Tableau 4** met en relation l'objectif général, la méthode et les hypothèses retenues dans l'analyse de la structure des exploitations des petits producteurs de café du Guatemala.

Tableau 4 Rapport entre objectif général, méthode et hypothèses

Objectif	Méthode	Hypothèses
Détermination des facteurs structurels limitatifs des systèmes de production caféière, et des facteurs externes au contexte socio-économique et institutionnel qui ont une incidence sur le niveau d'intensification de la caféiculture.	Définition d'une typologie des exploitations. Analyse comparée dans le temps : détermination des trajectoires des exploitations. Outils méthodologiques : Analyse factorielle de correspondances, Classification ascendante hiérarchique et Analyse factorielle multiple.	La disponibilité des facteurs, notamment la terre, et l'âge de la plantation et des exploitants définissent le niveau d'intensification. Le contexte économique et institutionnel conditionne le niveau d'intensification de la caféiculture chez les petits producteurs.

L'étude de la structure des exploitations vise donc à déterminer les contraintes propres aux systèmes de production et les facteurs externes qui ont des incidences sur la capacité des petits producteurs du Guatemala à intensifier le processus de production de café.

Le comportement des agriculteurs est toujours lié à la disponibilité de ressources comme la terre, le travail et le capital, et, selon Tchayanov (1990), au cycle de vie familial dans les économies paysannes. On peut ajouter aussi, dans le cas des économies de plantation comme le café, le cycle de vie des plantations, qui devient une variable capitale.

La typologie des producteurs présentée ici prétend donc apporter une réponse aux questions posées dans le chapitre sur la problématique de recherche à travers l'analyse des variables qui rendent compte du niveau d'intensification de la production agricole dans l'espace délimité par les trois axes indiqués ci-dessus (disponibilité des facteurs de production, cycle de vie familial et cycle de vie de la plantation). La Figure 2 montre de façon schématique l'espace d'analyse proposé.

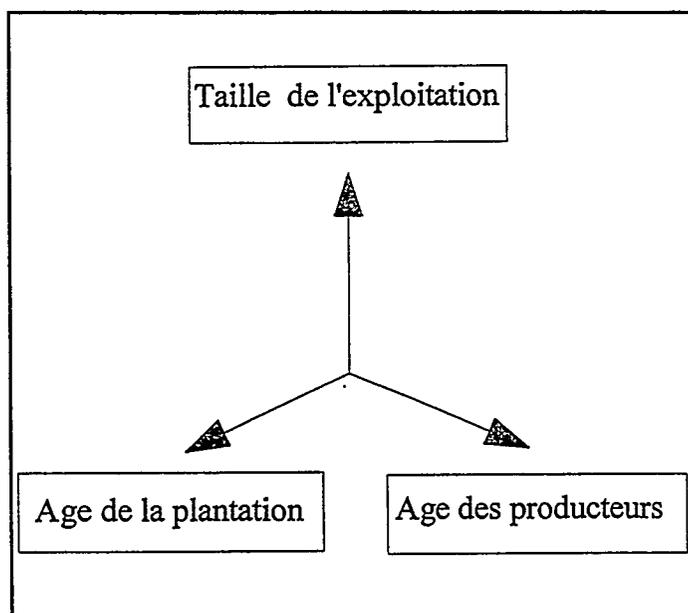


Figure 2. Espace d'analyse

II Définition des typologies : positionnement théorique

Une exploitation agricole est perçue comme un système complexe difficile à comprendre, surtout pour ceux qui assurent l'encadrement technologique, parce que les modifications qui pourraient être introduites harmonieusement au sein des systèmes de production ne sont pas évidentes. Pour faciliter le changement technologique, les institutions d'encadrement technologique doivent donc partir d'une connaissance et d'une compréhension des exploitations bien précises. Une vulgarisation efficace se fera donc à partir du *feed-back* de recherches à caractère agronomique, en tenant compte des différences entre exploitations. Mettre au point des instruments efficaces, qui permettent la mobilisation des ressources, et les moyens nécessaires à l'adaptation des technologies au système de production des exploitations est donc une affaire très complexe.

Inscrite dans cette problématique, on trouve la définition de typologies des exploitations comme outil d'aide à la décision. Les typologies devront donc être opérationnelles, c'est-à-dire qu'elles devront être au service du développement rural. Perrot et Landais (1993) présentent les principales méthodes utilisées dans les études typologiques, en incluant seulement celles clairement orientées vers l'action, à savoir les typologies des exploitations agricoles fondées sur les projets et les situations des agriculteurs, et où les projets dépendent de la situation même des agriculteurs, c'est-à-dire des contraintes économiques, sociales, techniques, familiales, etc. propres aux exploitations dans une vision à long terme. Le lecteur intéressé pourra aussi se reporter aux travaux de Brossier et Petit (1977).

Une deuxième approche consiste à grouper les exploitations selon quelques grands critères de structure. Ces groupes élémentaires sont ensuite regroupés selon leur logique de fonctionnement et les différents types d'exploitations obtenus sont resitués sur quelques "trajectoires" retraçant les étapes de leur évolution. La validation de cette typologie se fait donc en reconstituant les trajectoires d'après les données d'enquête, ce qui lui confère un caractère prospectif. On trouvera des exemples d'application de cette approche dans les travaux de Bonnal *et al.* (1992, 1994) et une présentation exhaustive de ces typologies dans les travaux de Capillon (1993).

Une troisième approche est fondée sur l'étude du fonctionnement technique (pratiques culturelles) des exploitations : la description des pratiques culturelles permet de grouper les exploitations qui présentent des logiques de fonctionnement plus ou moins semblables. On trouvera des exemples d'application dans les travaux de Cristofini *et al.* (1978) et Cristofini (1986).

Perrot et Landais (1993) avancent comme principales limitations aux méthodes typologiques que d'une part l'enquête directe est à la fois superficielle, lourde, coûteuse et statique, et que d'autre

part, bien que le traitement de l'information soit exhaustif et segmentaire, il est en général peu significatif. Ces limites obligent à mettre en place des études complémentaires, comme les études comparées dans le temps et/ou dans l'espace, des études monographiques des exploitations pour améliorer la précision des données, etc.

Une autre approche méthodologique a été présentée initialement par Perrot (1991) et récemment par Perrot et Landais (1993a). Ces auteurs proposent la construction d'une typologie à partir de la consultation d'experts, ce qui permet de desserrer quelques-unes des limites ci-dessus soulignées. Cependant son application à tous les pays n'est pas assurée car la consultation des experts dépend des dispositifs de couverture et des connaissances du milieu rural dans les différentes régions agricoles.

A propos des études complémentaires, Brossier et Petit (1977) ont remarqué que les analyses typologiques globales basées sur la dotation en facteurs fixes n'expliquent pas les comportements économiques, qui diffèrent largement entre producteurs sans explication apparente. Dans leur propre lexique, ces auteurs ont proposé de tenir compte des projets et de la situation des exploitations pour mieux expliquer ces différences. Les études sur les rationalités des producteurs seront donc des analyses complémentaires importantes. Une autre critique formulée par les mêmes auteurs à propos des analyses typologiques globales est qu'elles ne proposent pas d'indicateurs du niveau des performances techniques, ce qui empêche d'estimer la viabilité économique des exploitations à long terme. Des analyses complémentaires dans ce sens seront donc aussi nécessaires.

III Typologie des petits producteurs de café du Guatemala fondée sur la structure¹ des exploitations

Une typologie doit être définie en fonction d'objectifs très spécifiques, car aucune ne peut être considérée comme universelle. Comme indiqué dans l'introduction, la typologie des producteurs présentée ici a pour but de répondre aux questions suivantes :

- pourquoi certains producteurs adoptent-ils les technologies visant l'intensification ;
- comment se déroule ce processus d'adoption ;
- qui sont ceux qui l'ont adoptée ?

¹Le terme de structure d'une exploitation fait référence aux rapports entre les différentes quantités de facteurs fixes mis en œuvre (Boussard, 1986)

Elle s'inscrit donc dans une démarche basée sur l'étude des systèmes techniques, avec un critère de différenciation par la structure, elle-même définie par la disponibilité des facteurs productifs, l'âge des producteurs et l'âge des plantations, en accord avec la théorie de base.

Les hypothèses retenues portent sur les considérations élémentaires de la théorie de la firme, où les décisions de production des agriculteurs sont fonction de la disponibilité des facteurs de production fixes et du scénario économique d'ensemble, et notamment du système des prix.

III.1 Sources d'informations et traitement des données

En 1991, une enquête a été réalisée au Guatemala sur un échantillonnage aléatoire de petits producteurs de café dans la zone pilote de Nueva Santa Rosa, avec pour objectif d'évaluer l'impact de la technologie vulgarisée par l'ANACAFE sur le niveau de la production. Le cadre de références statistiques pour l'enquête a été constitué par une liste des producteurs qui reçoivent l'assistance technique d'ANACAFE. La taille de l'échantillon était de cent exploitations.

Pour aborder la problématique de manière précise, le choix des variables s'est porté sur celles qui rendent compte de la disponibilité de facteurs de production comme les superficies cultivées (café, cultures vivrières et autres cultures). L'âge des producteurs et l'expérience agricole sont des variables qui représentent le cycle de vie familial et d'une certaine façon l'expérience des producteurs. L'âge de la plantation donne une approximation du cycle de vie de l'appareil productif et des variables agronomiques comme la variété plantée, la fertilisation, le contrôle des maladies et des insectes, le nombre de sarclages, etc. rendent compte du niveau d'intensification de la production. Les niveaux de production et de rendement ont aussi été considérés comme des variables discriminantes. Des variables de type social comme la scolarisation, l'origine des exploitants et l'activité économique principale apportent des informations complémentaires.

Une première analyse statistique descriptive élémentaire (moyenne, écart-type et histogrammes) a permis d'observer pour chaque variable la cohérence des informations données par les enquêtes et la variabilité de l'échantillon étudié. Les résultats de cette première analyse statistique ont permis de codifier les variables utilisées dans l'Analyse factorielle des correspondances (AFC). Cette codification est présentée dans le **Tableau 5**.

Tableau 5. Codification des variables pour l'Analyse factorielle des correspondances (AFC).

Variables	Classes	Individus	Définition
Variables actives			
2. Âge des producteurs	AG1	30	20-40 ans
	AG2	26	41-50 ans
	AG3	24	51-60 ans
	AG4	20	61-80 ans
3.Scolarisation	EC1	46	Aucune
	EC2	32	1-3 ans accomplis
	EC3	22	>3 ans accomplis
5.Expérience en agriculture	TA1	17	8-20 ans
	TA2	26	21-30 ans
	TA3	29	31-40 ans
	TA4	28	41-60 ans
6.Superficie en café	CA1	19	<1,1 mz
	CA2	34	1,1-2,0 mz
	CA3	34	2,1-4,0 mz
	CA4	13	>4,0 mz
7.Superficie en maïs/ haricot	GB1	27	0 mz
	GB2	37	0,1-1,0 mz
	GB3	28	1,1-2,0 mz
	GB4	8	>2,0 mz
8.Autres cultures	CU1	85	0 mz
	CU2	15	>0 mz
9.Semis	SE1	12	Aucun
	SE2	11	>60 jours
	SE3	25	<60 jours sans soins culturaux
	SE4	52	<60 jours avec soins culturaux
10.Pépinière	PE1	11	Aucune
	PE2	5	Sur sol sans fertilisation
	PE3	77	Sur sol avec fertilisation
	PE4	7	Dans sac
11.Variété	VA1	11	1 ou plus var. trad.
	VA2	79	Trad. et sélect.
	VA3	10	1 ou plus var. sélect.

Variables	Classes	Individus	Définition
12. Taille, transplantation	TT1	23	< 50 cm
	TT2	77	> 50 cm
13. Âge de la plantation	AP1	12	> 15 ans
	AP2	15	> 15 ans + rénovation
	AP3	35	5-15 ans
	AP4	32	5-15 ans + rénovation
	AP5	6	Rénovation (< 5 ans)
14. Fertilisation	FE1	6	Aucune
	FE2	20	1 application
	FE3	68	2 applications
	FE4	6	3 applications
15. Contrôle des maladies	CM1	83	Aucun
	CM2	13	1 contrôle
	CM3	4	2 contrôles
16. Contrôle des insectes	CI1	65	Aucun
	CI2	31	1 contrôle
	CI3	4	2 contrôles
17. Sarclages	SA1	9	1 sarclage
	SA2	68	2 sarclages
	SA3	19	3 sarclages
	SA4	4	Contrôle chimique
18. Taille des arbustes	TC1	25	Aucune
	TC2	50	Taille traditionnelle
	TC3	25	Recépage
19. Ombrage	OM1	34	Différents genres
	OM2	66	Seulement "ingas"
20. Densité de l'ombrage	DO1	5	Irrégulière
	DO2	54	< 8 x 8 m
	DO3	41	> 8 x 8 m
21. Taille de l'ombrage	TO1	7	Aucune ou > tous les 2 ans
	TO2	49	Chaque année hors saison
	TO3	44	Chaque année pendant la saison

Variables	Classes	Individus	Définition
22.Production	PR1	24	0-100 q cerises
	PR2	33	101-200 q cerises
	PR3	32	201-500 q cerises
	PR4	11	> 500 q cerises
24.Rendement	RE1	19	< 61 q/mz
	RE2	33	61-80 q/mz
	RE3	33	81-120 q/mz
	RE4	15	121-225 q/mz
Variables supplémentaires			
1.Origine	OR1	90	De la région
	OR2	10	Hors région
4.Activité principale	AC1	92	Agriculteur
	AC2	8	Agriculteur à temps partiel
23.Beneficio ²	BE1	97	Non
	BE2	3	Oui

III.2 L'Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'Analyse factorielle des correspondances proposée par Benzecri *et al.* (1973) doit être considérée comme un cas particulier de l'Analyse en composantes principales (ACP) (Dervin, 1992). Cette technique a pour objectif de présenter de façon descriptive le maximum d'informations contenues dans un tableau de données constitué par l'ensemble des caractères lignes et caractères colonnes et peut traiter les tableaux de contingence ou les tableaux logiques (binaires ou disjonctifs complets). L'application de cette méthode aux tableaux logiques représente le procédé le plus fécond de l'analyse des données (Volle, 1985) parce que le codage [0 ou 1] permet d'analyser de façon simultanée les colonnes d'un tableau contenant à la fois des variables qualitatives et des variables quantitatives.

Pour représenter de manière plus synthétique une population, l'AFC réduit le nombre de facteurs en réduisant les dimensions de l'espace de représentation des données, sans perdre d'informations importantes. Cette technique descriptive permet de mettre en évidence de façon graphique les liaisons entre les différentes modalités et les ressemblances entre individus d'après la configuration

²Le processus de transformation du café-cerise en café parche et/ou en café vert marchand est connu sous le nom de *beneficiado du café* (usinage).

des données d'enquête. Cependant, les analyses montrant les différences entre groupes et l'opposition entre modalités, etc. devront être validées par des tests statistiques.

Avec les résultats du tableau précédent, on a donc construit un tableau logique, dont la structure est présentée **Tableau 6**, pour pouvoir ensuite le traiter par l'AFC. Le logiciel utilisé a été LISA version 3.1 (Logiciel intégré de statistiques appliquées) réalisé par le CIRAD-SAR (Francillon *et al.*, 1992).

Tableau 6 Structure d'un tableau logique ou disjonctif complet

Caractère	J1			J2				J3	
	1	2	3	1	2	3	4	1	2
Individus									
1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
2	1	0	0	0	1	0	0	0	1
3	0	0	1	1	0	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0	0	1	1	0
.									
.									

III.3 La Classification ascendante hiérarchique (CAH)

Une classification permet de délimiter des groupes d'individus avec pour critère la minimisation de la distance entre individus à partir d'un ensemble de variables (caractères). Les analyses hiérarchiques cherchent à représenter les individus par un ensemble de parties hiérarchiquement enveloppées. Le résultat se présente donc sous la forme d'un ensemble de partitions possibles. L'Analyse ascendante hiérarchique procède en regroupant en premier lieu les individus les plus proches, puis en fusionnant les groupes les plus semblables. Le critère mathématique de distance entre les objets à classer est normalement la distance "euclidienne" pour les données quantitatives et la distance "Khi-2" pour les données binaires (Troude *et al.*, 1993).

La méthode utilisée est celle des Voisins réciproques (Juan, 1982) appliquée au tableau des facteurs obtenu par AFC, afin de profiter des caractéristiques de cette analyse sur le plan des corrélations entre modalités de variables et individus. Ici encore, le logiciel utilisé a été LISA version 3.1.

Aucun problème d'importance primordiale n'a été rencontré sur les données analysées. L'analyse statistique initiale a permis d'observer la variabilité de l'échantillon étudié et la cohérence des informations obtenues. Le rapport observé entre les variables structurelles et le niveau de rendement semble cohérent et logique par rapport à la théorie.

III.4 Résultats de l'analyse de la typologie

III.4.1 L'AFC

L'AFC donne les résultats suivants : le premier axe représente 9,57 % de la variance totale, le deuxième représente 6,17 %, le troisième 5,51 %, le quatrième 4,99 % et à partir de l'axe 26 la variance représentée est au-dessous de la limite inférieure de signification d'une contribution (1,39 %, ce qui correspond à la contribution moyenne des 72 modalités actives).

L'axe 1 est défini par 15 variables et leurs modalités, parmi lesquelles huit variables apportent à elles seules 64,7 % des informations ; ce sont essentiellement des variables structurelles comme l'âge de la plantation (AP), la superficie en café (CA) et le type d'ombrage (OM), et des variables agronomiques qui représentent le niveau d'intensification de l'exploitation comme le contrôle des maladies (CM) et des insectes (CI), la pépinière (PE) et le nombre de sarclages (SA). Enfin, la variable production (PR) a participé à la définition de ce premier axe.

Dans la définition de l'axe 2, la participation des variables structurelles de type social est importante : 37,9 % des informations proviennent des variables expérience agricole (TA), scolarisation (EC) et âge des exploitants (AG). Le reste des informations pour cet axe est donné par les variables agronomiques qui interviennent dans la formation de l'axe 1.

L'axe 3 apporte des informations complémentaires à celles apportées par les axes 1 et 2 car il est défini par des variables structurelles de type productif comme l'âge de la plantation (AP) et la superficie en café (CA), mais aussi par des variables de type social et agronomique comme la scolarisation (EC) et le nombre de sarclages (SA). Les variables taille de l'ombrage (TO), fertilisation (FE) et semis (SE) ont donné de nouvelles informations.

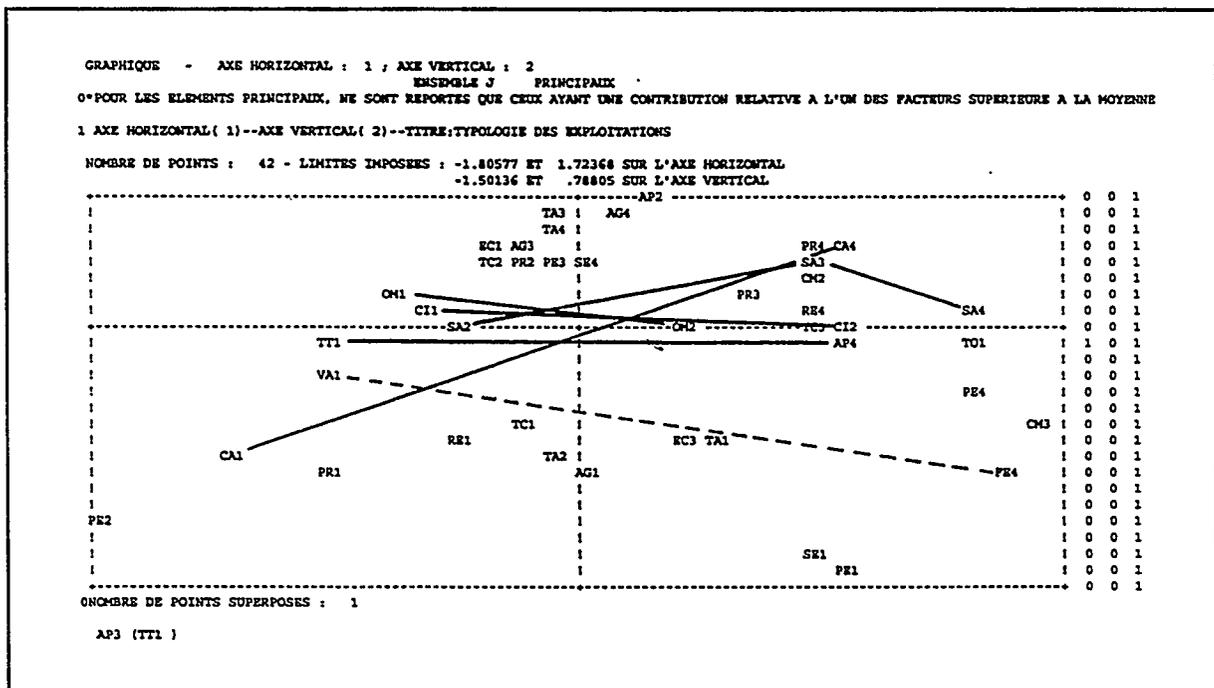
III.4.2 L'analyse des variables et des individus

Pour éviter l'utilisation de modalités ou d'individus mal représentés sur le plan factoriel, l'analyse des variables et des individus est effectuée sur des graphiques où ne sont reportés que ceux

apportant une contribution relative supérieure à la moyenne (1,39 %, ce qui correspond à la contribution moyenne des 72 modalités actives).

La proximité des modalités et des individus s'interprète comme une forte corrélation entre la position des individus et leur comportement selon les modalités des variables les plus proches, alors que deux modalités ou individus situés de part et d'autre d'un même axe révèlent généralement un comportement opposé.

Le **Graphique 3** montre les modalités qui définissent l'axe 1. Comme indiqué dans les résultats généraux de l'AFC, ce sont les variables structurelles et agronomiques qui sont les plus importantes.



Graphique 3. Définition de l'axe 1

L'analyse de ce graphique montre que les exploitations ayant les superficies en café les plus petites (CA1) sont positionnées à l'opposé de celles qui ont les superficies les plus grandes (CA4) (voir le **Tableau 5** pour des détails sur chaque modalité). Les exploitations dont l'âge de la plantation est compris entre 5 et 15 ans (AP3) sont positionnées à l'opposé des plantations 5 et 15 ans + rénovations (AP4). Une analyse plus précise sur la dynamique de rénovation des plantations donne des pistes sur la façon dont les producteurs gèrent leur patrimoine : on constate qu'en général les producteurs jeunes sont associés aux plantations ayant une dynamique de rénovation forte. Cependant, on trouve aussi un rapport entre quelques producteurs vieux (AG4) (voir **Graphique 5** sur la conformation de l'axe 2) et une certaine dynamique de rénovation des plantations de plus de 15 ans (AP2). Une

explication de cette façon de gérer la plantation de café vient du fait que les producteurs âgés doivent bientôt léguer leurs parcelles à leurs héritiers.

Pour les variables agronomiques, on peut opposer par exemple les exploitations qui réalisent deux sarclages par an (SA2) à celles qui en effectuent trois (SA3), ou bien à celles qui appliquent un contrôle chimique (SA4).

L'AFC a situé la modalité VA1, qui représente les exploitations avec plantations de variétés traditionnelles, du côté négatif du graphique, mais cette modalité n'a pas d'opposé du côté positif de l'axe ; avec quelques réserves, on pourrait lui opposer la modalité FE4 qui représente le niveau de fertilisation le plus élevé, puisqu'on sait que les variétés sélectionnées ont une meilleure réponse à la fertilisation.

Si on analyse les informations de base, on peut constater que le niveau d'adoption des variétés sélectionnées (catuai, caturra et catimor) de façon spécialisée est faible (10 %), ce qui explique l'absence de la modalité qui représente les variétés sélectionnées. Par contre, la fertilisation est une pratique agricole bien généralisée, avec l'exception des producteurs plus traditionnels.

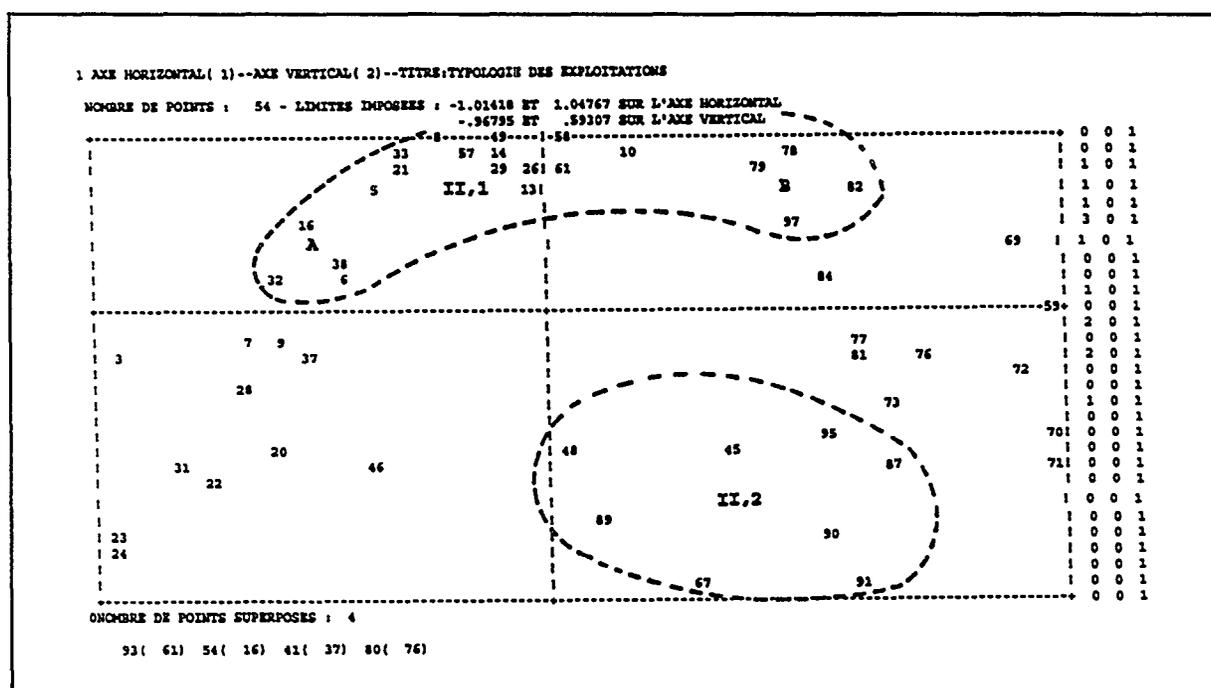
De la même manière que pour les variables, on analyse graphiquement sur le plan factoriel les individus apportant une contribution relative à l'axe étudié supérieure à la moyenne (**Graphique 4**). On peut vérifier qu'il y a deux groupes d'individus : les uns sont bien groupés du côté négatif de l'axe 1 et les autres du côté positif.

Par rapprochement, on peut associer les individus aux modalités représentées dans le **Graphique 3** qui permettent de définir les groupes d'exploitations selon le comportement des variables. L'axe 1 présente la conformation de deux groupes d'exploitations (I,1 et I,2), comme montré sur le **Graphique 4**.

Le Graphique 5 montre la contribution des différentes modalités à la définition de l'axe 2. Comme signalé précédemment, cet axe contient une information complémentaire à l'axe 1 pour les modalités des variables agronomiques, et apporte aussi des informations sur les variables sociologiques. Ainsi, on peut opposer les individus qui n'ont pas été scolarisés (EC1) (côté positif de l'axe) et les individus qui ont le plus haut niveau dans l'échantillon étudié (EC3) (côté négatif de l'axe).

De même, on peut vérifier l'opposition entre les individus les plus jeunes (AG1) et les individus les plus âgés (AG3 et AG4) ou entre les exploitants qui ont le plus d'expérience en agriculture (TA4) et ceux qui en ont le moins (TA1 et TA2). On peut ainsi constater que les agriculteurs les plus jeunes (AG1) bénéficient d'un meilleur niveau de scolarisation (EC3) et ont moins d'expérience en agriculture (TA1) ; c'est un groupe bien délimité par l'AFC. Au contraire, il existe de l'autre côté de l'axe (côté positif) un groupe constitué des individus qui n'ont pas été scolarisés, qui sont les plus âgés et qui ont le plus d'expérience en tant qu'agriculteurs.

A la classification par âge présentée ci-dessus, on peut associer une analyse de la modalité supplémentaire "agriculteur à temps partiel" (AC2) que l'AFC place dans un groupe constitué par les jeunes exploitants. Cela s'explique par le fait que leurs plantations ont moins de 5 ans et ont été rénovées (AP5), ce qui influence le comportement des variables agronomiques ; par exemple, ce groupe de producteurs achète les plants (PE1), effectue un seul sarclage (SA1) et ne pratique pas encore la taille des arbustes (TC1).

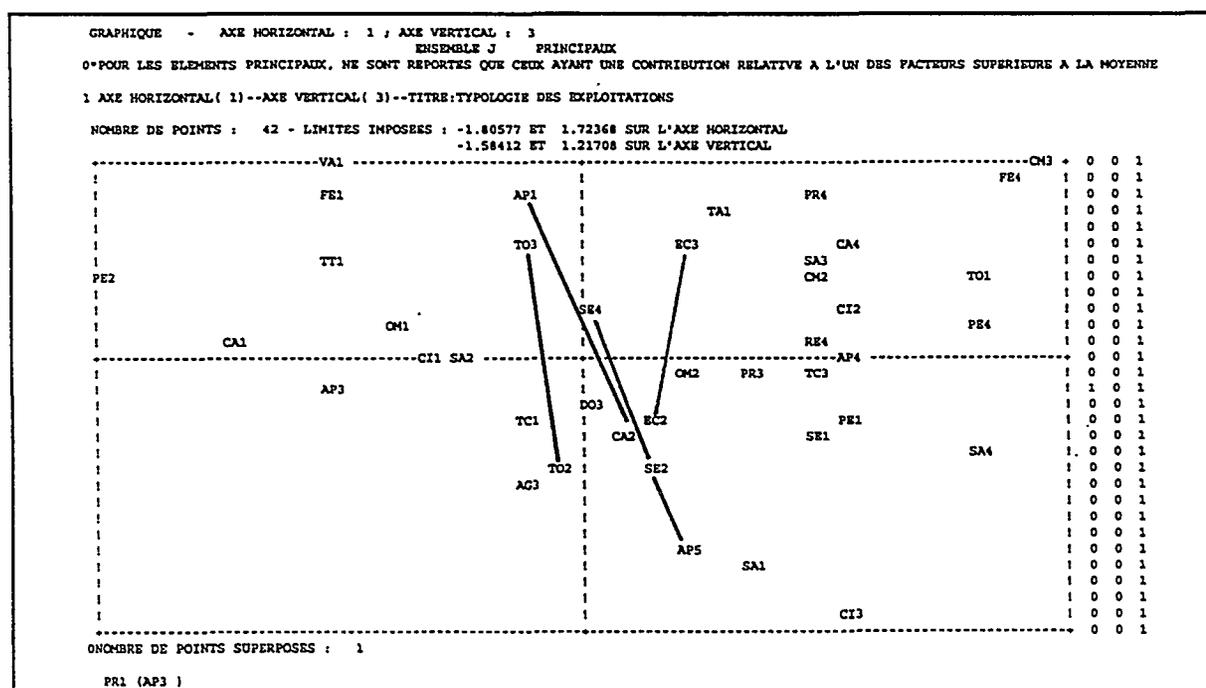


Graphique 6. Groupes définis par l'axe 2

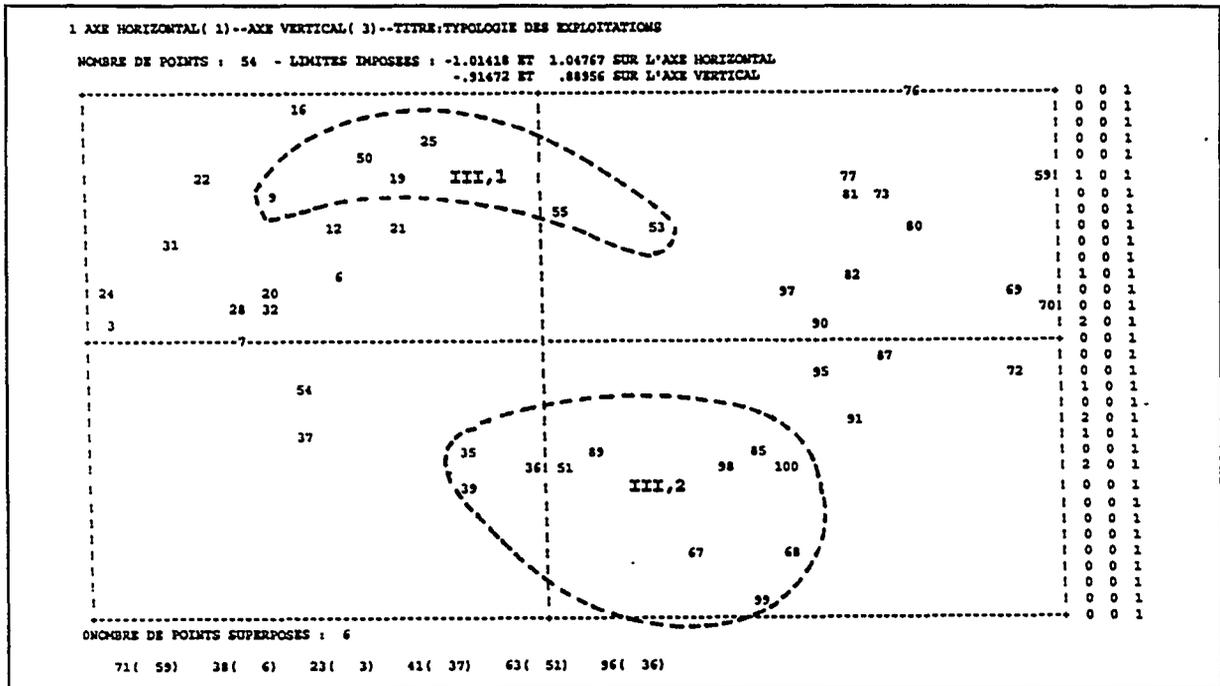
L'analyse des individus sur le plan factoriel défini par l'axe 2 est présentée dans le **Graphique 6**, qui révèle la formation de deux groupes de producteurs nommés II,1 (du côté positif de l'axe) et II,2 (du côté négatif). Chaque groupe doit être associé aux modalités déjà analysées. Le groupe II,1 a été divisé en sous-groupes II,1a et II,1b parce qu'à chaque extrémité du groupe, on note une influence très marquée des modalités qui caractérisent les groupes déterminés par l'axe 1. Ce sont donc des groupes de transition, comme on le verra plus loin lors de l'analyse de la typologie.

Le **Graphique 7** et le **Graphique 8** montrent, de la même façon que pour les analyses effectuées sur les axes 1 et 2, le positionnement des modalités et des individus sur l'axe 3. Comme déjà dit plus haut, l'axe 3 apporte des informations complémentaires à celles des axes 1 et 2, car il est défini par des variables structurelles de type productif comme l'âge de la plantation (AP) et la superficie en café (CA), mais aussi par des variables de type social comme la scolarisation (EC). La contribution des variables agronomiques à la définition de cet axe est aussi complémentaire. Pour ajouter un dernier commentaire à propos de la gestion du patrimoine des exploitations, dont la structure de la plantation est une variable représentative, on trouve dans la définition de l'axe 3 une parfaite opposition en termes de systèmes techniques entre les exploitations avec plantations de plus de 15 ans (AP1) et celles avec plantations totalement renouvelées (AP5).

Le **Graphique 8** montre l'existence de deux groupes (III,1 et III,2) associés aux modalités représentées dans le **Graphique 7**.



Graphique 7. Définition de l'axe 3



Graphique 8. Groupes définis par l'axe 3

III.4.3 Les résultats de la CAH

Sur la Figure 3, qui montre la représentation de la Classification ascendante hiérarchique, l'échelle verticale représente l'indice de fusion et permet de mesurer les distances entre les différentes partitions (et/ou classes) et leur hétérogénéité.

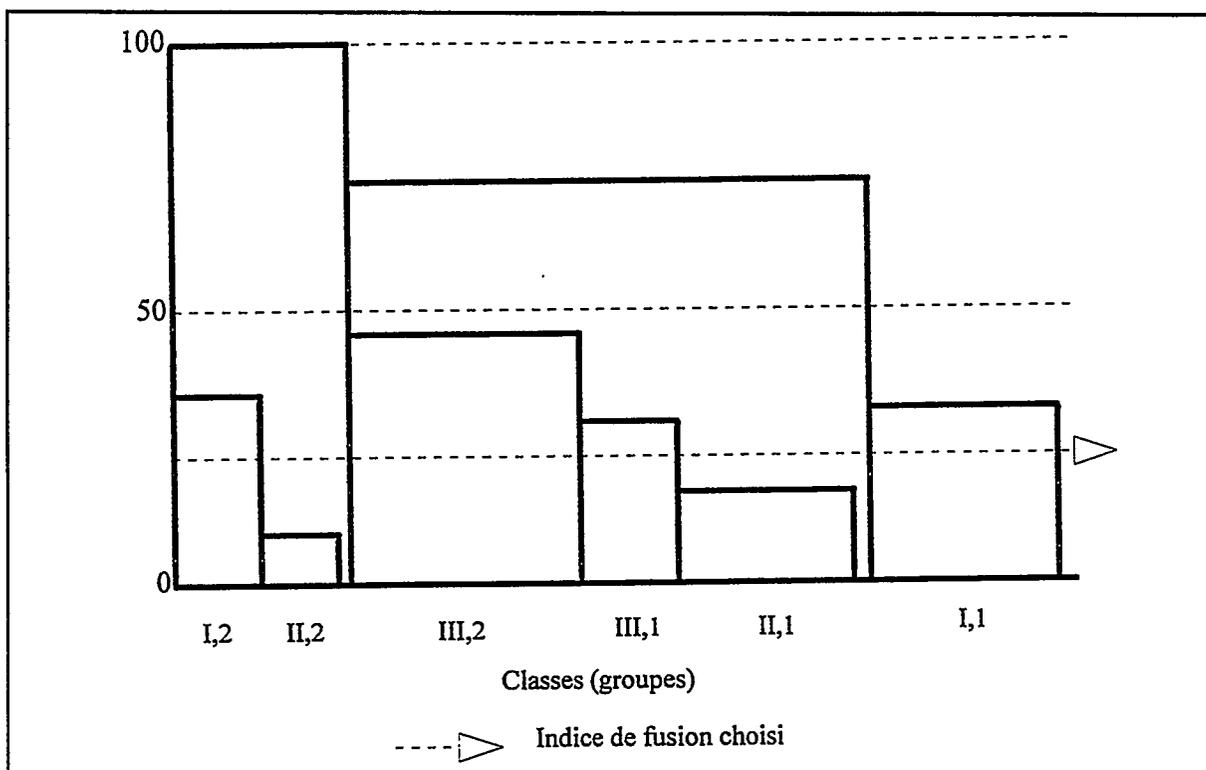


Figure 3. Dendrogramme de la Classification ascendante hiérarchique

La Figure 3 montre six partitions à l'indice de fusion choisi (25 %), qui correspondent à chaque classe définie par l'AFC. Tout d'abord, on peut noter que les classes I,2 et II,2 se différencient complètement des autres classes, alors qu'elles sont très proches l'une de l'autre. Les classes III,2, II,1 et III,1 sont présentées comme étant proches entre elles et on peut les interpréter comme des groupes de transition entre les classes I,2 et II,2 et la classe I,1. Les résultats graphiques sur le plan factoriel sont présentés dans le Graphique 9 et le Graphique 10.

Tableau 7 Modalités des variables les plus significatives utilisées par la CAH pour la discrimination des groupes de producteurs

Variable	Mod	Groupes						Définition
		I,1	I,2	II, 1	II,2	III, 1	III,2	
Age du producteur	AG1				**			20-40 ans
	AG3			*				50-60 ans
Scolarisation	EC1			**		**		Aucune
	EC3		**		*			> 3 ans
Expérience en agriculture	TA1		**					8-20 ans
Superficie en café	CA1	*						< 1,1 mz
Maïs/haricot	GB1	*						0 mz
Autres cultures	CU2						**	> 0 mz
Semis	SE1				**			Aucun
Pépinière	PE1				**			Aucune
	PE4		*					Dans sac
Age de la plantation	AP1					***		> 15 ans
	AP4		***		**			5-15 ans + rénov.
Fertilisation	FE4		*					3 applications
Contrôle des maladies	CM1					***		Aucun
	CM3		*					2 contrôles
Contrôle des insectes	CI1					***		Aucun
	CI2		***		**			1 contrôle
Sarclages	SA3		*					3 sarclages
Production	PR1	**						< 100 q cerises

* = 40-59 %, ** = 60-79 %, *** = 80-100 % des producteurs.

La classe I,1 est discriminée par les modalités superficie cultivée en café (CA1) et superficie cultivée en rotation maïs/haricot (GB1) : on voit qu'environ la moitié des producteurs de cette classe a des superficies en café de moins de 1,1 mz et ne produit pas de céréales ni de haricots, ce qui met en évidence le problème foncier qu'ils rencontrent. Le niveau de production (PR1) est aussi une modalité discriminante pour cette classe : environ 70 % des exploitations produisent moins de 100 q de café-cerise.

La classe I,2 est discriminée par les modalités suivantes : entre 60 et 80 % des exploitants de cette classe ont suivi plus de 3 ans d'école (EC3) ; environ 70 % des producteurs sont agriculteurs

depuis 8 à 20 ans (TA1) (comme on le verra plus loin lors de la définition de la typologie, leur faible niveau d'expérience en agriculture est compensé par leur relativement bon niveau de scolarisation) ; la presque totalité des plantations des exploitations de cette classe a entre 5 et 15 ans et a été rénovée (AP4). La pépinière en sac (PE4), le niveau de fertilisation (FE4 = 3 applications), le contrôle des maladies (CM3 = 2 applications) et des insectes (CI2 = 1 application), le nombre de sarclages pour l'entretien de la plantation (SA3 = 3 sarclages) montrent bien le haut niveau d'intensification de la production des exploitations qui appartiennent à cette classe par rapport au reste des producteurs étudiés.

Il y a peu de modalités discriminantes pour la classe II,1, ce qui met en évidence son rôle de transition entre les classes extrêmes. Environ la moitié des producteurs ont entre 51 et 60 ans (AG3), et sont donc les plus âgés dans la population étudiée ; entre 60 et 80 % des producteurs n'ont pas été scolarisés, de même que ceux de la classe III,1 qui est proche dans la typologie. Cependant, le niveau moyen d'intensification de la production est intermédiaire : parfois, le comportement des modalités est proche de celui des exploitations intensives (I,2 et II,2), et parfois il est proche de celui des exploitations plus traditionnelles (III,1).

La classe II,2 a été déterminée par les modalités suivantes : plus de 60 % des exploitants de cette classe ont entre 20 et 40 ans (ce sont les plus jeunes) (AG1) ; environ 70 % des producteurs ne font ni semis ni pépinière (SE1 et PE1), ce qui met en évidence l'indisponibilité de la main-d'œuvre soit familiale soit contractuelle en période de pré-récolte au sein des exploitations qui forment cette classe.

La proximité révélée par la CAH entre les classes I,2 et II,2 est due aux caractéristiques suivantes : le haut niveau de scolarisation (EC3) des producteurs de ces classes, les rénovations des plantations de 5 à 15 ans (AP4) et un niveau de contrôle des insectes similaire (CI2). La dynamique de la rénovation semble donc fortement liée à l'âge des producteurs parce que tant les producteurs de la classe I,2 que ceux de la classe II,2 sont considérés comme des jeunes exploitants. Cette façon de gérer le patrimoine va donc influencer le système technique, qui devient plus intensif chez les producteurs qui appartiennent à ces classes.

De même que la classe II,1, la classe III,1 est définie par peu de modalités. Parmi les producteurs qui appartiennent à cette classe, environ 70 % n'ont pas été scolarisés (EC1) ; le niveau d'intensification de la production est le plus bas et en concordance avec la modalité qui le caractérise (entre 80 et 100 % des plantations ont plus de 15 ans, AP1). Cette classe est donc considérée comme représentative des exploitations traditionnelles.

Enfin, la classe III,2 est définie par une seule variable : entre 60 et 80 % des exploitations ont dans leur système de production des cultures différentes du café et de la rotation maïs/haricot. Cette classe doit être donc considérée comme représentative des exploitations diversifiées. En dehors de cette caractéristique et sur le plan général, le comportement technique de cette classe est semblable à celui de la classe II,1, à savoir un niveau d'intensification moyen.

III.4.4 La typologie

D'après la discussion du **Tableau 7**, on peut définir les caractéristiques des groupes, ce qui est présenté de manière succincte dans le **Tableau 8**.

Tableau 8 Caractéristiques des exploitations d'après l'analyse de la typologie

Groupes	Caractère distinctif	Nom	(%)
I,1	Insuffisance en terre	Semi-prolétaires	26
I,2	Niveau technologique le plus élevé	Capitalisés	10
II,1	Producteurs les plus âgés et les moins scolarisés	Aînés	22
II,2	Producteurs les plus jeunes	Jeunes	9
III,1	Plantations obsolètes	Traditionnels	6
III,2	Exploitations les moins spécialisées en café	Diversifiés	27

D'après la distribution des classes présentée ci-dessus, on peut observer que trois classes représentent 75 % des exploitations.

Tout d'abord la classe des "Diversifiés" (27 %) confirme que la diversification est une stratégie d'aversion au risque économique mise en œuvre par les petits producteurs et déjà bien connue dans le milieu des économistes agricoles.

Ensuite, la classe des "Semi-prolétaires" (26 %) souffre du problème foncier propre à un quart des petits producteurs de café dans la région étudiée. Cette problématique est caractéristique de plusieurs pays d'Amérique latine, environ deux tiers des unités de production de la paysannerie de cette région du monde rencontrant des problèmes fonciers (de Janvry *et al.*, 1989). D'après les suivis et évaluations des projets de développement rural en Amérique latine, on trouve une forte proportion de "Semi-prolétaires" dans la structure de la production agricole des différentes régions : Cajamarca au Pérou (72 %), Puebla au Mexique (71 %), García Rovira en Colombie (20 %), le sud de Bolivie

(67 %), Région IV au Chili (59 %), Vertientes au Brésil (16 %), l'ouest des plateaux au Guatemala (85 %), le Salvador (71 %) et Sierra en Equateur (77 %) entre autres (de Janvry *et al.*, 1986).

Rodriguez *et al.* (1989), en travaillant dans les zones caféières au Nicaragua, ont trouvé une proportion de "Semi-prolétaires" de 5,7 %, Sfez (1995) note que 27 % des exploitations d'une zone caféière au Costa Rica présentent un potentiel problème foncier. Velgro (1994) signale que 40,5 % des exploitations de Espírito Santo au Brésil ont des contraintes de disponibilité en terre. D'après ces informations, il semble que le problème foncier est moins sensible dans les régions caféières que dans les autres régions agricoles.

Enfin, le poids des "Aînés" (22 %) est balancé dans la distribution par celui des jeunes exploitants (19 %) (addition des "Capitalisés" et des "Jeunes"). Cela représente donc une dynamique plutôt normale des cycles de vie des producteurs.

Le nom de "Capitalisés" mérite quelques explications. Tout d'abord, ces exploitations ont les tailles et les superficies en café les plus importantes. Or, dans les économies de plantation (cultures pérennes), le capital fixe le plus important est constitué par la plantation elle-même. Ensuite, la capacité d'épargne de ces exploitations fait que les investissements en technologie et en usines de transformation des récoltes en café parche (*beneficios*) sont importants³. Enfin, contrairement aux exploitations "Diversifiés", même si on retrouve le même processus de capitalisation, il tourne ici uniquement autour de l'activité "café".

³Les études monographiques des exploitations représentatives confirment ce comportement, mais il est contesté en période de crise des prix, à cause des besoins financiers plus importants de ces exploitations.

III.5 Les différents profils des petits producteurs de café du Guatemala

Le profil de chaque groupe est présenté dans les tableaux suivants. Chaque groupe est défini par les variables non codifiées les plus discriminantes en accord avec l'AFC et la CAH.

III.5.1 Les "Semi-prolétaires"

Tableau 9 . Profil des "Semi-prolétaires"

Variables quantitatives			
Variable	Moyenne	Ecart-type	%
Age des producteurs	43,9 ans	11,3	
Scolarisation	2,5 ans	2,2	65,3
Expérience agricole	30,8 ans	11,1	
Superficie en café	1,3 mz	0,7	
Superficie en céréales	0,4 mz	0,6	
Superficie autres cultures	0,1 mz	0,2	
Importance de la caféiculture	75,6 %	26,8	
Age de la plantation	10,3 ans	6,9	
Fertilisation	369,2 Q	152,2	
Contrôle des maladies	4,8 Q	24,0	3,8
Contrôle des insectes	3,9 Q	19,6	3,8
Sarclage	32,6 jours/mz	3,0	
Production	121,7 q	126,9	
Rendement	93,6 q/mz	34,6	
Variables qualitatives			
Variable	Caractéristiques		
Variété	15 % trad.	12 % mélange	73 % sélect.
Ombrage	4 % bananiers	42 % mélange	54 % ingas

Le groupe des "Semi-prolétaires" est composé de producteurs (26) dont les exploitations ont la plus petite taille (1,8 mz) et où l'importance de la caféiculture est de 75,6 %. Le problème de liquidité dû aux fortes contraintes foncières fait que le niveau d'utilisation des intrants agricoles est parmi les plus bas : la dépense en fertilisation est de 369,2 Q par manzana (c'est-à-dire la moitié du niveau acceptable), et seulement 3,8 % des producteurs pratiquent un contrôle des maladies et des insectes.

Le nombre de "journées" consacrées au sarclage est de 32,6 par manzana (70 % du niveau acceptable) et en contradiction avec la taille des exploitations qui est petite, ce qui peut s'expliquer par le fait que les producteurs travaillent en dehors de l'exploitation pour améliorer le revenu familial ; ils ne peuvent donc pas reproduire leur système de production sans une détérioration importante de leur niveau économique.

Malgré la variété plantée (73 % de variétés sélectionnées), qui représente une stratégie visant à augmenter la productivité partielle de la terre, l'âge de la plantation (10,3 ans) et le type d'ombrage (54 % d'ingas), le niveau des rendements se trouve être moyen (93,6 q de café-cerise/mz).

Même si les agriculteurs de ce groupe reçoivent l'appui de l'ANACAFE en matière de vulgarisation agricole, les résultats montrent que les contraintes structurelles de ces exploitations font que le travail d'encadrement technique est peu efficace.

III.5.2 Les "Capitalisés"

Tableau 10 Profil des "Capitalisés"

Variables quantitatives			
Variable	Moyenne	Ecart-type	%
Age des producteurs	43,0 ans	15,0	
Scolarisation	4,9 ans	2,1	
Expérience agricole	24,0 ans	16,0	
Superficie en café	4,4 mz	3,3	
Superficie en céréales	1,0 mz	0,7	
Superficie autres cultures	1,4 mz	4,0	
Importance de la caféiculture	71,0 %	25,7	
Age de la plantation	5,7ans	2,4	
Fertilisation	600,0 Q	120,0	
Contrôle des maladies	150,0 Q	93,5	80
Contrôle des insectes	102,0 Q	0,0	100
Sarclage	42,0 jours/mz	8,0	
Production	507,6 q	334,8	
Rendement	115,3 q/mz	39,6	
Variables qualitatives			
Variable	Caractéristiques		
Variété	0 % trad.	30 % mélange	70 % sélect.
Ombreage	0 % bananiers	20 % mélange	80 % ingas

Le groupe des "Capitalisés" est représenté par des producteurs (10) qui ont le niveau de scolarisation le plus haut de l'échantillon étudié (4,9 ans accomplis). L'âge moyen des producteurs est peu différent de celui du groupe des "Semi-prolétaires" (environ 43 ans) mais l'expérience agricole est moindre pour les "Capitalisés" (24 et 31 ans, respectivement). L'explication de ce phénomène se trouve dans le niveau de scolarisation qui est plus élevé pour le groupe des "Capitalisés".

« *L'apprentissage dans un système d'économie paysanne est de type familial, non de type écolier* » (Badouin, 1971). Cette phrase semble être en contradiction avec l'analyse des données parce que, d'après les résultats, l'apprentissage scolaire des petits producteurs de café du Guatemala est

corrélié avec de bonnes performances en termes d'adoption des technologies et de rendements. On reviendra sur ce point lorsqu'on analysera les résultats en termes d'efficacité productive.

La superficie moyenne des exploitations de ce groupe est de 6,8 mz et le café occupe 71 % de la superficie cultivée. En ce qui concerne le niveau d'investissement dans les exploitations, on peut imaginer que le seuil d'accumulation théorique est dépassé par ce type de producteurs.

L'âge moyen des plantations (5,7 ans) montre que ces exploitations sont dans un processus continu de rénovation. Le niveau de fertilisation est optimal et en accord avec l'option technologique vulgarisée, 80 % des producteurs pratiquent un contrôle des maladies et la totalité le contrôle des insectes. Le nombre de "journées" consacrées à l'entretien de la plantation (42) est acceptable. De plus, 20 % des exploitants font un contrôle chimique des mauvaises herbes.

Aucun producteur n'a planté que des variétés traditionnelles et des bananiers comme ombrage de la plantation : 30 % ont planté un mélange de variétés traditionnelles et de variétés sélectionnées (cette pratique est en accord avec une certaine aversion des agriculteurs pour les variétés sélectionnées, aversion en rapport avec la forte bisannualité dans la production et les fortes exigences en fertilisation), tandis que le reste a planté seulement des variétés sélectionnées. De la même façon, 20 % des producteurs utilisent un mélange de bananiers et d'ingas pour l'ombrage de la plantation, et 80 % seulement des ingas.

Le niveau de rendement de ce groupe (115,3 q/mz) est le plus élevé, ce qui est en accord avec le niveau d'intensification de la production, et largement supérieur à la moyenne nationale des petits producteurs du Guatemala (selon l'ANACAFE, la récolte 1990/91 est de 70 q/mz).

La vulgarisation agricole mise en place par l'ANACAFE a joué un rôle important auprès de ce groupe de producteurs, car les résultats confirment l'adoption quasi totale des technologies. Cela suggère que l'intensification n'est pas seulement un processus autonome mais plutôt un processus induit et régulé par les institutions d'encadrement technologique.

III.5.3 Les "Aînés"

Tableau 11 Profil des "Aînés"

Variables quantitatives			
Variable	Moyenne	Ecart-type	%
Age des producteurs	54,2 ans	9,3	
Scolarisation	0,4 ans	0,9	33
Expérience agricole	42,4 ans	7,3	
Superficie en café	4,0 mz	3,9	
Superficie en céréales	1,2 mz	1,2	
Superficie autres cultures	0,2 mz	0,7	
Importance de la caféiculture	76,6 %		
Age de la plantation	12,6 ans		
Fertilisation	403,6 Q	151,6	
Contrôle des maladies	22,7 Q	48,2	18
Contrôle des insectes	41,7 Q	50,1	41
Sarclage	37,0 jours/mz	7,4	
Production	386,8 q	499,5	
Rendement	96,7 q/mz	27,2	
Variables qualitatives			
Variable	Caractéristiques		
Variété	9 % trad.	91 % mélange	0 % sélect.
Ombrage	5 % bananiers	50 % mélange	45 % ingas

Le groupe des "Aînés" est formé des agriculteurs les plus âgés de l'échantillon (moyenne d'âge de 54,2 ans) avec le niveau de scolarité le plus bas (33 % de scolarisés et une moyenne de 0,4 an accompli). La taille moyenne des exploitations est de 5,4 mz, dont le café occupe 76,6 %.

Le niveau d'intensification peut être considéré comme moyen sur une plantation de 12,6 ans d'âge moyen. La dépense annuelle en fertilisation est de 403,6 Q par manzana ; 18 % des producteurs font un contrôle des maladies et 41 % des insectes. L'entretien annuel de la plantation est réalisé en 37 "journées" par manzana.

Malgré le niveau moyen d'utilisation des intrants agricoles, ces exploitations semblent donc capables de reproduire leur système de production sans détérioration de leur niveau économique, mais le processus de capitalisation n'est pas flagrant. Une discussion plus complète sera présentée lorsqu'on analysera le fonctionnement et les performances des exploitations.

Même si ce groupe de producteur a été exclu dans l'analyse de fonctionnement, on peut tirer des conclusions à leur propos grâce à la proximité de la structure des exploitations "Traditionnels" et de celles des "Aînés", dont l'aversion au risque technico-économique est évidente dans leurs systèmes de production.

Les performances de ces exploitations en termes de rendement sont aussi moyennes (96,7 q de cerise/mz). Ce groupe peut être considéré comme un groupe de transition technologique vers l'intensification ; 91 % des exploitations ont planté un mélange de variétés traditionnelles et de variétés sélectionnées, aucun producteur n'ayant spécialisé sa plantation avec des variétés sélectionnées. Le comportement d'aversion au risque technico-économique est donc plus évident pour les "Aînés" que pour les "Capitalisés". Le type d'ombrage le plus utilisé est constitué par un mélange de bananiers et d'ingas.

La vulgarisation ne joue pas un rôle déterminant pour ce groupe de producteurs, dont le principal problème semble être le faible niveau de scolarisation, qui représente un handicap pour le processus d'intensification. On approfondira ce sujet dans la partie consacrée aux performances des exploitations.

On ne considère pas ce groupe comme un groupe cible pour la vulgarisation, car la structure socio-productive limite de façon déterminante l'impact de l'encadrement technique. Cependant, on a pu constater que la vulgarisation obtient de bons résultats si l'encadrement est reçu par les futurs héritiers car ils ont une certaine influence sur leurs parents.

III.5.4 Les "Jeunes"

Tableau 12 Profil des "Jeunes"

Variables quantitatives			
Variable	Moyenne	Ecart-type	%
Age des producteurs	36,0 ans	5,0	
Scolarisation	3,8 ans	2,0	89
Expérience agricole	22,6 ans	5,7	
Superficie en café	2,4 mz	0,9	
Superficie en céréales	1,0 mz	0,6	
Superficie autres cultures	0,4 mz	1,1	
Importance de la caféiculture	68,8 %	21,4	
Age de la plantation	7,5 ans	4,0	
Fertilisation	453,3 Q	136,0	
Contrôle des maladies	13,8 Q	39,2	11
Contrôle des insectes	68,0 Q	68,0	56
Sarclage	23,1 jours/mz	7,9	
Production	245,0 q	78,1	
Rendement	102,1 q/mz	40,1	
Variables qualitatives			
Variable	Caractéristiques		
Variété	0 % trad.	89 % mélange	11 % sélect.
Ombreage	0 % bananiers	0 % mélange	100 % ingas

Le groupe des "Jeunes" est formé des exploitants dont l'âge moyen est de 36 ans et dont le niveau de scolarisation est acceptable selon les conditions socio-économiques de la région (89 % de scolarisés et 4 ans accomplis).

La taille moyenne des exploitations est de 3,8 mz, dont le café occupe 68,8 %, niveau qui est considéré comme faible par rapport à celui des autres groupes. L'explication de ce phénomène est que les producteurs de cette classe ont des familles nombreuses (en moyenne 4 enfants) et donc que la production vivrière a un rôle très important pour garantir l'alimentation de la famille (26,3 % de l'exploitation est cultivée avec la rotation maïs/haricots).

En général, les exploitations ont été héritées par division entre les frères et sœurs, ce qui explique leurs petites tailles. Cependant, il semble que ces exploitations produisent au-dessus du seuil de reproduction mais au-dessous du seuil d'accumulation.

Le niveau d'utilisation des intrants agricoles peut être considéré comme moyennement haut sur une plantation jeune (7,5 ans), plantée à 89 % avec un mélange de variétés traditionnelles et de variétés sélectionnées sous un ombrage spécialisé d'ingas. Le haut niveau de spécialisation de l'ombrage de la plantation représente une stratégie agronomique bien maîtrisée par les agriculteurs plus performants dans le but d'améliorer la compétitivité du café, surtout dans les conditions défavorables de disponibilité en main-d'œuvre, comme c'est le cas ici, ou en période de crise des prix, comme on en discutera plus loin.

La main-d'œuvre pour l'entretien de la plantation est très limitée, en raison des problèmes de trésorerie⁴, et peu disponible, en raison du nombre de travailleurs au sein de chaque famille (le chef de famille et des enfants plus âgés) et de la demande en main-d'œuvre lors des grands travaux vivriers : le nombre de "journées" consacrées à l'entretien de la plantation illustre bien ce problème (23,1 "journées"/mz/an). Malgré ce problème de disponibilité de la main-d'œuvre, les performances en termes de rendements sont plutôt bonnes (102,1 q/mz).

⁴On reviendra plus en détail sur ce point dans la troisième partie consacrée au fonctionnement des exploitations.

III.5.5 Les "Traditionnels"

Tableau 13. Profil des "Traditionnels"

Variables quantitatives			
Variable	Moyenne	Ecart-type	%
Age des producteurs	47,3 ans	15,5	
Scolarisation	2,8 ans	2,3	67
Expérience agricole	29,5 ans	11,2	
Superficie en café	4,3 mz	3,9	
Superficie en céréales	1,1 mz	0,9	
Superficie autres cultures	0,6 mz	1,4	
Importance de la caféiculture	78,4 %	13,3	
Age de la plantation	24,1 ans	5,9	
Fertilisation	400,0 Q	178,9	
Contrôle des maladies	0,0 Q	0,0	0
Contrôle des insectes	0,0 Q	0,0	0
Sarclage	34,6 jours/mz	5,9	
Production	320,8 q	318,6	
Rendement	74,6 q/mz	11,5	
Variables qualitatives			
Variable	Caractéristiques		
Variété	83 % trad.	17 % mélange	0 % sélect.
Ombrage	0 % bananiers	33 % mélange	67 % ingas

Ce groupe est formé par les agriculteurs dont le système de production est le plus traditionnel. Les variables discriminantes sont l'âge de la plantation (24,1 ans) et la variété plantée (83 % de variétés traditionnelles). Avec cette structure de la plantation, on note une totale aversion au risque technico-économique et il est logique que le résultat en termes de rendements soit le plus bas de l'échantillon étudié (74,6 q/mz). On reviendra sur ce point lorsqu'on analysera le fonctionnement et les performances des exploitations.

L'âge des agriculteurs, la scolarisation, la taille des exploitations et l'importance de la caféiculture dans l'exploitation ne sont pas des variables discriminantes pour cette classe, contrairement au contrôle des maladies et des insectes (0 %). Cette situation révèle bien un manque de connaissances

des producteurs dans le domaine de la protection végétale, qui est une pratique culturelle diffusée par l'encadrement technologique.

Le niveau de fertilisation et le nombre de "journées" consacrées au sarclage de la plantation sont considérés comme moyens, mais cela ne suffit pas pour atteindre de bons résultats sur des plantations obsolètes. La vulgarisation agricole rencontre donc ici l'échec le plus flagrant, dont le manque de connaissance de la rationalité des producteurs de la part de l'institution d'encadrement semble être la principale cause.

III.5.6 Les "Diversifiés"

Tableau 14. Profil des "Diversifiés"

Variables quantitatives			
Variable	Moyenne	Ecart-type	%
Age des producteurs	53,3 ans	9,2	
Scolarisation	0,8 ans	1,1	37
Expérience agricole	40,0 ans	9,4	
Superficie en café	2,9 mz	1,9	
Superficie en céréales	1,4 mz	1,4	
Superficie autres cultures	1,5 mz	5,1	
Importance de la caféiculture	62,8 %	25,9	
Age de la plantation	10,0 ans	5,0	
Fertilisation	400,0 Q	130,6	
Contrôle des maladies	13,9 Q	39,2	11
Contrôle des insectes	49,1 Q	70,0	37
Sarclage	32,6 jours/mz	12,5	
Production	255,2 q	113,9	
Rendement	88,0 q/mz	40,6	
Variables qualitatives			
Variable	Caractéristiques		
Variété	0 % trad.	89 % mélange	11 % sélect.
Ombrage	0 % bananiers	22 % mélange	78 % ingas

La classe des "Diversifiés" comprend quelques agriculteurs (27) âgés (53,3 ans) avec un niveau de scolarisation bas (37 % et 0,8 an accompli). La taille moyenne des exploitations est de 5,8 mz, et le café occupe 62,8 % de la superficie cultivée, les cultures vivrières et les autres cultures étant des activités économiques importantes pour ces exploitants.

Pour ce groupe, la structure de la plantation et le niveau d'intensification de la production, soit l'utilisation des intrants agricoles, soit la main-d'œuvre (malgré le niveau de sarclage qui est parmi les plus bas avec 32,6 "journées") ne sont pas discriminants. Les performances en termes de rendements sont considérées comme moyennes. Il semble que les producteurs pourraient pousser l'intensification

de la caféiculture, mais on peut constater qu'ils cherchent à optimiser globalement l'exploitation plutôt que la seule plantation de café.

La vulgarisation agricole a joué un rôle modeste pour ce groupe ; les institutions d'encadrement technologique ont donc des possibilités de travailler avec ces agriculteurs, mais en considérant une logique de fonctionnement différente de celle des exploitations spécialisées dans la caféiculture. Nous reviendrons sur cette problématique dans la troisième partie de la thèse.

III.6 Conclusions sur la typologie

L'AFC a classifié les exploitations en fonction des modalités des variables étudiées, lesquelles sont essentiellement :

- des variables structurelles comme l'âge de la plantation (AP), la superficie en café (CA) et le type d'ombrage (OM) ;
- des variables structurelles de type social comme l'expérience agricole (TA), la scolarisation (EC) et l'âge des producteurs (AG) ;
- des variables agronomiques qui représentent le niveau d'intensification de la production, comme le contrôle des insectes (CI), la pépinière (PE), le nombre de sarclages (SA) et le contrôle des maladies (CM). Les variables production (PR) et rendement (RE) ont aussi contribué à la définition des groupes d'individus.

Les variables fertilisation (FE) et variétés (VA) ont participé à la définition des groupes de manière moins évidente ; néanmoins leurs contributions ont été primordiales pour caractériser les groupes extrêmes en ce qui concerne le niveau d'intensification de la caféiculture (c'est-à-dire les groupes les plus traditionnels et les groupes les plus intensifiés). On peut ajouter que ces variables n'expriment pas une simple consommation d'intrants ou une adoption plus ou moins poussée, mais plutôt un comportement des agriculteurs en matière d'investissements qui représente une innovation intégrée dans leurs systèmes de production.

La CAH a validé la classification des groupes déterminés par l'AFC. Les profils de chaque groupe montrent que les informations de base des variables discriminantes sont cohérentes avec les résultats de l'AFC et de la CAH.

La définition d'une typologie des producteurs est toujours difficile à faire parce que, comme Boussard (1987) l'a signalé, « les populations que l'on observe résultent souvent de la différenciation

progressive d'un archétype commun, de sorte qu'il existe toujours tous les intermédiaires entre une exploitation et une autre ». Cependant, la typologie des producteurs définie par cette étude d'après la structure des exploitations a bien déterminé six groupes en utilisant les variables ci-dessus indiquées. La présentation des résultats montre que la typologie facilite l'explication des processus d'intensification de la production et d'adoption des nouvelles technologies. Par exemple, les résultats de la classification montrent qu'il existe des producteurs "Traditionnels" (groupe III,1) avec des plantations de plus de 20 ans d'âge et des variétés traditionnelles, une fertilisation moyenne et aucune protection végétale. Par contre, il existe des agriculteurs "Capitalisés" qui ont des plantations jeunes (6 ans) de variétés sélectionnées et des niveaux d'utilisation d'intrants agricoles en accord avec les options technologiques vulgarisées (groupe I,2).

La classification des producteurs présentée dans cette thèse nous permet aussi de confirmer le positionnement théorique des petits producteurs en ce qui concerne la classification par le fait que l'on trouve dans les résultats les limites inférieures et supérieures proposées par la théorie (chapitre II de la première partie). La limite inférieure est déterminée par les exploitations où le contrôle des ressources est très faible, et dont la principale composante du revenu est le résultat d'activités économiques menées hors de l'exploitation. Ce sont les agriculteurs identifiés comme "Semi-prolétaires" par la typologie (groupe I,1). La limite supérieure est représentée par les exploitations où le contrôle foncier et la gestion du capital sont relativement élevés, et dont les revenus sont directement liés à la mise en valeur de ces facteurs. Le travail familial devient moins important, bien que leur niveau technologique ne soit pas différent de celui du reste des petits producteurs (groupe I,2, les "Capitalisés").

Ainsi, les résultats de la classification des producteurs ont permis de définir plus précisément les groupes cibles de la vulgarisation, à savoir les "Capitalisés", les "Jeunes", les "Traditionnels" et les "Diversifiés", ce qui pourra être utilisé par l'encadrement technologique pour optimiser les ressources destinées à la vulgarisation agricole, et aussi pour adapter la recherche agronomique aux nécessités réelles des producteurs.

L'étude a également soulevé de nouvelles interrogations. Par exemple, nous n'avons pas non plus pu définir les rationalités économiques propres à chaque type d'exploitations pour mieux comprendre leur mode de fonctionnement, défaut déjà signalé par la littérature (Brossier et Petit, 1977). La troisième partie de la thèse est consacrée à ce sujet, en se fondant sur des études monographiques des exploitations représentatives. Les résultats mettent aussi en évidence la présence de seuils de productivité globale des facteurs entre les différentes exploitations, ce qui oblige la recherche à mener

des études de comparaison des performances entre exploitations. Cette problématique sera reprise dans la quatrième partie de la thèse.

Enfin, une analyse comparée dans le temps a été faite dans le but d'ajouter à l'analyse un nouveau scénario économique, car les conditions du marché du café en 1994 ont été très différentes de celles de 1991. En effet, en 1989 une chute du prix international (de 130,00 \$ US/q à 70,00 \$ US/q) s'est traduite par une réduction du prix au producteur d'environ 50 % pour la récolte 1991/92. Dans le chapitre suivant, on présentera cette étude en déterminant les trajectoires des exploitations pendant cette période, ce qui permettra de tester la permanence de la typologie sur la période étudiée.

IV Trajectoires des petites exploitations de café du Guatemala au cours de la période 1991-1994

L'analyse de la typologie que l'on vient de présenter avait pour objectif de mettre en évidence le rapport qui existe entre la structure des petites exploitations de café et le niveau de technologie mis en pratique par des agriculteurs. Cependant, ce niveau technologique est aussi déterminé par le contexte économique d'ensemble, où les prix jouent un rôle prépondérant. C'est dans ce contexte qu'on déterminera les trajectoires des exploitations en termes de processus d'intensification de la caféiculture, au cours d'une période caractérisée par un effondrement des prix sans précédents historiques.

Jacquet et Flichman (1988) ont montré que toute augmentation du prix d'un produit entraîne une intensification du processus de production. Par le même mécanisme économique, toute diminution du prix d'un produit entraîne un processus d'extensification de la production⁵. Ceci est une formalisation de l'hypothèse de départ sur le contexte économique et le niveau d'intensification de la caféiculture.

IV.1 La méthode : l'analyse factorielle multiple

La méthode utilisée pour la détermination des trajectoires des exploitations a été l'Analyse factorielle multiple (AFM) proposée par Escofier et Pagès (1984), qui permet d'analyser simultanément plusieurs tableaux croisant un même ensemble d'individus et différents groupes de variables. L'AFM comprend deux étapes : dans la première, chaque groupe est analysé individuellement, l'objectif étant

⁵Une diminution du prix d'un produit provoque une diminution de la valeur marginale du produit (VMP) et la condition d'optimalisation économique (VMP = coût marginal des inputs) force le décideur à opter pour un niveau d'utilisation des inputs plus faible.

de calculer un facteur de pondération des variables qui sera utilisé dans la deuxième étape, et les premiers facteurs de chaque groupe qui seront traités en tant que variables supplémentaires dans l'étape suivante. Le lecteur intéressé par les détails techniques de cette méthode pourra se référer aux travaux de Escofier et Pagès (1990).

Dans ce travail, on a utilisé deux tableaux de variables qui représentent le comportement technique des mêmes individus (les petites exploitations de café), le premier pour la campagne caféière 1990/91 et le deuxième pour la campagne 1993/94. Ceci a permis d'établir, grâce à la représentation superposée des individus, un suivi des trajectoires des exploitations au cours de la période étudiée. Les représentations graphiques de ces résultats sont présentées dans les paragraphes suivants.

De façon pratique, l'AFM est validée si, après des analyses factorielles simples, on constate que le rôle des groupes de variables est équilibré. Si ce n'est pas le cas, l'ensemble des résultats sera perturbé. Ici, cette constatation met en quelque sorte à l'épreuve la stabilité de l'analyse typologique parce que pour chaque période étudiée les groupes d'individus ont été évalués avec le même groupe de variables, à savoir des variables qui rendent compte de la structure et des systèmes techniques des exploitations.

Le **Tableau 15** récapitule les variables, les modalités, leur définition et le nombre d'individus pour chaque modalité, qui représente "le poids de la modalité" dans chaque groupe de variables, ou période étudiée (1991 et 1994) dans notre cas. Comme indiqué plus haut, les analyses distinctes des groupes de variables ont été effectuées en appliquant l'AFC aux tableaux binaires de chaque période pour s'assurer d'une part de la stabilité dans le temps de la typologie présentée dans les chapitres précédents et d'autre part de la faisabilité de l'analyse simultanée des groupes de variables par l'AFM.

Tableau 15. Codification des variables pour l'Analyse factorielle multiple (AFM) en Classes, Individus, et leur définition

Variables	Classes Modalités	Nbre d'individus		Définition
		1991	1994	
1. Âge des producteurs	APR1	26	28	< 50 ans
	APR2	28	26	> 50 ans
2. Scolarité	SCO1	16	16	Aucune
	SCO2	38	38	Scolarisés
3. Expérience agricole	EXP1	21	19	< 30 ans
	EXP2	33	35	> 30 ans

Variables	Classes Modalités	Nbre d'individus		Définition
		1991	1994	
4. Superficie en café	SCA1	21	13	< 2 mz
	SCA2	33	41	> 2 mz
5. Superficie en maïs/haricot	SMA1	32	32	< 1 mz
	SMA2	22	22	> 1 mz
6. Superficie autres cultures	ACU1	42	44	0 mz
	ACU2	12	10	> 0 mz
7. Pépinière	PEP1	5	25	Aucune
	PEP2	36	20	Sur sol
	PEP3	13	9	Dans sac
8. Variété	VAR1	45	28	Traditionnelle
	VAR2	9	26	Sélectionnée
9. Age de la plantation	APL1	44	40	< 15 ans
	APL2	10	14	> 15 ans
10. Fertilisation	FER1	13	13	1 application
	FER2	35	37	2 applications
	FER3	6	4	3 applications
11. Contrôle des maladies	CMA1	40	51	Aucun
	CMA2	14	3	Avec contrôle
12. Contrôle des insectes	CFL1	25	44	Aucun
	CFL2	29	10	Avec contrôle
13. Sarclages	SAR1	6	1	1 sarclage
	SAR2	29	42	2 sarclages
	SAR3	19	11	3 sarclages
14. Ombrage	OMB1	15	21	Différents genres
	OMB2	39	33	Seulement "ingas"
15. Taille de l'ombrage	TOM1	6	14	Tous les 2 ans
	TOM2	48	40	Chaque année
16. Production	PRO1	21	28	< 200 q cerises
	PRO2	33	26	> 200 q cerises
17. Rendement	REN1	18	35	< 80 q/mz
	REN2	36	19	> 80 q/mz

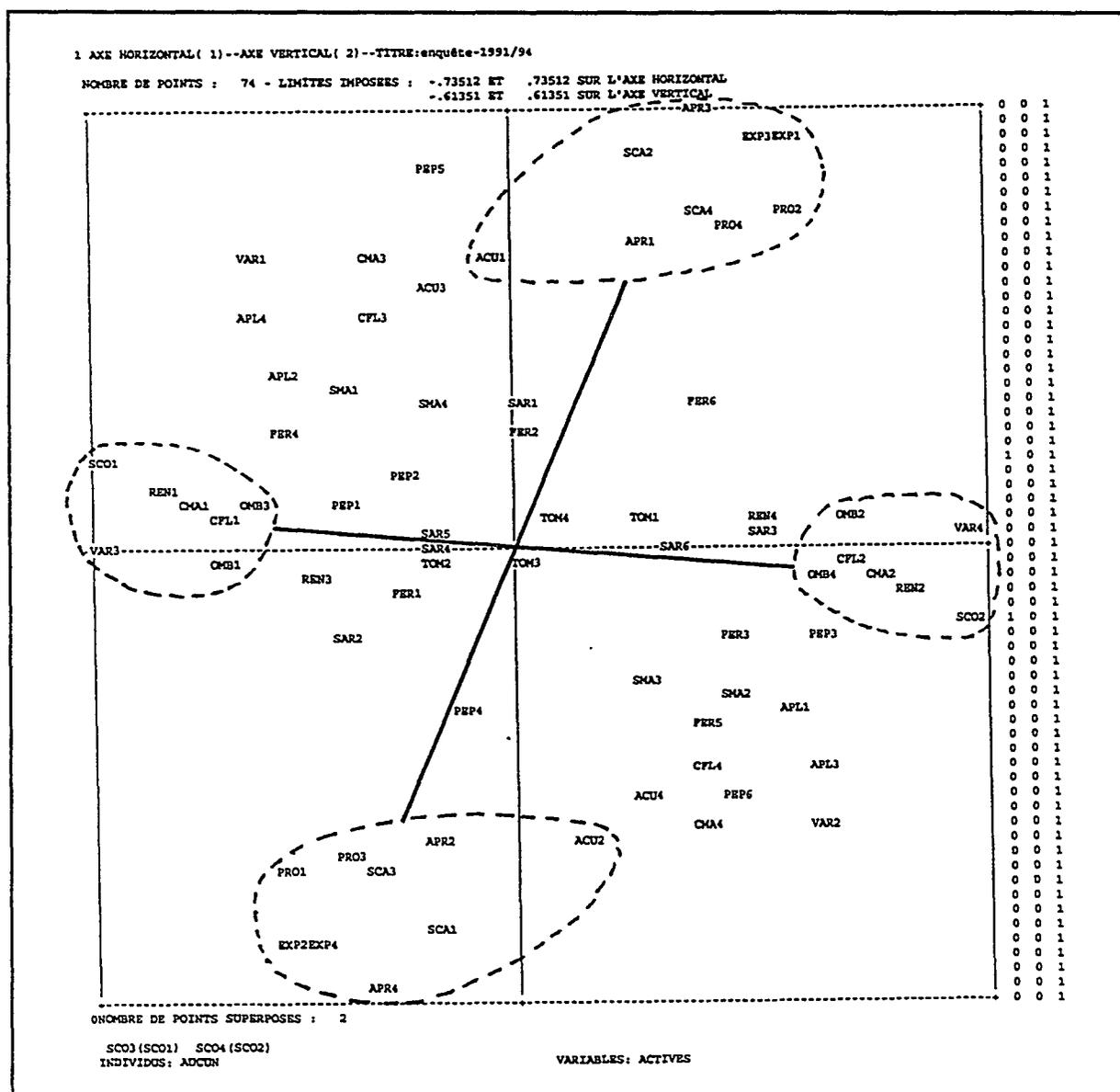
IV.2 Résultats et discussion

D'après les analyses distinctes des groupes de variables pour chaque période (1991 et 1994), on a pu constater que la représentation du nuage des exploitations sur l'espace commun établi par l'AFM est possible puisque l'espace factoriel de chaque période est constitué par le même groupe de variables, où le rôle de chacune est équilibré. Ceci exprime aussi le degré de correspondance entre les systèmes techniques des différents groupes d'exploitations pour chaque période, et on peut donc supposer une certaine stabilité de la typologie sur la période.

La configuration des axes les plus importants montre que les variables structurelles telles que la variété (sélectionnée), l'âge de la plantation (< 15 ans), le type d'ombrage spécialisé (Génère : *Ingas*) sont fortement associées aux itinéraires techniques plus intensifs pratiqués par les producteurs "Capitalisés" et "Jeunes". Au contraire, les itinéraires techniques moins intensifs sont associés aux producteurs "Traditionnels" et aux "Aînés". Comme indiqué par la typologie, la scolarisation et les performances des exploitations en termes de rendements sont liées et en concordance avec leurs systèmes techniques. De façon générale, ces rapports se retrouvent pour les deux périodes étudiées.

IV.2.1 L'Analyse factorielle multiple

Comme toutes les analyses factorielles, l'AFM est une analyse descriptive et, partant, une représentation graphique des résultats est la plus appropriée. Le **Graphique 11** et le **Graphique 12** présentent les variables dont les modalités déterminent les espaces factoriels dans les axes 1-2 et 1-3, respectivement. Ces espaces factoriels, à la différence des analyses factorielles simples, représentent des espaces communs calculés par l'AFM et, partant, sont valables pour une représentation simultanée du comportement des individus par rapport aux modalités des variables prises en compte par l'analyse. Pour utiliser les modalités bien représentées dans ces espaces factoriels, on ne prend que les modalités qui apportent une contribution importante à la formation des axes.



Graphique 11. Définition des axes 1 et 2

Afin de ne pas confondre les différentes modalités dans l'analyse simultanée effectuée par l'AFM, la dénomination des modalités a été modifiée par rapport à celle présentée dans le **Tableau 15** ci-dessus. Par exemple, le nom de la variable "âge des producteurs" (APR), avec ses modalités APR1 et APR2 dans le premier tableau d'individus-modalités, qui correspond à l'enquête 1991, a été modifié dans le deuxième tableau qui correspond à l'enquête 1994 : la modalité APR1 devient APR3 et la modalité APR2 APR4.

Cette analyse confirme les résultats des analyses factorielles simples sur la configuration des axes les plus importants. Tout d'abord, on trouve du côté négatif de l'axe factoriel 1 les variétés tra-

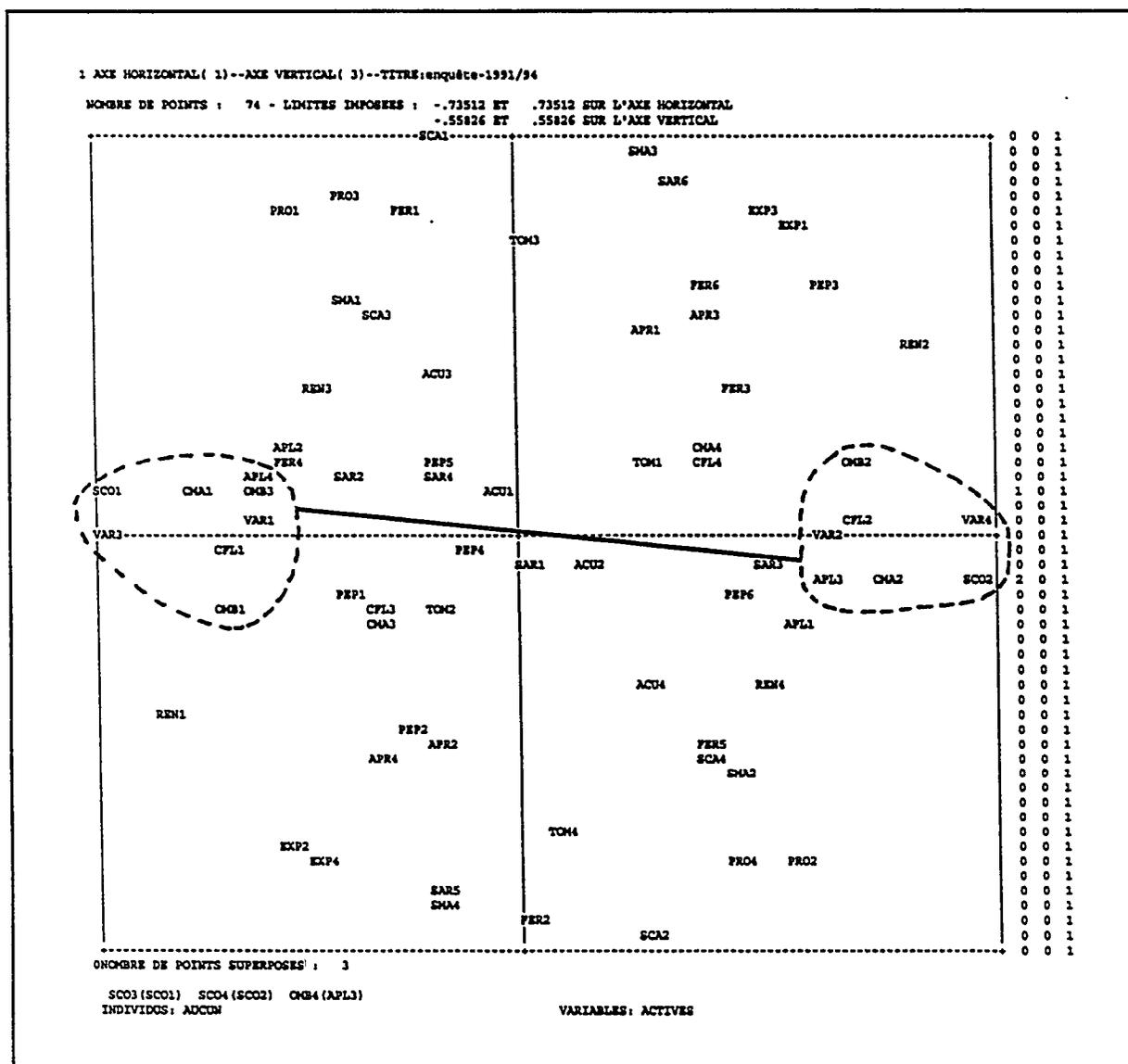
ditionnelles (VAR3) associées à un type d'ombrage non spécialisé (OMB1 et OMB3) et à un contrôle des maladies et des insectes nul (CMA1 et CFL1). En accord avec cet itinéraire technique, on trouve les performances les plus faibles en termes de rendement (REN1). Enfin, cette caractérisation technico-structurelle des exploitations est associée à un niveau de scolarisation nul (SCO1 et SCO3). Du côté positif de l'axe, par contre, on trouve les variétés sélectionnées (VAR4), l'ombrage spécialisé de la plantation (OMB2 et OMB4), des pratiques de protection végétale (CMA2 et CFL2), un bon niveau de rendement (REN2) et les niveaux de scolarisation les plus élevés (SCO2 et SCO4).

La rotation de l'axe 1 permet de visualiser la contribution de l'âge de la plantation en tant que variable structurelle importante. Sur le **Graphique 12**, où est présenté l'espace factoriel 1-3, on peut observer que les modalités APL2 et APL4 (vieilles plantations) sont positionnées du côté négatif de l'axe 1 et les modalités APL1 et APL3 (jeunes plantations) du côté positif. Le rapport entre la structure productive des exploitations, où l'âge de la plantation joue un rôle prépondérant, et le système technique utilisé a déjà été souligné par l'analyse typologique. Ici on revient sur le sujet mais de façon dynamique, car lorsque l'analyse introduit une deuxième période, on est capable d'établir les trajectoires des exploitations sur un plan factoriel qui leur est commun.

On centrera maintenant l'attention sur la configuration de l'axe 2 (**Graphique 11**). Du côté positif de l'axe, on trouve les exploitations spécialisées en café : d'une part elles ont les superficies en café les plus importantes (SCA2 et SCA4) et d'autre part elles n'ont pas d'autres cultures dans leur système de production (ACU1). Cette structure de production est associée aux producteurs jeunes (APR1 et APR3) ayant une faible expérience comme agriculteurs (EXP1 et EXP3)⁶ et bien évidemment des niveaux de production de café élevés (PRO2 et PRO4).

Du côté négatif de l'axe, par contre, on trouve les exploitations moins spécialisées en café, avec des superficies en café plus faibles (SCA1 et SCA3) et dont les systèmes de culture vont vers une diversification de la production (ACU2). Ces exploitations diversifiées sont associées aux producteurs plus âgés (APR2 et APR4), ayant beaucoup d'expérience comme agriculteurs (EXP2 et EXP4) et des niveaux de production de café faibles (PRO1 et PRO3).

⁶Le niveau d'expérience est mesuré en nombre d'années consacrées aux activités agricoles. On a déterminé que l'expérience a un rôle plus déterminant en termes d'efficacité productive; des commentaires additionnels sont présentés dans la partie de la thèse consacrée aux performances des exploitations.

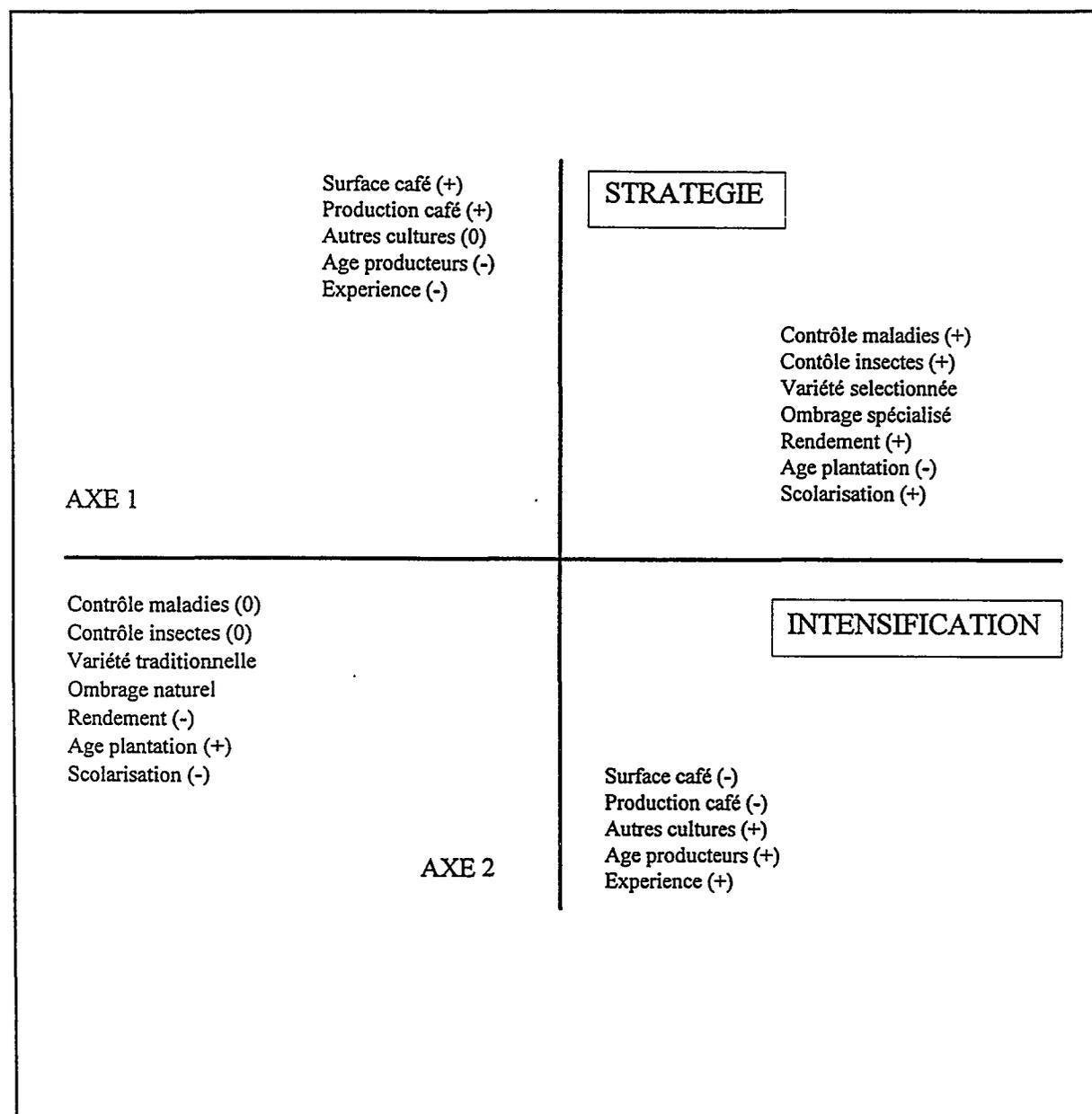


Graphique 12. Définition de l'axe 1 sur les plans factoriels 1 et 3

L'espace factoriel délimité par les axes 1 et 2 que l'on vient de décrire donne donc la possibilité d'établir les trajectoires des exploitations : de façon générale, l'axe 1 représente l'axe de l'intensification, c'est-à-dire qu'une trajectoire dirigée vers la droite représente l'intensification du processus de production de café, alors qu'une trajectoire allant vers la gauche représentera l'extensification du même processus.

Les trajectoires des exploitations au cours de la période étudiée représentent d'une certaine façon la stratégie des agriculteurs en période de crise des prix, stratégie déjà mentionnée dans la présentation de cette partie du travail. La configuration de l'axe 2 de l'espace factoriel permet d'introduire cette composante stratégique dans l'analyse, à savoir la spécialisation ou la diversification des

systèmes de production des exploitations. Ainsi une trajectoire allant vers le haut représentera la spécialisation en café, et au contraire, une trajectoire allant vers le bas la diversification de la production. Le **Graphique 13** présente l'espace factoriel des trajectoires, en caractérisant l'axe de l'intensification et celui de la stratégie.



Graphique 13. Espace factoriel des trajectoires

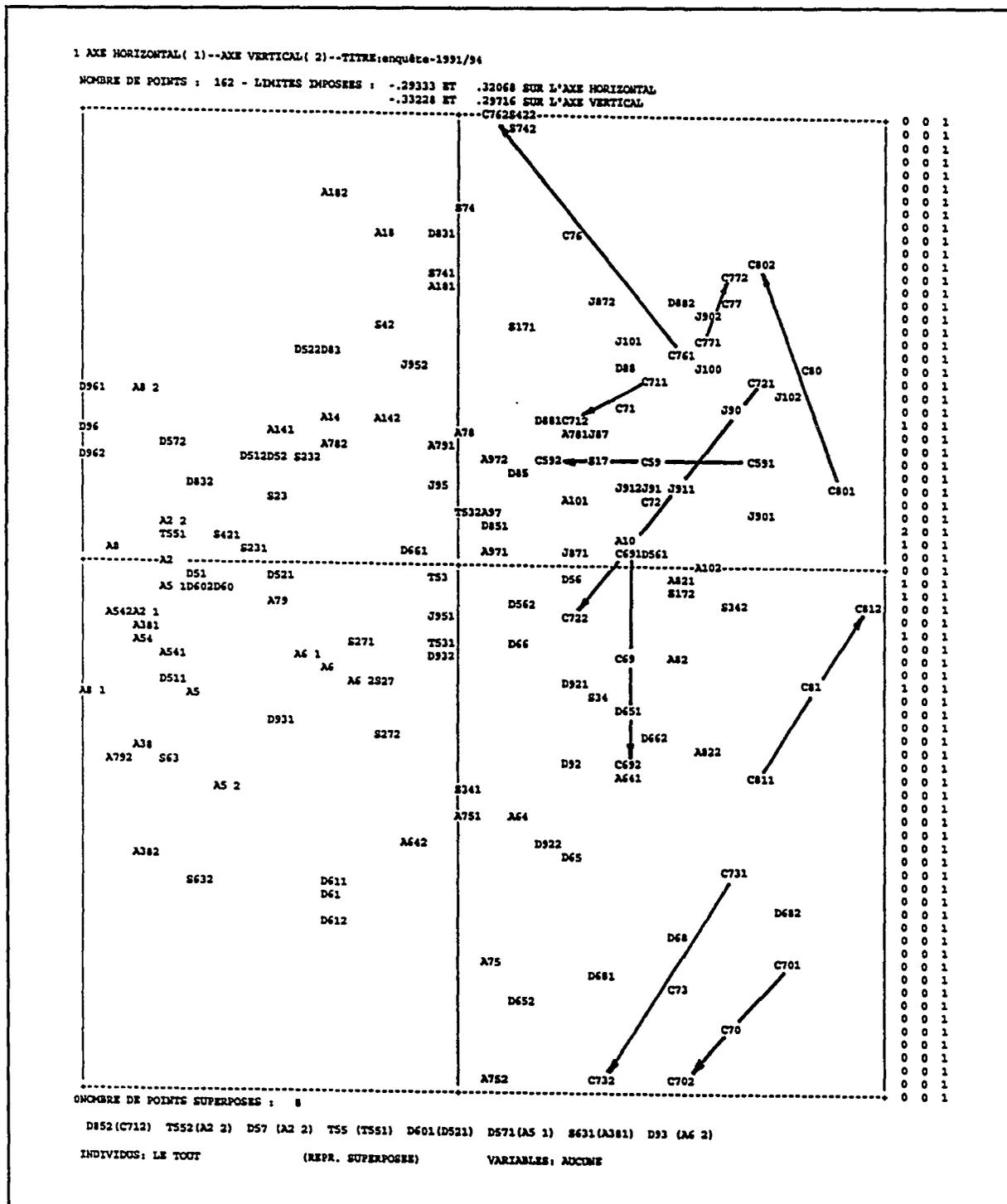
IV.2.2 Trajectoires des exploitations

Sur les 100 exploitations concernées par l'analyse des trajectoires, 46 n'ont pas pu être enquêtées en 1994, soit parce qu'il a été impossible de retrouver les producteurs, soit parce que certaines avaient disparu en 1994. Ce problème concerne principalement les producteurs "Semi-prolétaires" : sur les 26 exploitations enquêtées en 1991, seulement 6 ont pu être retrouvées en 1994, et ce pour diverses raisons, à savoir la migration vers la ville pour s'engager dans des secteurs hors agriculture, la migration vers l'étranger, notamment les Etats-Unis, et la vente des parcelles.

Le phénomène de disparition des exploitations se retrouve chez les "Traditionnels". Ici la cause principale est la vente des parcelles et l'abandon de l'agriculture comme activité économique. Chez les "Aînés" et les "Diversifiés", les causes de disparition sont le morcellement et le leg des parcelles en héritage et les défaillances. Le phénomène migratoire vers l'étranger a touché le groupe des "Jeunes", où un abandon partiel des parcelles est observé dans au moins la moitié des exploitations. Le groupe qui n'a pas été touché par la disparition des exploitations est le groupe des "Capitalisés". Un sondage effectué sur le terrain à propos de ce problème auprès des petits producteurs de café dans la région étudiée désigne la crise des prix comme principale raison à la disparition des exploitations.

Sur les graphiques ci-dessous présentant les différentes trajectoires, les positionnements des exploitations étudiées sont identifiés par une lettre représentant le groupe auquel elles appartiennent (ex. *C* pour les "Capitalisés", *T* pour les "Traditionnels", etc.), suivie du numéro d'identification de l'exploitation et d'un chiffre indiquant la période concernée (1 pour 1991 et 2 pour 1994). La trajectoire est déterminée en partant du positionnement d'origine (période 1) jusqu'au positionnement représentant la période 2. L'analyse graphique présentée par l'AFM inclut le positionnement moyen de l'exploitation, qui est identifié par la lettre initiale du groupe auquel elle appartient suivie de son numéro.

a. Les "Capitalisés"



Graphique 14. Trajectoires des exploitations "Capitalisés"

Sur le **Graphique 14**, le positionnement d'origine (1991) des exploitations "Capitalisés" montre le niveau d'intensification de la caféiculture le plus important, comme déjà indiqué par la typologie.

En général, on observe d'abord un recul du processus d'intensification, ce qui est cohérent avec la théorie du comportement des producteurs en période de crise des prix. Ensuite, on peut observer plusieurs tendances. La première est celle des exploitations positionnées sur le quadrant positif de l'espace factoriel (80, 77 et 76), ce qui correspond à une certaine spécialisation dans la caféiculture, dont la trajectoire montre une stratégie visant à renforcer cette spécialisation. D'un point de vue économique, on peut trouver une apparente incohérence dans ce comportement, parce que l'effondrement des prix du café devrait plutôt inciter les exploitants à diversifier leur production. Or, la fixité des facteurs de production les en empêche. Par ailleurs, pourquoi vouloir produire plus de café si les prix restent déprimés ?⁷ La réponse à cette question s'inscrit dans une logique paysanne, déjà citée par ailleurs (Schejtman, 1980), selon laquelle la nécessité d'assurer un revenu minimum force les producteurs à compenser la baisse des prix par une augmentation de la production mise sur le marché.

Une autre tendance observée dans les exploitations positionnées dans le même quadrant positif (71, 59 et 72) est un recul du processus d'intensification sans stratégie définie. L'analyse des données n'apporte pas d'explication évidente à ce comportement ; cependant, lorsqu'on analyse les performances des exploitations en termes d'efficacité productive, on constate que ces exploitations montrent des niveaux de performances techniques faibles.

Dans le cas des exploitations positionnées dans le quadrant négatif, qui ont déjà un certain niveau de diversification (69, 73 et 70), on observe une accentuation de la tendance à la diversification face à la crise. La seule exploitation qui intensifie son processus de production de café (81) est celle qui, d'après l'analyse des performances, est l'une des plus performantes en termes d'efficacité technique de la production.

⁷D'après les informations collectées au cours des enquêtes, la superficie en café dans l'échantillon étudié a augmenté de 10,5% au cours de la période.

Le positionnement d'origine de ces exploitations (**Graphique 15**) par rapport au niveau d'intensification de la caféiculture est de moyen à fort et dans le quadrant positif, indiquant ainsi une certaine spécialisation dans la caféiculture.

La tendance des trajectoires est à la spécialisation. La logique du comportement économique ci-dessus soulignée pour les exploitations "Capitalisés" est aussi valable pour les exploitants "Jeunes" mais, contrairement au cas précédent, la stratégie suivie face à la crise des prix ne s'accompagne pas d'un recul du processus d'intensification. L'explication vient d'une part du fait que le niveau d'intensification initial du processus de production au sein de ces exploitations est moins élevé et que d'autre part, en termes d'efficacité productive ces exploitations présentent le niveau de performances le plus important. On reviendra plus en détail sur ce sujet dans la partie de la thèse consacrée aux performances des exploitations.

Les exploitations 100 et 91 ne suivent pas la tendance générale. Tout d'abord, l'exploitation 100, tout en gardant son niveau de spécialisation en café, a suivi une trajectoire allant vers l'intensification de la caféiculture ; la seule explication à ce comportement apparemment contradictoire est son haut niveau d'efficacité productive. Au contraire, l'exploitation 91 a connu un recul du processus d'intensification, sans stratégie apparente : l'explication se trouve encore dans son niveau de performances, cette exploitation présentant le niveau d'efficacité productive le plus faible de ce groupe de producteurs.

Ces exploitations sont présentées sur le même graphique (**Graphique 16**) parce que, d'après la typologie, leurs comportements techniques ne sont pas très différents. Le positionnement d'origine montre un niveau d'intensification de la caféiculture faible, avec quelques exceptions comme les exploitations 64, 10 et 82 qui montrent un niveau d'intensification plutôt moyen.

En ce qui concerne les tendances, le seul comportement que l'on pourrait identifier serait celui des exploitations 38, 5, 75, 82 et 79, qui tendent vers une diversification de leurs systèmes de production. On ajoutera ici que le niveau d'intensification de la caféiculture de ces exploitations est moyen. Quelques-unes seulement ont été capables de maintenir ce niveau, comme les exploitations 82, 10, 97 et 75 ; par contre d'autres, comme les exploitations 64, 78, 79 et 18, ont connu un recul du processus d'intensification, tendant même vers l'extensification de la production de café. Comme dans le cas des exploitations des "Capitalisés" et des "Jeunes", une explication plausible aux différents comportements vient de leurs niveaux d'efficacité productive.

Le positionnement originel de ces exploitations (**Graphique 17**) en fonction de leur niveau d'intensification est varié, allant de très faible à moyen. Dans cette analyse des trajectoires, trois exploitations (88, 85 et 83) ont été exclues du groupe des "Diversifiés" parce que leur positionnement d'origine révèle une spécialisation de leur système de production plutôt qu'une diversification⁸.

Comme prévu, la crise des prix n'a pas touché ces exploitations de façon sensible, deux seulement (56 et 60) ayant connu un léger recul du processus d'intensification de la caféiculture.

Au niveau des tendances, on observe que les exploitations dont les itinéraires techniques pour la caféiculture sont les moins intensifs (extensifs) (57, 51 et 52) suivent une stratégie de spécialisation, et gardent leur faible niveau d'intensification. Ceci montre que même si le scénario économique est favorable à la diversification, les possibilités de diversifier la production dans une région caféière ne sont pas accessibles à tous. Au contraire, les exploitations dont les niveaux d'intensification sont moyens (66, 61, 92 et 65) accentuent la stratégie de diversification en période de crise caféière en gardant toujours leur niveau moyen d'intensification de la caféiculture. Or, on observe que certaines exploitations ont été capables, même au cœur de la crise, d'intensifier leur caféiculture (93, 66 et 68).

IV.3 Conclusion sur les trajectoires

L'étude de la structure des petites exploitations de café du Guatemala sur une deuxième période (campagne caféière 1993/94) a permis d'évaluer l'impact d'un nouveau scénario économique, caractérisé par l'effondrement des prix du café, sur le processus d'intensification de la caféiculture proposé au Guatemala par l'institution d'encadrement technique à travers d'un projet de vulgarisation.

D'après l'étude par l'AFM des trajectoires des exploitations, on a pu distinguer les tendances générales sur la période étudiée pour les groupes définis par la typologie retenue. La **Figure 4** présente de manière succincte ces tendances, ce qui permet de mettre en évidence la relation entre le niveau d'intensification de la production et la stratégie adoptée face à une période de crise.

⁸Le mauvais positionnement de ces exploitations se justifie par le fait qu'au départ la typologie a été construite pour mettre en rapport la structure des exploitations et leur itinéraire technique pour la caféiculture, qui occupe en moyenne 76% de leurs superficies cultivées.

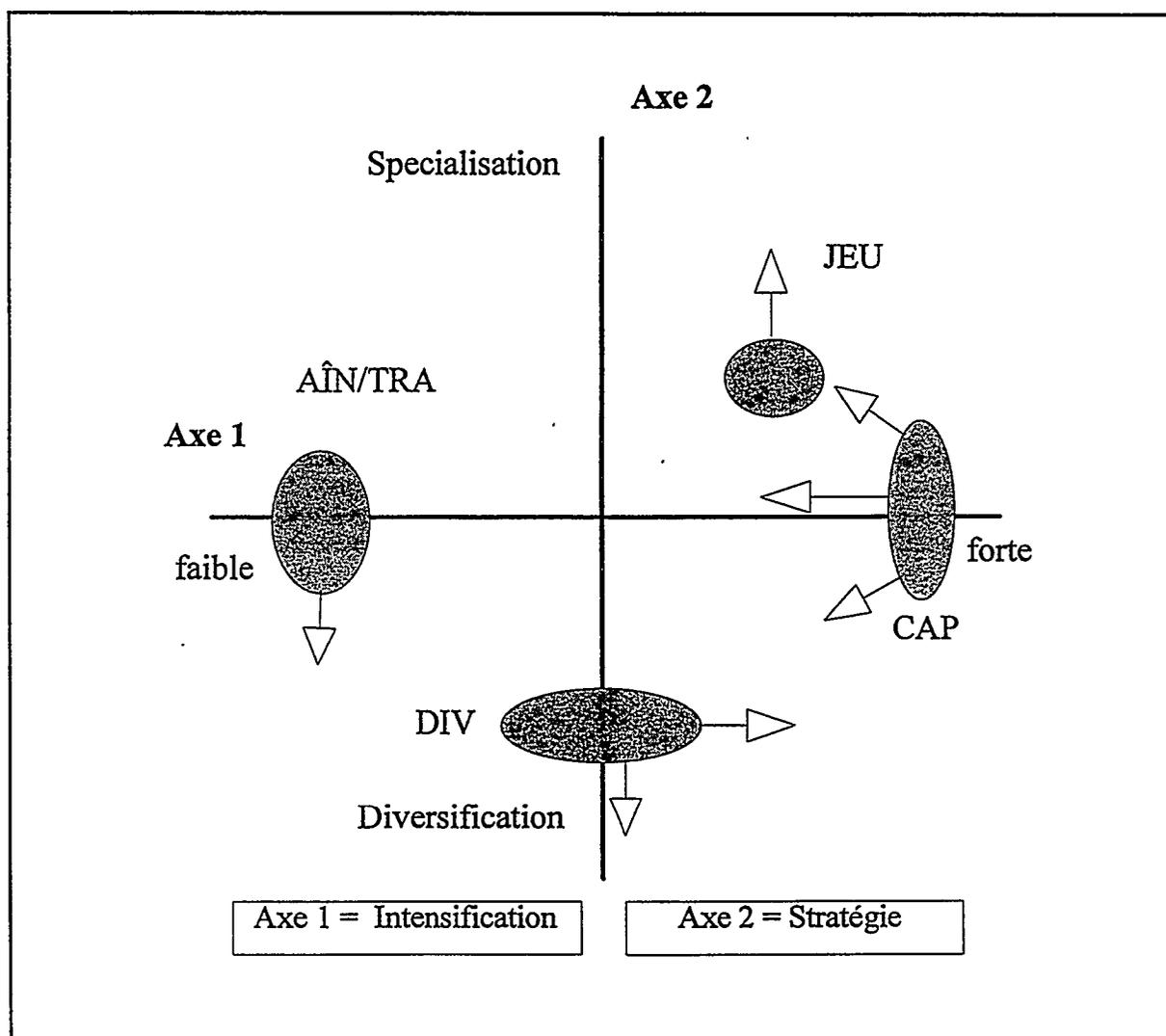


Figure 4. Tendances des trajectoires des exploitations face à la crise des prix du café (1991/1994)

Le groupe le plus touché par les effets négatifs de la crise économique est celui des "Capitalisés". En général, quelle que soit la stratégie adoptée par ces exploitations, elle s'accompagne toujours d'un recul de l'intensification. Ensuite, la spécialisation et la diversification des systèmes de production étant des stratégies propres à ces exploitations, la fixité des facteurs de production d'une part et leur positionnement initial par rapport au niveau de spécialisation ou de diversification du système de production d'autre part déterminent la stratégie adoptée en période de crise.

En termes relatifs, le groupe le mieux positionné par rapport à la crise est celui des "Diversifiés", ce qui confirme que la diversification des systèmes de production au sein des exploitations est une stratégie efficace en réponse au risque économique. Sfez (1995) est arrivé à la même conclusion en travaillant au Costa Rica pendant la même crise caféière. Cependant, on a pu constater que cette

alternative n'est pas accessible à tous, à cause des contraintes structurelles qui conditionnent la fixité des facteurs, caractéristique propre aux économies de plantation.

Les exploitations des "Jeunes" producteurs ont été capables de maintenir leur niveau d'intensification en suivant une stratégie de spécialisation du système de production de café, sans que l'analyse des données puisse apporter une explication. Une explication satisfaisante est que ce groupe de producteurs présente en moyenne le niveau d'efficacité productive le plus élevé. Comme le soulignent Brossier et Petit (1977) à propos des typologies, des analyses complémentaires restent nécessaires.

Les groupes des "Aînés" et des "Traditionnels" sont restés plus ou moins insensibles à la crise ; leurs itinéraires techniques de production de café sont restés "extensifs" et une légère tendance à la diversification a été observée dans quelques exploitations.

En fin de compte, d'après l'analyse des trajectoires des exploitations, l'hypothèse de départ selon laquelle le processus d'intensification de la caféiculture est conditionné par le contexte économique, où les prix jouent un rôle déterminant, est vérifiée.

Troisième partie :

Fonctionnement des systèmes de production au niveau des exploitations des petits producteurs de café du Guatemala

I Introduction

L'objectif de cette partie de la thèse est de déterminer les rationalités technico-économiques propres à chaque type d'exploitations, afin de mieux connaître le fonctionnement des systèmes de production des petites exploitations de café du Guatemala.

Cette partie de la thèse vient donc en complément de l'analyse de la structure des exploitations puisque la détermination des rationalités économiques a été soulignée comme étant un défaut des études typologiques.

La connaissance du mode de fonctionnement des systèmes de production des agriculteurs permet non seulement d'expliquer, mais aussi d'anticiper leurs décisions, spécialement en matière d'investissements à long terme (Patrick et Blake, 1980 ; Cary et Holmes, 1982). Pour atteindre ce but, nous nous proposons de recourir à la modélisation des systèmes de production par programmation mathématique dans le contexte du paradigme décisionnel multi-critère, ou *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM).

Tout d'abord, nous avons estimé les objectifs propres à chaque groupe, objectifs qui sont traités comme une approximation empirique de la rationalité technico-économique des exploitants. La méthodologie à utiliser s'inscrit dans une application très particulière de la programmation appelée *Weighed Goal Programming* (WGP), ou programmation par objectifs pondérés.

Ensuite, les résultats du modèle précédemment obtenu ont été utilisés dans une analyse prospective du fonctionnement des exploitations typiques. La méthode, qui appartient toujours au paradigme MCDM, s'appelle *Multi-Objective Programming* (MOP) ou programmation à objectifs multiples.

Le **Tableau 16** présente de manière succincte le rapport entre l'objectif général, la méthode utilisée pour atteindre l'objectif et les hypothèses de départ.

Tableau 16 Objectif général, méthode et hypothèses de départ

Objectif	Méthode	Hypothèses de départ
Détermination des rationalités propres aux petites exploitations afin de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes de production caféiers	Modélisation par programmation mathématique des systèmes de production des exploitations caféières dans le contexte du paradigme MCDM	La planification des systèmes de production des petites exploitations de café peut être représentée par le même modèle de base (mêmes coefficients techniques) en optimisant le ou les objectifs propres à chaque rationalité économique selon la structure des exploitations

La détermination des rationalités permettra aux responsables de l'encadrement technologique d'identifier les modifications qui pourraient être introduites harmonieusement au sein des systèmes de production afin de faciliter l'intensification et de mettre au point des instruments efficaces qui permettent la mobilisation des ressources et des moyens nécessaires pour l'adaptation des technologies au système de production des petites exploitations de café.

II Bilan des connaissances sur la détermination des objectifs des exploitations agricoles

Certains travaux visant à mieux représenter le comportement des agriculteurs se sont situés dans le contexte du paradigme de la programmation linéaire (PL). On peut citer les travaux de Boussard et Petit (1967) qui ont ajouté au modèle conventionnel de l'époque (qui intégrait seulement des contraintes techniques) des contraintes de sécurité et de crédit. Puis les travaux qui ont introduit le risque et l'incertitude ont été nombreux. Des modèles pionniers dans ce domaine ont été proposés par Hazell (1971) (*MOTAD*) et Tauer (1983) (*Target MOTAD*). La démarche a toujours été d'ajouter les contraintes rigides au modèle classique mono-objectif, même si elles ont déjà été prises en compte comme des objectifs¹.

La controverse multi-objectif *versus* mono-objectif est apparue vers les années 70. Willis et Perlack (1980) ont compilé dans leurs travaux les diverses argumentations de ce débat.

Barnett *et al.* (1982) ont analysé les différentes démarches suivies par les travaux de recherche sur les modèles multi-objectifs :

¹Berbel (1988, 1990 et 1993), cependant, considère les aspects risque de façon conventionnelle, mais dans le contexte du paradigme décisionnel multi-critère.

- l'approche descriptive qui vise à identifier les objectifs et leur rang respectif dans les choix du décideur ;
- l'approche opérationnelle qui fait l'hypothèse des objectifs et de leur importance dans un modèle décisionnel ;
- l'approche combinée des deux approches précédentes.

Selon cette classification, on peut situer les travaux de Gasson (1973), Smith et Capstick (1976), Harper et Eastman (1980) et Patrick et Blake (1980), dans la première démarche, les travaux de Patrick (1981) et la quasi-totalité de ceux cités plus loin dans la description des différentes applications du paradigme décisionnel multi-critère dans la deuxième ; et enfin les travaux de Willis et Perlack (1980), Cary et Holmes (1982) et plus récemment Sumpsi *et al.* (1993) et Sumpsi *et al.* (1994) dans la troisième démarche.

Pour en savoir plus sur les différentes approches suivies pour déterminer les objectifs des producteurs, le lecteur intéressé pourra se reporter aux travaux de Patrick et Kliebenstein (1980).

D'une manière générale, pour en revenir aux modèles de programmation linéaire (PL) mais cette fois "multi-objectifs", les objectifs les plus souvent ajoutés à celui du modèle décisionnel conventionnel (c'est-à-dire maximisation de la marge brute) ont été le risque et la subsistance (Brink et McCarl, 1978).

Barnett *et al.* (1982) ont proposé une démarche combinée : ils proposent d'identifier les objectifs des agriculteurs à travers une méthode d'échelle multi-dimensionnelle, puis de modéliser le système de production avec une technique de programmation *Goal Programming* (GP). Les résultats obtenus ont découragé certains chercheurs parce que les gains de performances par rapport à la méthode traditionnelle mono-objectif ont été nuls.

Un débat s'est élevé au cours de ce travail. Romero et Rehman (1983) ont relevé des problèmes conceptuels dans les aspects théoriques de base de l'analyse multi-critère : ils sont arrivés à la conclusion que Barnett *et al.* avaient fixé de manière trop pessimiste les niveaux d'aspiration des *goals* (cibles), ce qui fait que ces *goals* ont été facilement atteints et, dans ces circonstances, les solutions provenant de GP et PL ont été identiques (voir aussi McCarl et Blake, 1983).

Le récent intérêt pour la durabilité de l'agriculture, et donc pour la conservation des ressources naturelles, et la nécessité d'obtenir des représentations plus réelles des systèmes de production en milieu paysan dans les pays en voie de développement ont fourni depuis les années 80 de nouveaux arguments à la démarche "multi-critère". C'est dans le cadre de cette nouvelle démarche que le paradigme a évolué de manière indépendante de la programmation linéaire mono-critère. Les travaux de Zeleni (1982), Romero et Rehman (1984, 1985, 1986, 1987 et 1989), et plus récemment Balleste-

ro et Romero (1991, 1993a, 1993b et 1994) ont apporté des arguments théoriques et empiriques à ce qu'ils ont appelé le paradigme *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM). La littérature courante présente de nombreux travaux d'application dans les domaines cités ci-dessus. On trouvera des exemples sur l'agriculture et la gestion des ressources naturelles dans les travaux de Romero et Rehman (1987), Lakshminarayan *et al.* (1991), Zekri et Romero (1991), Fernandez-Santos *et al.* (1993), Zekri et Romero (1993), Mendoza *et al.* (1993), Zekri et Albisu (1993), McGregor et Dent (1993), Opricović (1993), Rosato et Stellin (1993), Fiske *et al.* (1994), Niño de Zepeda *et al.* (1994) et Zekri et Herruzo (1994). En ce qui concerne la modélisation des systèmes de production agricole, on trouvera des exemples dans les travaux de Maino *et al.* (1987), Berbel (1989), Berbel *et al.* (1991), Ramirez *et al.* (1992), Berbel et Vitalina Barros (1993), Piech et Rehman (1993) et Maino *et al.* (1993).

On trouvera aussi des exemples d'application dans le domaine de la planification agraire et de la politique agricole dans les travaux de Alonso et Iruretagoyena (1986), Ferenczy *et al.* (1986), Romero *et al.* (1987), Arias (1989) et Zekri et Romero (1992) entre autres.

Si l'on suit la description de la démarche méthodologique de la recherche multi-objectif proposée par Barnett *et al.* (1982), on observe que les approches courantes ont presque toutes oublié l'approche descriptive qui vise à identifier les objectifs et leur rang respectif dans les choix du décideur. Or, en ignorant l'identification empirique des objectifs avec l'hypothèse que les décideurs ont leurs propres objectifs, on risque de négliger des informations empiriques importantes.

C'est peut être en se fondant sur cette préoccupation que Sumpsi *et al.* (1993 et 1994) ont proposé une méthode MCDM pour identifier des objectifs propres aux producteurs, méthode dont on peut tirer des implications de politique agricole directes. On reviendra plus en détail sur cette méthode dans les chapitres suivants.

En dehors des méthodes MCDM, des tentatives ont été faites plus récemment pour identifier les objectifs des producteurs. On trouve par exemple les travaux de Rivera (1991), qui a utilisé la méthode proposée par Bradley (1976) et nommée *Comparaison des paires à échelle multidimensionnelle*. Auparavant, Smith et Capstick (1976), Harper et Eastman (1980), Barnett *et al.* (1982) et Patrick *et al.* (1983) ont suivi une démarche similaire : en premier lieu, on propose une liste d'objectifs aux agriculteurs en leur demandant de les classer par ordre de préférence, ce qui permet d'établir une matrice des préférences entre paires d'objectifs. Puis une analyse multidimensionnelle permet de regrouper les agriculteurs en fonction de leurs préférences. Pour une description détaillée de cette méthode, le lecteur intéressé peut se reporter aux travaux de Patrick et Kliebenstein (1980).

III Le paradigme décisionnel multi-critère MCDM (*Multiple Criteria Decision Making*)

III.1 Évolution du concept

Russell et Thaller (1985) ont proposé trois explications aux divergences de comportement de deux agents économiques placés devant le même scénario :

- ils ont des préférences différentes ;
- ils ont des informations différentes ;
- un des agents s'est trompé.

Russell et Thaller ont appelé ce comportement *quasi-rational*, dans le sens donné par Simon (1955)². Dans la réalité on risque de trouver les trois situations. Comme il n'y a de place pour ni les erreurs ni pour les différentes préférences dans les modèles décisionnels mono-critères, c'est à l'intérieur du même paradigme qu'on trouvera les initiatives d'évolution.

Pour résumer le débat mono-objectif *versus* multi-objectif qui avait cours dans les années 70, on peut conclure que les approches multi-objectifs apportent plus d'informations pour l'identification des fonctions d'utilité des agents économiques, ce qui permet donc de prendre des décisions et de faire des prévisions plus précises.

Au début des années 80, le débat s'est porté sur l'avantage ou le désavantage de proposer des solutions optimales, uniques ou multiples, dans les modèles décisionnels (PL). Pour en savoir plus, le lecteur intéressé peut se reporter aux travaux de Paris (1981, 1983) et McCarl et Nelson (1983). Les travaux qui ont suivi la voie des solutions optimales multiples ont représenté la transition entre les modèles standards (PL mono-critère) et les modèles MCDM.

La technique proposée a été d'analyser les solutions possibles autour de la solution optimale mono-critère, ce qui ouvre plusieurs solutions alternatives. La décision se fait donc en intégrant d'autres critères non quantifiés dans le modèle. On trouvera des exemples d'application de cette technique dans les travaux de Burton *et al.* (1987), Jeffrey *et al.* (1992) et Willis et Willis (1993), ces derniers faisant une comparaison entre l'approche MCDM et l'approche des solutions quasi optimales. On trouvera une description historique exhaustive de l'évolution du paradigme MCDM dans les travaux de Romero et Rehman (1989) et Romero (1993).

²Simon avait proposé une rationalité de type procédural qui suit la même direction que la rationalité standard mais jusqu'à atteindre des niveaux de satisfaction équilibrés entre la fonction d'utilité et les contraintes du système propre aux décideurs.

III.2 Justification de l'application du paradigme MCDM à l'économie agricole

De par leur nature même, les décisions qui sont prises dans les systèmes agraires sont complexes : d'une part les processus productifs sont des processus biologiques, d'autre part la reproduction du système se fait par la consommation de ressources naturelles, renouvelables ou non, et la durabilité des systèmes agraires est donc liée à la gestion du système lui-même et de son environnement. L'ouverture du système est telle qu'il est très sensible aux flux techniques, économiques et sociaux.

Rehman et Romero (1993) ont fait la remarque, déjà bien acceptée par ailleurs, que la reproduction durable des systèmes agraires est le résultat d'interactions équilibrées et de la résolution de conflits potentiels entre les divers intérêts biologiques, techniques, économiques, sociaux, publics, privés, politiques et écologiques. Pour mieux comprendre leur fonctionnement, il faut donc que la modélisation des systèmes agraires rende compte de cette réalité multi-critère.

On trouvera une justification plus radicale dans les travaux de Zeleny (1982), qui affirme que le modèle décisionnel mono-critère est seulement une simplification du paradigme MCDM et qu'il ne doit être considéré que comme un cas particulier parce qu'il n'existe pas de processus décisionnel *stricto sensu* si l'on ne prend pas en considération au moins deux critères. Ceci peut encore être contesté parce que les modèles décisionnels mono-critères peuvent intégrer les critères de décision sous forme de contrainte. Une des critiques les plus pertinentes que l'on peut faire au paradigme mono-critère est l'excès de rigidité dans la structure du modèle, même si l'on peut pallier de manière partielle à cette rigidité par le paramétrage des seconds membres.

III.3 Concepts de base du paradigme MCDM

La première technique MCDM introduite par la littérature a été la programmation appelée *Goal Programming* (GP), proposée par Charnes *et al.* (1955) et présentée comme une alternative à la PL, particulièrement dans les situations où le processus de décision est fondé sur plusieurs objectifs à la fois. Rehman et Romero (1993) présentent cette technique comme une façon opérationnelle de représenter la rationalité au sens simonnien déjà citée plus haut.

Les concepts de base de cette technique ont été développés au fur et à mesure que les travaux théoriques et empiriques ont évolué. Nous présenterons tout d'abord quelques définitions puis nous décrirons de manière succincte les techniques les plus importantes.

III.3.1 Définitions

Attributs : valeurs que le décideur assigne à une réalité objective quelconque. Les attributs peuvent être représentés par des fonctions mathématiques, $f(x)$, dans l'espace des variables de décision.

Objectifs : directions d'amélioration des attributs. Si le critère de décision indique que plus est meilleur que moins, l'objectif doit être maximisé. Au contraire, si le critère décisionnel précise que moins est meilleur que plus, il faut que l'objectif soit minimisé.

Cibles (*Targets*) : niveaux acceptables d'amélioration des attributs pris en considération par les décideurs.

Goals : résultats de la combinaison des attributs et des cibles. Il existe une confusion entre *goals* et contraintes en raison de la similitude de leur structure mathématique. Leur différence est liée aux seconds membres des inégalités (*RHS Value*) : dans le cas des *goals*, le second membre est considéré comme le niveau de satisfaction que le décideur souhaiterait atteindre ; au contraire, dans le cas d'une contrainte, il faut que le second membre de l'inégalité soit satisfait, et c'est d'ailleurs pour cette raison qu'on les appelle contraintes rigides du modèle.

Variables déviationnelles : mesurent l'écart entre le niveau de réalisation d'un *goal* et le niveau ciblé. Elles peuvent donc être négatives si le niveau de réalisation est inférieur au niveau ciblé, ou positives si au contraire le niveau de réalisation est supérieur au niveau ciblé.

Critères : de façon générale, ils se réfèrent à la combinaison des attributs, des objectifs et *goals*.

III.3.2 Les principales techniques du paradigme MCDM

Les techniques les plus généralisées dans la littérature courante sont *Goal Programming* (GP), *Multi-Objective Programming* (MOP) et *Compromise Programming* (CP).

a. *Goal Programming* (GP)

L'idée centrale de cette technique est de minimiser les écarts entre les niveaux de réalisation et les niveaux ciblés des goals considérés. Autrement dit, GP minimise la somme des variables déviationnelles plutôt que les objectifs.

Il existe des méthodes alternatives à cette technique, dont les plus généralisées sont : *Weighted Goal Programming* (WGP) et *Lexicographique Goal Programming* (LGP).

- **Weighted Goal Programming (WGP)**

Dans cette alternative, il s'agit de minimiser une fonction objectif qui contient la somme des variables déviationnelles. La structure générale du modèle est la suivante :

$$\text{Min } \Sigma (\alpha_i n_i + \beta_i p_i)$$

$$\text{S.t. } f_i(x) + n_i - p_i = b_i$$

et $x \in F$

- où
- $n_i =$ Variable déviationnelle négative liée au ième attribut
 - $p_i =$ Variable déviationnelle positive liée au ième attribut
 - $\alpha_i =$ Poids relatif de n_i ($\alpha_i > 0$ quand n_i est indésirable)
 - $\beta_i =$ Poids relatif de p_i ($\beta_i > 0$ quand p_i est indésirable)
 - $f_i(x) =$ Expression mathématique du ième attribut
 - $b_i =$ Cible établie pour le ième attribut
 - $\underline{x} =$ Vecteur des variables décisionnelles
 - $F =$ Région faisable qui satisfait les contraintes rigides du modèle

- **Lexicographique Goal Programming (LGP)**

Dans cette méthode, les poids liés à la satisfaction des *goals* sont absolus, et non relatifs comme dans le cas de WGP, c'est-à-dire que les *goals* ont différentes priorités, le *goal* prioritaire étant optimisé en premier, ensuite, et seulement ensuite, le deuxième apparaissant dans le processus d'optimisation, et ainsi de suite. La structure de ce processus de minimisation lexicographique est la suivante :

$$\text{Lex min. } a = [h_1(n,p), h_2(n,p), \dots, h_k(n,p)]$$

$$\text{S.t. } f_i(x) + n_i - p_i = b_i$$

et $x \in F$

- où
- Lex min est un processus d'optimisation lexicographique
 - $h_k =$ kième priorité liée aux combinaisons des composantes des vecteurs n et p

Pour en savoir plus, le lecteur intéressé peut se référer aux travaux de Romero et Rehman (1984, 1985) et Romero (1991a). Les exemples d'application sont nombreux : Flinn *et al.* (1980), Barnett *et al.* (1982), McGregor et Dent (1988), Alonso et Iruretagoyena (1986), Zekri et Romero (1991, 1992), McGregor et Dent (1993), Fiske *et al.* (1994) et Niño de Zepeda *et al.* (1994) entre autres.

b. *Multi Objective Programming (MOP)*

Dans cette technique, l'idée "simonienne" sur la notion de satisfaction par rapport au niveau de réalisation des *goals* déterminé par le décideur est remplacée par le concept d'efficacité au sens pareto-tien.

L'optimisation simultanée de plusieurs objectifs met de côté l'idée d'une solution optimale. L'approche MOP trouve des solutions efficaces au sens pareto-tien : une solution est "pareto-efficace" si aucune autre solution ne peut surpasser son niveau de performance sans en détériorer au moins un objectif (Rehman et Romero, 1993).

La structure mathématique du modèle est la suivante :

$$\text{Eff } Z(x) = [Z_1(x), Z_2(x), \dots, Z_k(x)]$$

S.t. $x \in F$

Où *Eff* signifie recherche et définition du set de solutions efficaces dans un contexte de maximisation ou de minimisation simultanée d'objectifs (Z_1, Z_2, \dots, Z_k).

On trouvera dans la littérature trois méthodes d'estimation du set des solutions efficaces : la méthode pondérée ou *Weighting Method* (WM), la méthode des contraintes ou *Constraint Method* (CM) et le simplex multi-critère ou *Multi-Criterion Simplex* (M-CS) :

- la méthode WM combine les k objectifs dans une fonction composée après avoir attribué un poids approprié à chaque objectif. Cette fonction est ensuite optimisée et le set de solutions efficaces est complété par paramétrage des poids dans la fonction ;
- la méthode CM optimise un objectif et intègre les autres $k-1$ objectifs dans le modèle sous la forme de contraintes. Le set des solutions efficaces est construit par paramétrage des seconds termes (*Right-Hand-Side Values*) des $k-1$ contraintes du modèle ;
- enfin, la méthode M-CS est une variante de la méthode *Simplex* qui cherche des solutions efficaces au sens pareto-tien à chaque angle (*Corner Point*) de la région possible du problème.

Pour plus de détails, le lecteur intéressé peut se référer aux travaux de Romero et Rehman (1986, 1989). On trouvera des exemples d'application de cette technique dans les travaux de Ferenczy *et al.* (1986), Maino *et al.* (1987), Berbel (1989), Arias (1989), Soler *et al.* (1991), Ramirez *et al.* (1992), Fernandez-Santos *et al.* (1993), Maino *et al.* (1993), Zekri et Albisu (1993) et Zekri et Herruzo (1994).

c. *Compromise Programming (CP)*

Cette technique a été proposée par Yu (1973) et Zeleny (1973). Il s'agit d'établir un point idéal dont les coordonnées sont le résultat de l'optimisation indépendante de chaque objectif par rapport aux contraintes rigides du modèle. Un tel point idéal n'étant évidemment pas possible, la méthode calcule donc la solution la plus efficace la plus proche de ce point, solution qui est appelée meilleure solution compromis. Selon le critère mathématique utilisé pour estimer la distance entre le point idéal et les solutions faisables, un set de solutions compromis peut être déterminé.

On trouvera des présentations approfondies sur la technique dans les travaux de Zeleny (1973, 1982) Romero et Rehman (1989) et Ballesteros et Romero (1991, 1993a, 1993b, 1994), et des exemples d'application dans les travaux de Romero *et al.* (1987), Opricovic (1993) et Zekri et Romero (1993).

III.3.3 Les techniques combinées et les comparaisons

La littérature courante présente aussi des méthodes combinant les techniques. Par exemple, Willis et Willis (1993) combinent la technique *Multi Objective Programming* (MOP) avec les solutions quasi optimales, technique déjà citée ci-dessus. Lakshminarayan *et al.* (1991) et Berbel et Vitalina Barros (1993) combinent MOP et *Compromise Programming* (CP). Berbel *et al.* (1991) combinent les techniques *Goal Programming* (GP) et MOP.

Enfin, on trouvera des comparaisons entre les méthodes dans les travaux de Willis et Perlack (1980) par exemple, qui comparent les techniques MOP et GP. Piech et Rehman (1993) quant à eux comparent les techniques GP, MOP et CP dans une étude d'intérêt purement académique.

IV Détermination des objectifs des producteurs de café du Guatemala dans le contexte du paradigme MCDM

Dans ses travaux pionniers sur la détermination des objectifs des exploitants agricoles, Gasson (1973 : 537) suggère :

« La théorie économique traite la motivation comme un paramètre, expliquant la variation dans le comportement économique en termes de disponibilité des ressources. Cette théorie ne fournit pas une information entièrement convaincante sur l'activité des exploitants agricoles. Une meilleure compréhension de la motivation, utilisée en conjonction avec les données déjà disponibles sur les ressources et contraintes matérielles, pourrait conduire [...] à des explications et prévisions plus rigoureuses sur le comportement économique des agriculteurs. »

On a déjà présenté dans les sections précédentes les efforts consentis par les agro-économistes et sociologues pour aboutir à une meilleure compréhension des objectifs des agriculteurs, en suivant la démarche suggérée par Gasson.

La méthode suivie a été proposée par Sumpsi *et al.* (1993, 1994), qui ont déterminé les objectifs des exploitations agricoles à partir d'une typologie de producteurs fondée sur trois types de variables :

- la disponibilité en ressources productives ;
- les aspects stratégiques de la production (niveau d'intensification, cultures annuelles ou pérennes, etc.) ;
- les variables qui rendent compte du niveau de performances de l'exploitation.

Pour analyser les objectifs, ces auteurs ont retenu les deux types de producteurs les plus représentatifs de la région étudiée. Dans notre cas, la détermination des objectifs a été effectuée sur quatre groupes définis d'après la typologie présentée dans la première partie du travail. Comme déjà signalé dans l'introduction, des études monographiques ont permis d'obtenir des informations plus détaillées. Ces quatre types sont : les "Capitalisés", les "Jeunes", les "Diversifiés" et les "Traditionnels". D'après les conclusions du travail de définition de la typologie (deuxième partie de la thèse), les groupes des "Aînés" et des "Semi-Prolétaires" ne sont pas représentatifs des exploitations cibles pour la mise en place d'un encadrement technique du Guatemala, en raison de contraintes structurelles difficiles à desserrer par la seule intervention de la vulgarisation agricole.

IV.1 La méthodologie

Il s'agit d'estimer non seulement les objectifs, mais aussi leur importance relative pour les exploitations étudiées. La méthode compte quatre phases séquentielles, qui se présentent de la manière suivante :

- **première phase** : détermination a priori d'un set de fonctions objectifs qui vise à représenter les objectifs réels des exploitations agricoles ;
- **deuxième phase** : détermination de la Matrice des paiements (*Pay-Off Matrix*) d'après les objectifs définis au cours de la phase précédente ;
- **troisième phase** : avec la Matrice des paiements de la phase précédente, on formalise un problème MCDM de type *Weighted Goal Programming* (WGP). La solution du problème représente la première approximation des objectifs des exploitations et de leur importance relative ;

- **quatrième phase** : si le set de poids établi au cours de la phase précédente représente bien ce qu'on observe dans la réalité, le processus s'arrête, sinon, un processus itératif commence à partir du set établi, jusqu'à trouver un nouveau set de poids plus proche de la réalité.

Avant de présenter la méthode de façon analytique, nous introduirons la notation mathématique utilisée :

\underline{x} =	Vecteur de variables décisionnelles (c'est-à-dire surface par culture)
F =	Set faisable (c'est-à-dire set de contraintes rigides propres au modèle)
$f_i(\underline{x})$ =	Expression mathématique du ième attribut (à laquelle on va se référer en tant qu'objectif, pour revenir au lexique standard)
w_i =	Poids qui mesure l'importance relative liée au ième objectif
f_i^* =	Valeur idéale atteinte par le ième objectif
f_i =	Valeur observée atteinte par le ième objectif
f_{ij} =	Valeur atteinte par le ième objectif quand le jème objectif est optimisé
n_i =	Variable déviationnelle négative
p_i =	Variable déviationnelle positive

Dans la première phase, il s'agit de déterminer a priori un set de fonctions objectifs qui vise à représenter les objectifs réels des exploitations. Les expressions mathématiques [$f_1(\underline{x}), \dots, f_i(\underline{x}), \dots, f_q(\underline{x})$] des objectifs établis sont récapitulées dans le **Tableau 17**, qui présente le modèle général du problème.

Le set d'objectifs a été déterminé par connaissance empirique du milieu et par la théorie développée dans la littérature courante. Sept objectifs ont été pris en compte dans le modèle. Ce sont : la marge brute (MB), le travail familial (TF), le travail contractuel (TC), les charges variables (CV), la saisonnalité du travail (ST), le niveau de difficulté (ND) et le rapport marge brute sur charges variables (MB/CV). Ces objectifs sont détaillés dans les chapitres suivants.

La détermination de la Matrice des paiements constitue la deuxième phase proposée par la méthode. Le premier élément de la première ligne de la première colonne de la matrice est calculé par la résolution du problème de programmation mathématique suivant :

$$\begin{array}{ll} \text{Max } f_1(\underline{x}) \\ \text{S.t. } \underline{x} \in F \end{array} \quad (1)$$

La solution optimale du modèle précédent devient le premier élément de la matrice ($f_1^* = f_1$). Pour obtenir le reste des éléments de la première colonne, il faut substituer le vecteur optimal des variables décisionnelles de la solution du problème (1) dans les expressions mathématiques des autres

$q-1$ objectifs. Pour compléter la matrice, on doit donc résoudre $q-1$ problèmes de programmation mathématique et procéder comme dans le cas précédent.

De façon générale, l'élément générique f_{ij} sera obtenu par la résolution du problème : Max $f_j(\underline{x})$
S.t. $\underline{x} \in F$, puis en remplaçant le vecteur optimum \underline{x}^* dans la fonction objectif $f_i(\underline{x})$.

Lorsque la Matrice des paiements est complète, le système d'équations suivant peut être déterminé :

$$\begin{bmatrix} f_{11} = f_{1^*} \dots f_{12} \dots f_{1_i} \dots f_{1_q} \\ f_{i_1} \dots f_{i_2} \dots f_{ij} = f_{i^*} \dots f_{iq} \\ f_{q_1} \dots f_{q_2} \dots f_{qi} \dots f_{qq} = f_{q^*} \end{bmatrix} X \begin{bmatrix} w_1 \\ w_i \\ w_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_i \\ f_q \end{bmatrix} \quad (2)$$

Avec ce système d'équations, un modèle de programmation de type *Weighted Goal Programming* est formalisé, ce qui correspond à la troisième phase de la méthode :

$$\begin{aligned} &\text{Min } [(n_1 + p_1) 1/f_1 + \dots (n_i + p_i) 1/f_i + \dots (n_q + p_q) 1/f_q] \\ \text{s.t. : } &w_1 f_{11} + \dots + w_i f_{1i} + \dots + w_q f_{1q} + n_1 - p_1 = f_1 \\ & \dots \\ &w_1 f_{i1} + \dots + w_i f_{ii} + \dots + w_q f_{iq} + n_i - p_i = f_i \quad (3) \\ & \dots \\ &w_1 f_{q1} + \dots + w_i f_{qi} + \dots + w_q f_{qq} + n_q - p_q = f_q \\ &w_1 + \dots + w_i + \dots + w_q = 1 \end{aligned}$$

L'optimisation du problème précédent donne comme résultat un set de poids " $w_1 \dots w_i \dots w_q$ " qui représente la première approximation de l'importance relative des objectifs que le modèle a pris en compte.

Dans la quatrième phase, il s'agit de contrôler la précision du set des poids initiaux par rapport à l'espace des variables décisionnelles. Pour cela, le modèle suivant est formalisé :

$$\begin{aligned} &\text{Max } w_1/k_1 f_1(\underline{x}) + \dots + w_i/k_i f_i(\underline{x}) + \dots + w_q/k_q f_q(\underline{x}) \\ \text{s.t. : } &f_i(\underline{x}) + n_i - p_i = f_i \\ &\underline{x} \in F \end{aligned} \quad (4)$$

où k_i est un facteur de normalisation calculé à partir de la Matrice des paiements et représente la valeur idéale moins la valeur anti-idéale.

Si la solution optimale du problème précédent représente une bonne approximation de la réalité dans l'espace des objectifs et dans l'espace des variables décisionnelles, le processus s'arrête. Sinon, un processus itératif doit s'instaurer pour arriver au set des poids (w) qui représente au mieux le fonctionnement des exploitations.

La logique du processus est la suivante : après avoir résolu le problème (4), on observe les valeurs des variables déviationnelles. Si la valeur de la variable générique n_i est supérieure à zéro, il est nécessaire d'augmenter la valeur relative de w_i . Au contraire, si la valeur de p_i est supérieure à zéro, il sera nécessaire de diminuer la valeur relative de w_i . Le processus s'arrête lorsque la solution optimale de la dernière itération représente une bonne approximation de la réalité dans l'espace des objectifs et dans l'espace des variables décisionnelles.

IV.2 Application de la méthode

Comme déjà souligné, la méthode a été appliquée à quatre exploitations représentatives des petits producteurs de café du Guatemala suivant la typologie présentée dans la deuxième partie. Rappelons que les groupes représentés dans cette analyse sont identifiés comme les "Capitalisés", les "Jeunes", les "Diversifiés" et les "Traditionnels", que les informations de base proviennent d'études monographiques menées sur les exploitations en 1994, et que des informations complémentaires ont été trouvées dans des données d'enquête collectées en 1991 et 1994.

IV.2.1 Description du modèle

Le modèle général présenté dans le **Tableau 17** a été construit en utilisant des informations sur des itinéraires techniques et en combinant des études déjà conduites par l'ANACAFE dans la région étudiée et des informations personnelles validées sur le terrain au cours d'enquêtes et d'études monographiques sur les exploitations.

Dans le modèle retenu, il s'agit d'intégrer sous forme d'expressions mathématiques les objectifs, les variables décisionnelles et les contraintes des exploitations. Si la plupart n'ont pas besoin d'être expliqués, quelques-uns demandent quelques précisions, qu'on essaiera de donner ci-après.

IV.2.2 Les objectifs (déterminés a priori)

La connaissance du milieu (expérience de terrain des vulgarisateurs, données d'enquêtes et études monographiques) et l'étude de la bibliographie appropriée ont permis d'établir a priori un set de sept objectifs intégrés dans le modèle sous forme d'expressions mathématiques ou fonctions objectives " $f_i(\underline{x})$ ". Ces sept objectifs sont les suivants :

a. La marge brute (MB)

C'est un indicateur de la profitabilité absolue de l'exploitation. Elle représente les revenus bruts agricoles de l'exploitation moins les charges variables. Les charges variables représentent les coûts des intrants agricoles et du travail contractuel. Il est évident, d'après la théorie micro-économique, que cet objectif doit être maximisé. L'unité utilisée est le "quetzal"³.

b. Le travail familial (TF)

Cet objectif est de maximiser le travail familial disponible. L'unité utilisée pour le représenter est la journée de travail : dans le milieu caféier guatémaltèque, cette unité semble être appropriée parce que d'une part le salaire (coût d'opportunité du travail familial) se calcule sur la base de la journée de travail, et d'autre part, même si certains travaux sont payés suivant la quantité de travail ("la tarea" de sarclage, par exemple), le coût est plus ou moins équivalent au salaire d'une journée.

c. Le travail contractuel (TC)

Cet objectif est de minimiser la quantité de travail contractuel. Comme dans le cas précédent, l'unité de mesure est ici la journée de travail. Il est clair que dans le milieu "café" le travail contractuel est inévitable, au moins au moment de la récolte : on a constaté qu'environ 80 % de la main-d'œuvre employée lors des récoltes est contractuelle, au sein des petites exploitations.

d. Les charges variables (CV)

L'objectif est de minimiser les charges variables, dont on a déjà souligné qu'elles représentent la somme des coûts des intrants (fertilisants et pesticides) et du travail contractuel. L'unité de mesure est toujours le quetzal (Q).

³Monnaie nationale guatémaltèque, 1 US \$ = 5,5 Q.

e. La saisonnalité du travail (ST)

Il est bien connu dans la littérature (Alonso et Iruretagoyena, 1986 ; Romero *et al.*, 1987 ; Zekri et Romero, 1991 ; Berbel et Vitalina-Barros, 1993 ; Zekri et Albusu, 1993), que les systèmes de production agricole à base de travail familial cherchent toujours à minimiser la saisonnalité du travail, source non négligeable de risque économique difficile à gérer. L'unité de mesure est encore la journée de travail. On apportera des explications complémentaires à propos de cet objectif plus loin, lorsqu'on décrira les contraintes appelées "saisonnalité du travail".

f. Le niveau de difficulté (ND)

C'est un objectif artificiel, un indice qualitatif comme l'ont appelé Sumpsi *et al.* (1993). Bien qu'artificiel, il représente l'appréciation des producteurs et des vulgarisateurs consultés à propos du niveau de difficulté de gestion des différents itinéraires techniques, au cours des enquêtes et des études monographiques. L'échelle utilisée pour l'estimation de cet indice est de 1 à 10, 1 représentant le niveau de difficulté le plus faible et 10 le niveau le plus important.

g. Le rapport marge brute/charges variables (MB/CV)

Le rapport MB/CV est aussi un objectif artificiel qui rend compte de la rentabilité économique de l'exploitation, c'est-à-dire que ce rapport est un indicateur de la profitabilité relative. Il doit donc être maximisé.

IV.2.3 Les variables décisionnelles

Les systèmes de production alternatifs des petits producteurs de café du Guatemala sont le café, avec trois itinéraires techniques différents, la canne à sucre et la rotation maïs-haricot noir sec (frijol negro). Ces alternatives ont été prises en compte par le modèle de la manière suivante :

a. Le café intensif (X1)

Cette alternative de production est caractérisée d'abord par la variété sélectionnée (*Coffea arabica* : Catuaí, Caturra, Catimores), puis par trois applications de fertilisants, le contrôle systématique des maladies et des insectes et l'ombrage spécialisé de la plantation (Génère : *Ingas*).

b. Le café moyennement intensif (X2)

Avec cette alternative de production, la plantation est caractérisée par le mélange de variétés sélectionnées et de variétés traditionnelles (*Coffea arabica* : Borbon, Arabigo), des applications de fertilisants réduites à deux, des actions de protection végétale se réduisant aussi au contrôle systématique des insectes, et par l'ombrage de la plantation qui n'est plus spécialisé comme dans le cas précédent : on trouve aussi bien des bananiers, des ingas que d'autres espèces. Il est important de souligner que la production des bananiers est autoconsommée, bien que cela ne constitue pas un avantage significatif pour le système en raison du faible niveau de production.

c. Le café traditionnel (X3)

Cette alternative de production est caractérisée par une variété traditionnelle, une seule application de fertilisants, un contrôle des maladies et des insectes nul et l'ombrage constitué presque uniquement par la végétation naturelle. On doit ici faire la remarque que cette alternative de production, mis à part le faible niveau de fertilisation, représente le point de départ des petits producteurs vers l'intensification. Elle représente donc le système de production d'origine, c'est-à-dire avant la mise en pratique du processus de vulgarisation et d'encadrement technique.

d. La canne à sucre (X4)

Cette alternative de production représente un système de production traditionnel en comparaison du système mis en pratique par les grandes plantations. L'itinéraire technique est caractérisé par une seule application de fertilisants et des travaux d'entretien manuels. La production de canne à sucre n'est pas destinée ici à la fabrication de sucre, mais à la fabrication de "panela"⁴ dans les petites usines de transformation locales (trapiches).

e. La rotation maïs/frijol (*Zea mais/Phaseolus vulgaris*) (X5)

Cette alternative de production représente la sécurité alimentaire des producteurs. C'est aussi la seule alternative de production annuelle dans les exploitations caféières. L'itinéraire technique est plutôt intensif sur le plan de la main-d'œuvre et le niveau de fertilisation est considéré comme moyen par rapport au niveau conseillé par la vulgarisation.

⁴La "panela" est un substitut au sucre en milieu rural guatémaltèque. On peut la considérer comme une sorte de sucre vierge.

Les itinéraires techniques des alternatives de production présentées ci-dessus sont détaillés dans les tableaux en annexe.

IV.2.4 Les contraintes du modèle

a. *La terre*

La superficie cultivable maximum correspond à la taille de l'exploitation. Aucune contrainte technique due aux caractéristiques du sol et pouvant empêcher la mise en œuvre des différentes alternatives de production n'a été relevée pour les exploitations étudiées. La somme des X_i (où i représente les cultures) doit donc être égale ou inférieure à la superficie disponible par exploitation. La disponibilité de la terre dans le cas de l'exploitation typique "Capitalisés" est de 14 manzanas, et dans le cas des exploitations "Jeunes", "Diversifiés" et "Traditionnels", cette disponibilité est respectivement de 5,50, 11,25 et 11,25 manzanas.

b. *La main-d'œuvre*

Pour tenir compte de la disponibilité en main-d'œuvre familiale pour chaque période, quatre contraintes représentant ces périodes sont intégrées dans le modèle. Ces périodes sont : la première saison des pluies (mai, juin et juillet), la deuxième saison des pluies (août, septembre et octobre), une courte période intermédiaire de sécheresse, "la canicule", (du 15 juillet au 15 août environ), une première saison sèche pendant laquelle il fait frais (novembre, décembre, janvier), et une deuxième saison sèche (février, mars et avril), pendant laquelle il fait chaud.

D'après les coefficients techniques, on observe que les périodes de forte contrainte en main-d'œuvre pour les différentes activités de production sont les deux saisons des pluies, au cours desquelles sont réalisés les travaux d'entretien et de fertilisation, et la première saison sèche, moment de la récolte.

La contrainte en main-d'œuvre implique que la somme des journées de travail consacrées à chaque activité doit être égale ou inférieure à la disponibilité en journées de travail familial dans les exploitations étudiées. Cette disponibilité est présentée dans le **Tableau 18**.

Tableau 18 Disponibilité en travail familial par période et par exploitation (en journées de travail)

Exploitation	Période	"Capitalisés"	"Jeunes"	"Diversifiés"	"Traditionnels"
Première saison des pluies (mai-juillet)		60	60	60	60
Deuxième saison des pluies (août-octobre)		60	60	60	60
Première saison sèche (nov-janvier)		20	190	0	0
Deuxième saison sèche (février-avril)		40	60	40	60

Normalement, la disponibilité en travail familial se limite au chef de famille (60 journées de travail par période), disponibilité qui diminue au moment des récoltes (novembre-janvier) (nécessité de superviser les travaux) et pendant la deuxième saison sèche (période de vacances).

Il est important de noter que la seule exploitation qui emploie la femme et les enfants est celle des "Jeunes", ce qu'on peut vérifier au cours de la première saison sèche : au moment des récoltes, les 190 journées de travail familial se décomposent en 45 journées de travail de la femme, 90 journées de travail des enfants de plus de 12 ans, 15 journées de travail des enfants de moins de 12 ans et 40 journées de travail du chef de famille⁵. La période de vacances scolaires (novembre-décembre) permet d'affecter les enfants aux travaux de récolte.

Enfin, pour tenir compte de la possibilité d'effectuer un travail contractuel, on intègre au modèle les contraintes de main-d'œuvre en incluant les variables X6, X7, X8 et X9, qui deviennent donc des variables décisionnelles.

c. La trésorerie

Deux contraintes de liquidités sont ajoutées au modèle pour garantir un *Cash flow* positif entre les périodes déficitaires et non déficitaires (période hors récolte et période de récolte). Les activités de trésorerie (X10 et X11) sont des variables de transfert liées à ces contraintes.

Dans le modèle, on impose que le transfert de liquidités est de 50 % de la période non déficitaire vers la période déficitaire, la seule exception étant l'exploitation des "Jeunes" où la possibilité de transférer les revenus a été fixée à 40 %.

⁵Ici on suppose que la productivité du travail de récolte des femmes et des enfants de plus de 12 ans équivaut à 75 % du travail des hommes, et à 50 % pour les enfants de moins de 12 ans.

d. La saisonnalité du travail

Pour tenir compte de la saisonnalité du travail, quatre contraintes ont été intégrées dans le modèle suivant la méthode proposée par Romero *et al.* (1987). Les coefficients liés aux contraintes représentent les écarts entre l'utilisation de la main-d'œuvre par culture et par période et l'utilisation moyenne de la main-d'œuvre par culture, c'est-à-dire que le premier coefficient de la sous-matrice de la saisonnalité du travail (-22) indique qu'au cours de la première période (mai-juillet), la production de café intensif (X1) a utilisé 22 journées de travail de moins que la moyenne générale sur toutes les périodes.

Les variables de déviation (X12-X19) liées aux contraintes mesurent donc les écarts positifs et négatifs par rapport à l'écart nul toujours préféré dans le contexte de la production agricole. La minimisation de la somme des variables déviationnelles implique donc la minimisation de la déviation moyenne absolue (approche Hazell, 1971, dans un contexte différent). La minimisation de cet objectif assure donc la minimisation de la saisonnalité du travail.

e. L'autoconsommation

Cette contrainte assure l'autosuffisance alimentaire des exploitants. Depuis les travaux de Herath (1981) sur la fonction d'utilité *multi-attribute*, et de Hazell et Norton (1986), l'acceptation de la consommation de subsistance dans la fonction d'utilité en milieu paysan a été presque généralisée. Elle conditionne le modèle à produire au minimum la rotation maïs-frijol et l'intégration de cet objectif comme contrainte rigide représente la priorité absolue assignée par les exploitants à la sécurité alimentaire dans leur comportement productif. Toutes les exploitations étudiées planifient la production en incluant la rotation maïs-frijol.

Le terme constant de la contrainte (*RHS value*) a été fixé selon la surface que chaque type d'exploitations assigne dans la réalité à la rotation vivrier. Ainsi, les exploitations "Capitalisés" assignent 0,5 mz, les "Jeunes" 1,25 mz, les "Diversifiés" et les "Traditionnels" 0,25 mz. Ces contraintes ont été validées empiriquement parce que les superficies consacrées à la production vivrière mettent très bien en rapport le nombre de membres de la famille et les besoins alimentaires.

f. Le revenu familial minimum

Cette contrainte force le modèle à garantir le revenu familial minimum nécessaire pour faire face aux dépenses générales (habitation, alimentation, habillement, santé, scolarité, etc.).

Des études monographiques sur chaque exploitation ont permis d'estimer ce revenu minimum afin de l'ajouter au modèle comme terme constant de la contrainte. Il est de 28 000 Q pour les "Capitalisés", de 16 000 Q pour les "Jeunes", 25 000 Q pour les "Diversifiés", et 20 000 Q pour les "Tradi-

tionnels". Les calculs ayant permis d'établir ces estimations sont présentés en détail en annexe.

IV.3 Résultats et discussion

Comme indiqué plus haut dans la description la méthode, les matrices des paiements de chaque exploitation étudiée ont d'abord été estimées. Les tableaux suivants récapitulent les résultats obtenus.

IV.3.1 Les "Capitalisés"

Tableau 19 Matrice des paiements entre les objectifs, estimée à partir des informations de l'exploitation typique "Capitalisés"

	MB	TF	TC	CV	ST	ND	MB/CV	Cap*
MB	50544	28000	28000	28000	28000	28000	28000	29594
TF	180	180	180	180	180	180	180	180
TC	2336	1102	917	917	1102	1324	1281	1356
CV	45427	22888	20581	20581	22888	23763	22901	24497
ST	2028	498	555	555	498	1016	1006	1078
ND	137	60	64	64	60	51	51	57
MC	2354	3424	3527	3527	3424	4512	4850	4674

* Valeurs attendues pour l'exploitation représentative

La dernière colonne n'appartient pas à la Matrice des paiements, mais représente les valeurs attendues dans l'espace des objectifs pour l'exploitation représentative étudiée.

Comme déjà dit dans le chapitre précédent, la diagonale principale de la matrice représente le vecteur optimal des valeurs dans l'espace des objectifs (point idéal). Pour des raisons évidentes, il est irréalisable dans la plupart des cas : dans la réalité, les objectifs à optimiser sont en contradiction et il est donc impossible d'optimiser sept objectifs de manière conventionnelle et de façon simultanée. Par contre, ce vecteur représente un point de comparaison toujours valable pour visualiser les écarts entre les différentes solutions faisables (y compris les valeurs attendues pour l'exploitation représentative) et la solution optimale si cet objectif en particulier était optimisé de façon individuelle.

Par un raisonnement parallèle, à partir des valeurs les plus éloignées du vecteur idéal, on obtient le vecteur anti-idéal, déjà mentionné dans la partie consacrée à la description de la méthodologie.

Une façon d'expliquer la logique de la matrice est la suivante : le premier élément de la première colonne de la matrice (50 544 Q) représente la marge brute maximum. Cet optimum est atteint avec 180 journées de travail familial, 2 336 journées de travail contractuel, 45 427 Q de charges variables. La saisonnalité du travail liée à cette planification de la production est de 2 028 journées. Les indices de niveau de difficulté et de rentabilité du système de production attendus sont respectivement 137 et 2 354.

Les éléments de la deuxième colonne sont tous liés au deuxième élément de cette colonne, c'est-à-dire au niveau optimal du travail familial (180 journées), de la même façon que dans le cas précédent. Il en est de même pour le reste des colonnes, toujours en mettant en rapport la valeur de l'objectif optimisé et les valeurs attendues pour les autres.

D'après l'analyse de la Matrice des paiements, il est facile de trouver le degré de contradiction entre les objectifs pris en considération. Tout d'abord, on voit qu'il y a conflit entre la maximisation de la marge brute et le reste des objectifs. Le niveau de contradiction le plus marqué se situe entre la minimisation du travail contractuel et la minimisation des charges variables d'une part, qui sont équivalentes dans ce cas particulier, et la maximisation de la marge brute d'autre part. Un deuxième niveau de contradiction se retrouve entre la maximisation du travail familial et la minimisation de la saisonnalité du travail d'une part (équivalentes entre elles), et la maximisation de la marge brute d'autre part. Enfin, il y a conflit entre la minimisation du niveau de difficulté et la maximisation de l'indice de rentabilité d'une part, qui ne sont pas équivalentes mais très proches, et la maximisation de la marge brute d'autre part.

En rapprochant la dernière colonne et la Matrice des paiements, on peut comparer les valeurs attendues au niveau de l'exploitation étudiée et le reste des solutions faisables de la matrice. Plus évidente dans ce cas particulier, l'optimisation de l'indice de rentabilité (MB/CV) donne un résultat très proche de celui de l'exploitation représentative des exploitations "Capitalisés".

IV.3.2 Les "Jeunes"

D'après l'analyse du **Tableau 20**, on trouve que la contrainte rigide du modèle "revenu minimum" (fixé à 16 000 Q) fait que la contradiction entre objectifs est moins évidente dans le cas des exploitations "Jeunes". Cependant, les conflits sont encore présents et vont dans le même sens que dans le cas précédent. La comparaison entre les valeurs attendues au niveau de l'exploitation étudiée (la dernière colonne) et les autres solutions faisables de la matrice permet d'associer l'objectif de maximisation de la marge brute au fonctionnement de cette exploitation typique.

Tableau 20 Matrice des paiements entre les objectifs, estimée à partir des informations de l'exploitation typique des "Jeunes"

	MB	TF	TC	CV	ST	ND	MB/CV	Jeu*
MB	18624	16000	16000	16000	16000	16000	16000	18542
TF	370	370	370	1370	370	370	366	370
TC	432	270	226	226	270	338	315	429
CV	10944	8336	7790	7790	8336	8883	8395	10861
ST	559	324	338	338	324	447	442	556
ND	38	30	31	31	30	28	28	38
MC	1571	1534	1558	1558	1534	1641	1854	1580

* Valeurs attendues dans l'exploitation représentative

IV.3.3 Les "Diversifiés"

Les conflits entre les objectifs sont les mêmes dans le cas des exploitations "Diversifiés" que dans les cas précédents. Le comportement de l'exploitation représentative dans l'espace des objectifs considérés est comparable au comportement qui recherche la minimisation des charges variables.

Tableau 21 Matrice des paiements entre les objectifs, estimée à partir des informations de l'exploitation typique des "Diversifiés"

	MB	TF	TC	CV	ST	ND	MB/CV	Div*
MB	41013	25000	25000	25000	25000	25000	25000	26145
TF	160	160	160	160	160	160	160	160
TC	1872	1035	863	863	1035	1176	1122	936
CV	36549	21033	18901	18901	21033	20197	19552	20163
ST	1647	548	600	600	548	934	921	675
ND	111	55	59	59	55	50	50	63
MC	1897	2632	2731	2731	2632	3256	3670	2671

* Valeurs attendues dans l'exploitation représentative

IV.3.4 Les "Traditionnels"

D'après l'analyse du **Tableau 22**, on voit que pour l'exploitation "Traditionnels", la maximisation du travail familial et la minimisation du travail contractuel et des charges variables sont équivalentes, et en même temps en conflit avec la maximisation de la marge brute. Le rapport entre la minimisation de la saisonnalité du travail et du niveau de difficulté ainsi que le rapport entre la maximisation de l'indice de rentabilité et de la marge brute gardent toujours la même structure.

On trouve le comportement le plus proche de celui de l'exploitation représentative lorsqu'on minimise le niveau de difficultés.

Tableau 22 Matrice des paiements entre les objectifs, estimée à partir des informations de l'exploitation typique des "Traditionnels"

	MB	TF	TC	CV	ST	ND	MB/CV	Tra*
MB	41213	20000	20000	20000	20000	20000	20000	21315
TF	180	180	180	180	180	180	180	180
TC	1852	516	516	516	596	873	859	945
CV	36349	12970	12970	12970	13960	15156	15156	16941
ST	1647	260	260	260	236	689	685	751
ND	111	43	43	43	41	30	30	35
MC	1917	3021	3021	3021	2974	4158	4266	3935

* Valeurs attendues dans l'exploitation représentative

IV.4 Première approximation des objectifs des exploitations et de leur importance relative

Dans la troisième phase proposée par la méthode, il s'agit de formaliser un problème de programmation mathématique dont la structure est similaire à celle d'un modèle par objectifs pondérés à partir des coefficients de la Matrice des paiements. Le but est d'établir le set des poids lié aux objectifs pris en compte dans le modèle. D'après la méthodologie, l'expression mathématique du problème (3) pour l'exploitation "Capitalisés" est la suivante :

$$\text{Min } 3,37N1 + 3,37P1 + 555,5N2 + 555,5P2 + 73,74N3 + 73,74P3 + 4,08N4 + 4,08P4 + 92,7N5 + 92,7P5 + 1754,3N6 + 1754,3P6 + 21,39N7 + 21,39P7$$

Subject to :

$$\text{MB) } 50544w1 + 28000w2 + 28000w3 + 28000w4 + 28000w5 + 28000w6 + 28000w7 + N1 - P1 = 29594$$

$$\text{TF) } 180w1 + 180w2 + 180w3 + 180w4 + 180w5 + 180w6 + 180w7 + N2 - P2 = 180$$

$$\text{TC) } 2336w1 + 1102w2 + 917w3 + 917w4 + 1102w5 + 1324w6 + 1281w7 + N3 - P3 = 1356$$

$$\text{CV) } 45427w1 + 22888w2 + 20581w3 + 20581w4 + 22888w5 + 23763w6 + 22901w7 + N4 - P4 = 24497$$

$$\text{ST) } 2028w1 + 498w2 + 555w3 + 555w4 + 498w5 + 1016w6 + 1006w7 + N5 - P5 = 1078$$

$$\text{ND) } 137w1 + 60w2 + 64w3 + 64w4 + 60w5 + 51w6 + 51w7 + N6 - P6 = 57$$

$$\text{MB/CV) } 2354w1 + 3424w2 + 3527w3 + 3527w4 + 3424w5 + 4512w6 + 4850w7 + N7 - P7 = 4674$$

$$w1 + w2 + w3 + w4 + w5 + w6 + w7 = 1$$

Nous avons normalisé les coefficients des variables déviationnelles dans la fonction objectif en les multipliant par 1000, comme proposé par Piech et Rehman (1993). La somme des écarts positifs et négatifs est ainsi minimisée.

Les tableaux suivants récapitulent les résultats obtenus lors de cette première itération pour les quatre exploitations typiques, résultats qui sont présentés dans l'espace des objectifs.

IV.4.1 Les "Capitalisés"

Tout d'abord, on observe pour l'exploitation "Capitalisés" (Tableau 23) que sur les trois objectifs estimés par le modèle parmi les sept pris en compte, seulement deux ont des poids non négligeables, à savoir la marge brute (7,04 %) et le rapport marge brute/charges variables (92,91 %). Cela veut dire que cet exploitant maximise la profitabilité relative plutôt que la profitabilité absolue.

Tableau 23 Poids relatifs des objectifs et comparaison entre les valeurs estimées par le modèle et les valeurs observées dans l'exploitation typique "Capitalisés"

Objectifs	Poids (%)	Valeur estimée	Valeur observée
Marge brute (Q)	7,04	28000	29594
Travail familial (J)	0,00	180	180
Travail contractuel (J)	0,00	1281	1356
Charges variables (Q)	0,00	22901	24497
Saisonnalité du travail ^a	0,00	1006	1078
Niveau de difficulté ^b	0,05	51	57
M.brute/C.variables	92,91	4850	4674

a) représentée par la somme des écarts de la quantité de travail par saison par rapport à la moyenne générale

b) Indice calculé à partir des informations données par des agriculteurs et vulgarisateurs dans la zone de travail

D'après ces résultats, on peut conclure que si l'on utilise le modèle standard mono-objectif (maximisation de la marge brute), on n'est pas capable de reproduire le système de production de ce type d'exploitations. Par contre, la comparaison entre les valeurs estimées et observées pour l'exploitation typique montre qu'en ce qui concerne l'espace des objectifs, le modèle reproduit bien la réalité. Dans le paragraphe suivant, le modèle sera validé dans l'espace des variables décisionnelles.

Les explications à ce type de fonctionnement sont de deux sortes : d'une part, ces exploitations ont la taille la plus importante (14 mz) et, même si elles sont engagées dans un processus d'intensification, le niveau d'investissement nécessaire pour aboutir à la maximisation de la marge brute (itinéraire technique "café intensif") est très élevé ; d'autre part, les effets de la crise des prix se font plus sentir à cet échelon parce que le niveau d'épargne de ces exploitations au cours de la période étudiée a été presque nul.

On reviendra sur la discussion du comportement observé dans ces exploitations dans les chapitres suivants lorsqu'on analysera l'environnement structurel et les performances des exploitations.

IV.4.2 Les "Jeunes"

L'analyse de l'exploitation typique "Jeunes" montre des résultats opposés à ceux de l'exploitation "Capitalisés". On observe dans le **Tableau 24** que la maximisation de la marge brute (poids relatif de 97,44 %) joue un rôle de première importance dans le comportement des "Jeunes", tandis que le taux de rentabilité est présent mais vient en deuxième position (poids relatif de 2,56 %).

Tableau 24 Poids relatifs des objectifs et comparaison entre les valeurs estimées par le modèle et les valeurs observées dans l'exploitation typique "Jeunes"

Objectifs	Poids (%)	Valeur estimée	Valeur observée
Marge brute (Q)	97,44	18624	18542
Travail familial (J)	0,00	370	370
Travail contractuel (J)	0,00	432	429
Charges variables (Q)	0,00	10944	10861
Saisonnalité du travail ^a	0,00	559	556
Niveau de difficulté ^b	0,00	38	38
M.brute/C.variables	2,56	1571	1580

a) représentée par la somme des écarts de la quantité de travail par saison par rapport à la moyenne générale

b) Indice calculé à partir des informations données par des agriculteurs et vulgarisateurs dans la zone de travail

Si l'on compare les valeurs estimées et observées, on constate qu'au niveau de l'espace des objectifs, la performance du modèle est évidente. Une première approximation de l'explication du comportement observé est la proximité du niveau de revenu familial minimum du niveau optimum de la marge brute. Cela s'explique par le fait que d'une part ces exploitations ont la taille la plus petite (5,5 mz) et que d'autre part les besoins en revenus sont relativement élevés en raison du grand nombre de membres de chaque famille.

IV.4.3 Les "Diversifiés"

Le Tableau 25 donne les résultats pour l'exploitation "Diversifiés". Ici, on observe l'apparition d'objectifs tels que "travail familial" et "niveau de difficulté" dans la fonction d'utilité des exploitants ; cependant leurs poids relatifs sont encore négligeables (0,33 et 0,02 %, respectivement).

Tableau 25 Poids relatifs des objectifs et comparaison entre les valeurs estimées par le modèle et les valeurs observées dans l'exploitation typique "Diversifiés"

Objectifs	Poids (%)	Valeur estimée	Valeur observée
Marge brute (Q)	7,17	25000	26145
Travail familial (J)	0,33	160	160
Travail contractuel (J)	0,00	863	936
Charges variables (Q)	92,48	18901	20163
Saisonnalité du travail ^a	0,00	600	675
Niveau de difficulté ^b	0,02	59	63
M.brute/C.variables	0,00	2731	2671

- a) représentée par la somme des écarts de la quantité de travail par saison par rapport à la moyenne générale.
- b) Indice calculé à partir des informations données par des agriculteurs et vulgarisateurs dans la zone de travail.

D'après ces résultats, on peut conclure que ces exploitations fonctionnent tout d'abord en minimisant les charges variables (92,48 %) et ensuite en maximisant la marge brute (7,17 %). Comme dans les cas précédents, le set de poids estimés par le modèle reproduit bien les valeurs observées dans l'espace des objectifs.

On sait qu'en diversifiant la production, l'exploitation vise la minimisation de la variabilité du niveau de revenus. Cet objectif est poursuivi soit par l'augmentation du nombre de produits destinés au marché, soit par la diminution des coûts. Dans le cas présent, la mise en culture de la canne à sucre dans le système de production des exploitations "Diversifiés" se fait par les deux voies, d'une part par la diminution des charges variables et d'autre part, non seulement par l'augmentation du nombre de produits mais aussi par la stabilité des revenus grâce à la stabilité des prix et du niveau de la production diversifiée.

IV.4.4 Les "Traditionnels"

Enfin, le **Tableau 26** donne le set de poids estimés pour l'exploitation "Traditionnels". Deux objectifs jouent un rôle prépondérant dans la fonction d'utilité de ces exploitations, à savoir la marge brute (6,47 %) et la minimisation du niveau de difficulté (93,53 %).

Tableau 26 Poids relatifs des objectifs et comparaison entre les valeurs estimées par le modèle et les valeurs observées dans l'exploitation typique "traditionnel"

Objectifs	Poids (%)	Valeur estimée	Valeur observée
Marge brute (Q)	6,47	20000	21315
Travail familial (J)	0,00	180	180
Travail contractuel (J)	0,00	873	945
Charges variables (Q)	0,00	15156	16941
Saisonnalité du travail ^a	0,00	689	751
Niveau de difficulté ^b	93,53	30	35
M.brute/C.variables	0,00	4158	3935

a) représentée par la somme des écarts de la quantité de travail par saison par rapport à la moyenne générale

b) indice calculé à partir des informations données par des agriculteurs et vulgarisateurs dans la zone de travail

D'après ces résultats, il est évident que ces exploitations fonctionnent en minimisant le niveau de difficulté des itinéraires techniques des différentes cultures. Comme Sumpsi *et al.* (1994) le font remarquer, l'indice du niveau de difficulté correspond à la difficulté de gestion des itinéraires techniques, et pourrait bien modéliser l'aversion au risque technico-économique de ces agriculteurs⁶.

⁶ Sumpsi *et al.* (1994) ont établi, dans une étude sur les exploitations familiales en Espagne, que la modélisation classique du risque (c'est-à-dire l'aversion à la variabilité de la marge brute dans le temps) ne représente pas bien le comportement des agriculteurs. Par contre, l'indice de difficulté de gestion paraît mieux représenter l'attitude des exploitants devant le risque technico-économique.

IV.5 Validation des objectifs et de leur importance relative

La quatrième phase propose la validation de la méthode par la formalisation et résolution du problème (4) de programmation mathématique présenté plus haut dans le chapitre méthodologie⁷.

L'expression mathématique du problème pour l'exploitation "Capitalisés" est la suivante :

$$\text{Max } 14,15X_1 + 14,18X_2 + 18,18X_3 + 11,89X_4 + 13,41X_5 - 0,04X_6 - 0,04X_7 - 0,04X_8 - 0,04X_9$$

Subject to :

$$f1(\underline{x}) \quad 5359X_1 + 3903X_2 + 2284X_3 + 1321X_4 + 3116X_5 - 10X_6 - 10X_7 - 10X_8 - 10X_9 + N_1 - P_1 = 295594$$

$$f7(\underline{x}) \quad 335X_1 + 348X_2 + 469X_3 + 308X_4 + 334X_5 - X_6 - X_7 - X_8 - X_9 + N_7 - P_7 = 4674$$

$$\underline{x} \in F$$

- 1) $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 14$
- 2) $24X_1 + 21X_2 + 17X_3 + 10X_4 + 34X_5 - X_6 \leq 60$
- 3) $26X_1 + 21X_2 + 13X_3 + 8X_4 + 22X_5 - X_7 \leq 60$
- 4) $120X_1 + 87X_2 + 48X_3 + 46X_5 - X_8 \leq 20$
- 5) $12X_1 + 12X_2 + 6X_3 + 8X_4 + 16X_5 - X_9 \leq 40$
- 6) $-1600X_1 - 1122X_2 - 487X_3 - 429X_4 - 934X_5 - 10X_6 - 10X_7 - X_{10} + 0,5X_{11} \geq 0$
- 7) $5359X_1 + 3903X_2 + 2284X_3 + 1321X_4 + 3116X_5 - 10X_8 - 10X_9 + X_{10} - X_{11} \leq 0$
- 8) $-21,5X_1 - 14,25X_2 - 4X_3 + 3,5X_4 + 4,5X_5 + X_{12} - X_{13} = 0$
- 9) $-19,5X_1 - 14,25X_2 - 8X_3 + 1,5X_4 - 7,5X_5 + X_{14} - X_{15} = 0$
- 10) $74,5X_1 + 51,75X_2 + 27X_3 - 6,5X_4 + 16,5X_5 + X_{16} - X_{17} = 0$
- 11) $-33,5X_1 - 23,25X_2 - 15X_3 + 1,5X_4 - 13,5X_5 + X_{18} - X_{19} = 0$
- 12) $X_5 \geq 0,5$
- 13) $5359X_1 + 3903X_2 + 2284X_3 + 1321X_4 + 3116X_5 - 10X_6 - 10X_7 - 10X_8 - 10X_9 \geq 28000$

Les résultats montrent que dans l'espace des variables décisionnelles, le set des poids déterminés dans la phase précédente représente bien la réalité des exploitations typiques. Autrement dit, il n'est pas besoin de s'engager dans le processus itératif proposé par la méthode, car la première approximation des objectifs et de leur importance relative est proche de ce qu'on observe dans les exploitations étudiées. Le **Tableau 27** récapitule les valeurs estimées par le modèle et les valeurs observées dans l'espace des variables décisionnelles. La cohérence entre ces valeurs permet de conclure que l'estimation des objectifs et de leur importance relative dans chaque type d'exploitations est correcte. L'analyse de ce tableau permet en outre de vérifier la proximité des valeurs estimées par le modèle et celles observées dans les exploitations. On constate aussi que la superficie cultivée totale dans chaque exploitation correspond aux valeurs estimées par le modèle, ce qu'il est important de faire remarquer car on ne force pas le modèle à utiliser la totalité de la surface disponible par exploitation.

⁷ N'ont été pris en compte dans la formalisation que les objectifs qui ont un poids relatif important.

Tableau 27 Valeurs estimées et observées dans l'espace des variables décisionnelles (en mz)

Activités	Variables	"Capitalisés"		"Jeunes"		"Diversifiés"		"Traditionnels"	
		Valeur estimée	Valeur observée	Valeur estimée	Valeur observée	Valeur estimée	Valeur observée	Valeur estimée	Valeur observée
Café intensif	X1	2,74	3,50	3,04	3,00	4,54	5,00	0,00	0,00
Café semi-intensif	X2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75	3,00
Café traditionnel	X3	10,76	10,00	1,21	1,25	0,00	0,00	9,25	8,00
Canne à sucre	X4	0,00	0,00	0,00	0,00	6,46	6,00	0,00	0,00
Mais-haricot	X5	0,50	0,50	1,25	1,25	0,25	0,25	0,25	0,25
TOTAL		14,00	14,00	5,50	5,50	11,25	11,25	11,25	11,25

IV.6 Conclusion à propos des objectifs des exploitations typiques

Le **Tableau 28** récapitule de manière succincte les résultats des analyses précédentes. De façon générale, l'hypothèse de départ selon laquelle « la planification des systèmes de production des petites exploitations de café peut être représentée par le même modèle de base, en optimisant le ou les objectifs propres à chaque rationalité économique des exploitations », est validée de façon empirique par les résultats.

Tableau 28 Les objectifs et leur importance relative (%) estimés à partir du comportement des exploitations typiques

Objectifs	Exploitations	"Capitalisés"	"Jeunes"	"Diversifiés"	"Traditionnels"
Marge brute		7,04	97,44	7,17	6,47
Travail familial		0,00	0,00	0,33	0,00
Travail contractuel		0,00	0,00	0,00	0,00
Charges variables		0,00	0,00	92,48	0,00
Saisonnalité du travail		0,00	0,00	0,00	0,00
Niveau de difficulté		0,05	0,00	0,02	93,53
M.brute/C.variables		92,91	2,56	0,00	0,00

D'après le tableau précédent, on peut conclure que le principal apport de l'approche multi-critère par rapport au modèle décisionnel mono-critère est d'ajouter au modèle standard des objectifs différents de la maximisation de la marge brute. En fait, si l'on compare les quatre exploitations, seule celle des "Jeunes" suit la logique du modèle standard. De plus, si l'on introduit un scénario différent, l'importance relative des objectifs peut changer, même s'ils sont conditionnés par la structure des exploitations. L'analyse prospective, qui intègre au modèle des objectifs dont l'importance est non négligeable, comme la maximisation de la marge brute dans les exploitations "Capitalisés", "Diversifiés" et "Traditionnels" par exemple, est donc nécessaire : elle fera ressortir l'importance de l'application des modèles multi-critères. On reviendra sur ce point dans le chapitre suivant.

Les systèmes de production des petites exploitations étudiées sont donc bien représentés par les modèles mono-objectifs mais, contrairement à ce que le modèle standard suggère, la logique de fonctionnement n'est pas la maximisation de la marge brute, sauf dans le cas des exploitations des "Jeunes" : les "Capitalisés" maximisent la rentabilité plutôt que la marge brute, les "Diversifiés" minimisent les charges variables et les "Traditionnels" minimisent la difficulté de gestion.

V Le fonctionnement prospectif des exploitations

Un des avantages, peut-être le plus significatif, de la programmation mathématique par rapport aux modèles économétriques est l'utilisation des modèles dans une démarche prospective : d'une part la fonction de production, qui devient une des contraintes du modèle, est de type non paramétrique (on l'appelle "fonction d'ingénieur") et donc non affectée de façon fixe à l'échantillon étudié ; d'autre part, même si le modèle a été construit suivant un scénario économique donné, sa validité ne se limite pas à des intervalles de confiance bien définis, comme c'est toujours le cas dans les modèles économétriques.

La démarche la plus pertinente a déjà été citée dans la partie consacrée à la méthodologie. Elle correspond à la programmation multi-objectif (MOP), dont l'idée principale est que la pensée "simonienne" sur la notion de satisfaction par rapport au niveau de réalisation des *goals* déterminé par le décideur est remplacée par le concept d'efficacité paretienne. Ici, on cherche l'optimisation simultanée de plusieurs objectifs, ce qui écarte l'idée d'une solution optimale, et l'approche MOP trouve des solutions efficaces au sens paretien : rappelons qu'une solution est "pareto-optimale" si aucune autre solution ne peut surpasser son niveau de performance sans en détériorer au moins un objectif (Rehman et Romero, 1993). Dans la littérature courante, la solution "pareto-optimale" est aussi appelée solution "non dominée".

Nous avons utilisé l'algorithme *Multi-Criterion Simplex*, qui est une variation de la méthode *Simplex* qui cherche des solutions efficaces, au sens paretien, à chaque angle (*Corner Point*) de la région faisable du problème. Le logiciel utilisé est *MLP* de *Computing & Systems Consultants BV* (1987) cité par Piech et Rehman (1993). Ce logiciel est performant si on limite son utilisation aux problèmes peu complexes comme celui-ci (Romero, 1995). Lara (1993) cite un logiciel alternatif développé par l'université de Georgia aux USA, qui est plus performant dans le cas de problèmes plus complexes, mais qui n'était malheureusement pas disponible quand ce travail a été réalisé⁸.

La structure mathématique du modèle proposé par la méthodologie dans le cas de l'exploitation "Capitalisés" est la suivante :

⁸Le lecteur intéressé pourra se référer à Steuer (1995).

Eff Zi (x) = [Z1(x), Z7(x)]

$$Z1 = [5359X1 + 3903X2 + 2284X3 + 1321X4 + 3116X5 - 10X6 - 10X7 - 10X8 - 10X9]$$

$$Z7 = [335X1 + 348X2 + 469X3 + 308X4 + 334X5 - X6 - X7 - X8 - X9]$$

Subject to :

$$\underline{X} \in \mathbb{F}$$

- 1) $X1 + X2 + X3 + X4 + X5 \leq 14$
- 2) $24X1 + 21X2 + 17X3 + 10X4 + 34X5 - X6 \leq 60$
- 3) $26X1 + 21X2 + 13X3 + 8X4 + 22X5 - X7 \leq 60$
- 4) $120X1 + 87X2 + 48X3 + 46X5 - X8 \leq 20$
- 5) $12X1 + 12X2 + 6X3 + 8X4 + 16X5 - X9 \leq 40$
- 6) $-1600X1 - 1122X2 - 487X3 - 429X4 - 934X5 - 10X6 - 10X7 - X10 + 0,5X11 \geq 0$
- 7) $5359X1 + 3903X2 + 2284X3 + 1321X4 + 3116X5 - 10X8 - 10X9 + X10 - X11 \leq 0$
- 8) $X5 \geq 0,5$
- 9) $5359X1 + 3903X2 + 2284X3 + 1321X4 + 3116X5 - 10X6 - 10X7 - 10X8 - 10X9 \geq 28000$

où Z1 et Z7 représentent respectivement la maximisation de la marge brute et la maximisation du rapport marge brute sur charges variables (taux de rentabilité).

Il est important de noter que la sous-matrice de saisonnalité du travail a été supprimée du modèle parce qu'on a constaté que cet objectif ne joue aucun rôle dans les exploitations où la principale composante du système de production est le café, car environ 80 % du travail contractuel est y effectué pendant la saison des récoltes (novembre-janvier).

V.1 Les "Capitalisés"

Les résultats obtenus montrent six solutions non dominées, mais dont seulement deux sont vraiment situées dans les espaces d'objectifs et de variables décisionnelles, les autres n'étant que de petites variations au niveau des variables de transfert dans les contraintes de liquidités (X10, X11) et dans les variables artificielles de surplus et/ou de déficit créées par le modèle.

Le **Tableau 29** présente les solutions non dominées tant dans l'espace des variables décisionnelles que dans celui des objectifs. Les objectifs pris en compte pour l'exploitation "Capitalisés" ont été définis dans la section précédente. Z1 représente toujours la maximisation de la marge brute globale et Z7 la maximisation du rapport marge brute sur charges variables (en mz), c'est-à-dire la profitabilité relative moyenne de l'exploitation.

Tableau 29 Solutions non dominées. Valeurs estimées par le modèle dans l'espace des variables et objectifs dans l'exploitation "Capitalisés"

Variables-Objectifs Solutions	X1	X2	X3	X4	X5	Z1	Z7
A	13,5	0	0	0	0,5	50544,5	168,11
B	2,74	0	10,76	0	0,5	28000,0	346,43

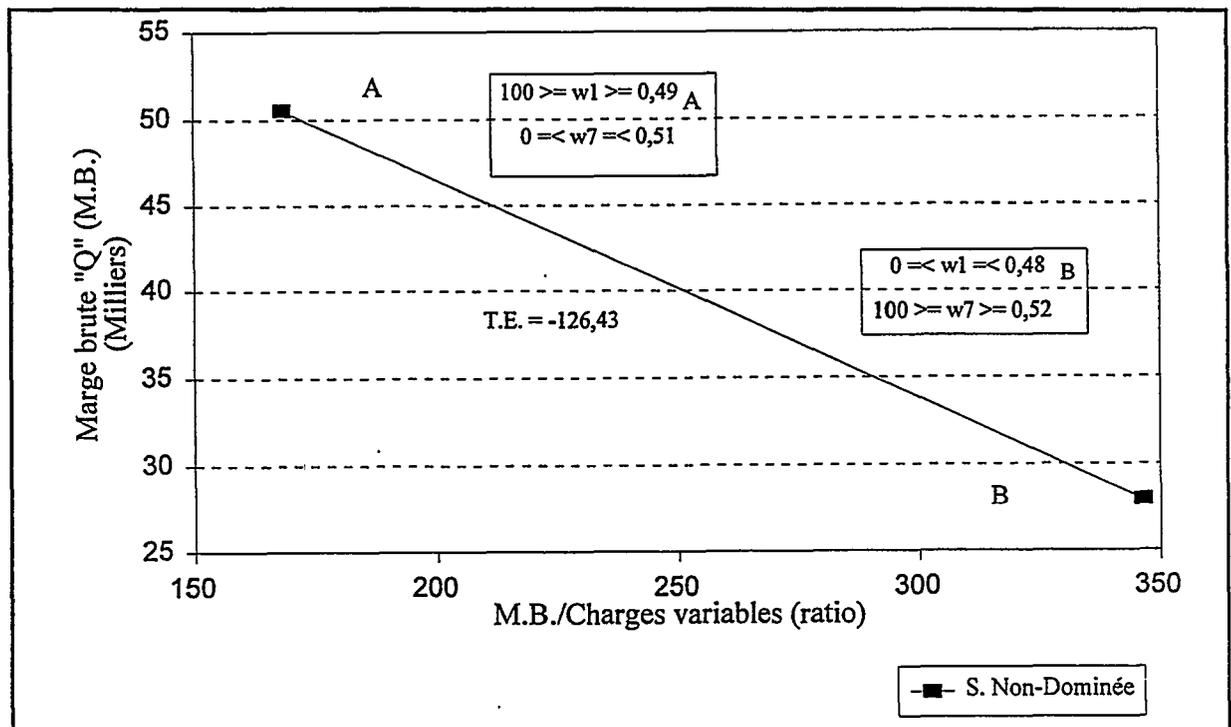


Figure 5. Courbe d'échange entre objectifs dans l'exploitation "Capitalisés"

La Figure 5 montre de façon schématique le positionnement des solutions non dominées dans l'espace des objectifs et permet de tracer la courbe (la droite dans ce cas) d'échange entre objectifs.

Le taux d'échange entre objectifs des solutions non dominées, c'est-à-dire de "A" à "B", est calculé à partir de la formule suivante :

$$T_{jk} = \frac{Z_j(Xa) - Z_j(Xb)}{Z_k(Xa) - Z_k(Xb)}$$

où $Z_j = Z1$ (maximisation de la marge brute) et $Z_k = Z7$ (maximisation de la rentabilité).

Le résultat de l'application de cette formule est -126,43, ce qui signifie que pour passer de la solution "A" à la solution "B", l'exploitant sacrifie 126,43 unités de marge brute globale pour gagner une unité de rentabilité (en mz). Le taux d'échange peut être donc interprété comme le coût d'opportunité des objectifs. Cela signifie que si le modèle présente des solutions alternatives à la logique d'optimisation des exploitants, le système de production retenu dépendra toujours de l'importance relative que l'exploitant assigne à ses objectifs.

Dans le cas des économies de plantation comme le café, l'analyse est beaucoup plus compliquée qu'ici parce que la fixité des facteurs propres à la structure de l'exploitation ne permet pas de transférer avec flexibilité les ressources nécessaires dans un sens ou l'autre, au moins dans le court terme. Cependant, cette analyse permettra de prévoir à moyen terme le comportement des exploitations dans un scénario économique plus favorable, comme c'est le cas actuellement alors que le prix international du café est passé de 79,00 US\$, prix moyen à la récolte en 1993/1994, à environ 180,00 \$ US à la récolte en 1994/95⁹. On reviendra sur ce point lorsqu'on analysera les exploitations des "Jeunes".

Comme on l'a vu plus haut **Figure 5**, l'exploitation "Capitalisés" est positionnée sur la solution "B". On peut se demander jusqu'à quel intervalle de poids relatifs liés aux objectifs dans la fonction d'utilité l'exploitation va basculer vers la solution "A". En suivant la technique de pondération des objectifs proposée dans le chapitre Méthodologie, (*Weighting Method*), on arrive à estimer les intervalles suivants :

Solution "A"	100	$\geq \alpha_1 \geq 0,49$
	0	$\leq \alpha_7 \leq 0,51$
Solution "B"	0	$\leq \alpha_1 \leq 0,48$
	100	$\geq \alpha_7 \geq 0,52$

où α_i représente le poids attaché à l'objectif Z_i .

Cela signifie que l'exploitation va basculer vers un système de production représenté par la solution "A" lorsque l'agriculteur assignera un poids relatif à la maximisation de la marge brute supérieur ou égal à 0,49, ce qui sera évidemment le résultat d'une incitation par les prix.

⁹Cette information sur les prix est calculée à partir du bulletin: "Promedios Anuales: Cotizaciones de Café Tipo Prima" du Centre d'information national et international sur le marché du café, de l'ANACAFE.

V.2 Les "Jeunes"

Le Tableau 30 récapitule les solutions non dominées dans les exploitations des "Jeunes". Il y a une possibilité de plus par rapport au cas précédent, à savoir une position intermédiaire (solution "B") entre la maximisation de la marge brute (solution "A") et la maximisation de la rentabilité (solution "C").

Tableau 30 Solutions non dominées. Valeurs estimées par le modèle dans l'espace des variables et objectifs dans l'exploitation des "Jeunes"

Variables Objectifs Solutions	X1	X2	X3	X4	X5	Z1	Z7
A	3,04	0	1,21	0	1,25	18624,47	285,66
B	2,42	0	1,83	0	1,25	17319,92	311,92
C	1,80	0	2,45	0	1,25	16000,00	337,09

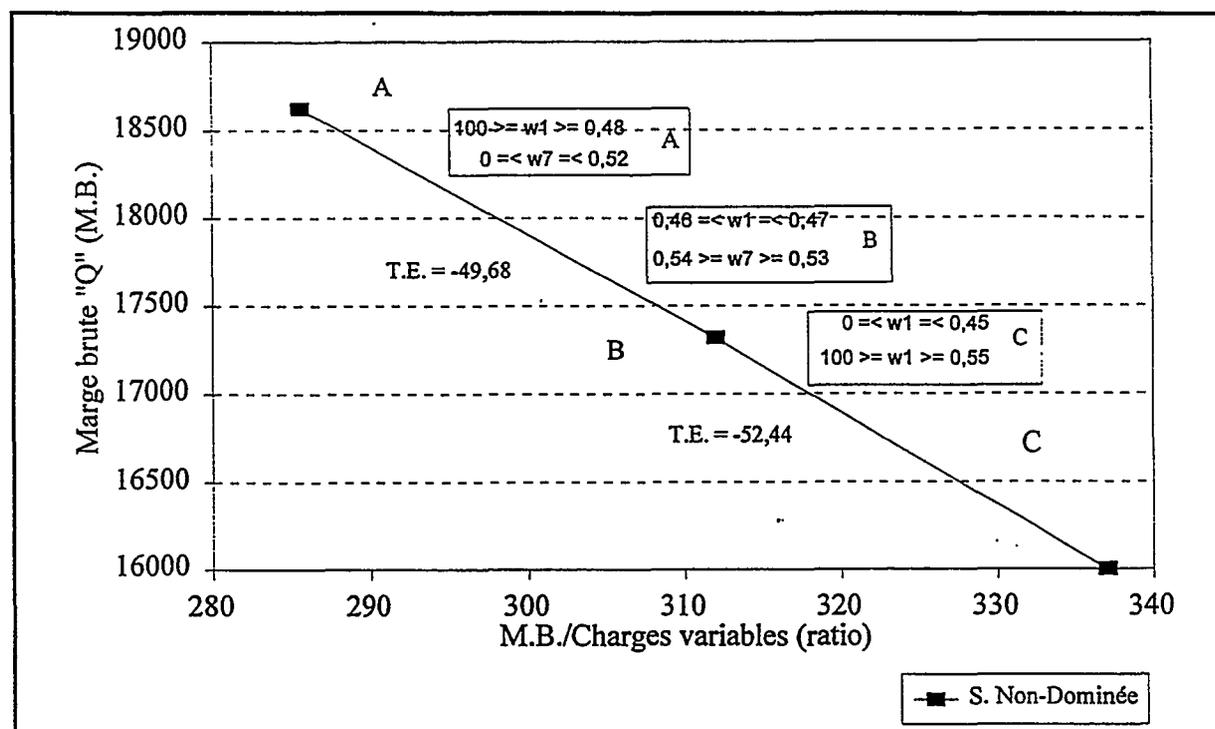


Figure 6. Courbe d'échange entre objectifs dans l'exploitation "Jeunes"

La **Figure 6** montre de façon schématique le positionnement des solutions non dominées dans l'espace des objectifs. Le taux d'échange entre objectifs a été calculé à chaque segment de la courbe d'échange.

Le taux d'échange entre la marge brute et la rentabilité dans le segment "A-B" est de - 49,68, ce qui signifie que l'exploitant sacrifiera près de 50 unités de marge brute pour gagner une unité de rentabilité s'il bascule vers le système de production représenté par la solution "B". Le taux calculé pour le segment "B-C" est de - 52,44. La courbe d'échange entre les objectifs dans ce type d'exploitations est presque une droite.

Dans le cas des économies de plantation, comme déjà signalé, l'analyse doit se faire dans le sens contraire, c'est-à-dire que la trajectoire logique des exploitations est : partir de la solution "C", qui représente un système de production traditionnel, pour aller vers la solution "A", qui représente un système intensif, à cause de la fixité des facteurs de production déjà mentionnée ci-dessus.

Comme dans le cas précédent, les intervalles de poids relatifs attachés aux objectifs ont été estimés pour chaque solution non dominée :

Solution "A"	100	$\geq \alpha_1 \geq 0,48$
	0	$\leq \alpha_7 \leq 0,52$
Solution "B"	0,46	$\leq \alpha_1 \leq 0,47$
	0,54	$\geq \alpha_7 \geq 0,53$
Solution "C"	0	$\leq \alpha_1 \leq 0,45$
	100	$\geq \alpha_7 \geq 0,55$

où α_i représente le poids attaché à l'objectif Z_i .

L'exploitation se positionnera sur la solution "B" si α_1 (poids attaché à la maximisation de la marge brute) est soit 0,46 soit 0,47. Autrement dit, si α_1 est supérieur à 0,47, l'exploitation basculera vers la solution "A", ou elle basculera vers la solution "C" si α_1 est inférieur à 0,46.

Il est important de souligner ici que le système de production des "Jeunes", même s'il maximise la marge brute, ne représente pas l'option la plus intense en termes de superficie cultivée (cf. **Tableau 27**), du fait d'une contrainte de liquidité qui force le modèle à ne transférer que 40 % des surplus de la période de récolte vers la période de soudure.

V.3 Les "Capitalisés" vs. les "Jeunes"

Selon l'analyse réalisée dans les paragraphes précédents, l'exploitation des "Jeunes" est positionnée dans un système de production représenté par la solution "A" ; au contraire, dans le même espace d'objectifs, l'exploitation "Capitalisés" se positionne sur la solution "B" (figure 5). Cela permet d'expliquer en partie le fonctionnement prospectif de ces exploitations.

Tout d'abord, un scénario économique plus favorable, notamment l'augmentation des prix, va inciter de façon plus importante les exploitations "Capitalisés", tout comme elles auront été plus sensibles à l'effondrement des prix. Le mécanisme économique joue dans le sens suivant : le rapport marge brute/charges variables (taux de rentabilité) devient un objectif important lorsque l'exploitant suppose un risque élevé de manque de liquidité dans le processus de production, ce qui n'est évidemment pas le cas quand les prix sont favorables¹⁰. La maximisation de la rentabilité deviendra de moins en moins prioritaire par rapport à celle de la marge brute.

Dans le contexte des petites exploitations, l'aversion au risque économique joue toujours un rôle important. Trois des quatre exploitations étudiées ont présenté d'une façon ou d'une autre la difficulté de gestion comme un objectif à minimiser. Cette aversion au risque technico-économique n'est absente que dans l'exploitation des "Jeunes". L'environnement économique favorable va donc inciter l'exploitation non seulement à s'engager dans un processus d'intensification, mais aussi, dans une stratégie d'aversion au risque, à épargner pour des investissements futurs : on a pu constater que l'exploitation a réalisé ses plus importants investissements dans les usines de transformation du café-cerise en café parche quand les prix au producteur étaient favorables et d'une façon ou d'une autre stables à plus ou moins long terme (photos 1 et 2).

Par contre, dans les exploitations des "Jeunes", le prix n'a pas un rôle très incitatif parce que ces exploitations, même en période de crise, sont déjà engagées dans un système de production intensif. Le mécanisme d'incitation est donc différent, de même que leur comportement.

On a déjà souligné qu'en raison de la petite taille des exploitations des "Jeunes" et de la nécessité de cultiver des produits vivriers, comme le maïs notamment (voir photos 3 et 4), le revenu minimum de subsistance est très proche de celui qui maximise la marge brute dans le modèle, ce qui oblige les exploitations à s'engager dans les systèmes de production intensifs.

¹⁰ Ici on suppose qu'il n'y aura pas de changement technologique et, partant, que les charges variables resteront à peu près au même niveau dans les différents systèmes de production.



Photo 1

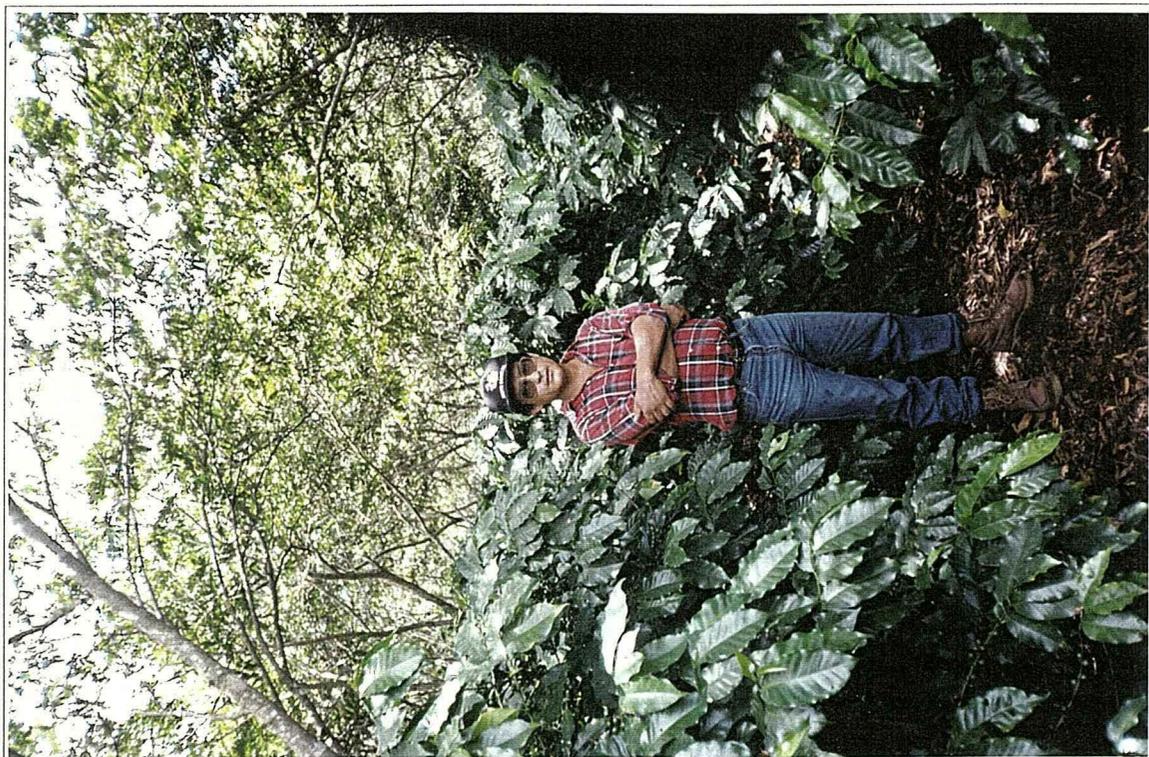


Photo 2



Photo 3



Photo 4

Pour ces exploitations, le scénario économique favorable va cependant desserrer la contrainte de liquidité imposée au système et représentée dans le modèle comme l'incapacité de transférer plus de 40 % du surplus de la période de récolte vers la période de déficit, ce qui permettra aux exploitants de pousser le processus d'intensification, à savoir, en termes de superficie, que l'itinéraire technique intensif sera appliqué sur la totalité de la plantation de café.

V.4 Les "Diversifiés"

Le **Tableau 31** montre les solutions non dominées estimées par le modèle pour les exploitations "Diversifiés". Sur la **Figure 7**, on peut observer de façon schématique le positionnement des solutions "A" et "B". Pour cette exploitation, les objectifs considérés par l'analyse d'après les résultats des chapitres précédents ont été : la maximisation de la marge brute (Z1) et la minimisation des charges variables (Z4).

Tableau 31 Solutions non dominées. Valeurs estimées par le modèle dans l'espace des variables et objectifs pour l'exploitation "Diversifiés"

Variables, Objectifs Solutions	X1	X2	X3	X4	X5	Z1	Z4
A	4,54	0	0	6,46	0,25	25000,0	18900,6
B	11,00	0	0	0	0,25	41013,0	36548,5

Le taux d'échange entre objectifs est de 0,91, ce qui signifie que l'augmentation d'une unité de charges variables augmentera la marge brute de 0,91 unité. D'après l'analyse économique fondée sur la théorie des budgets partiels, ce rapport entre objectifs représente le taux de rentabilité que le producteur obtiendra s'il passe de la solution "A" à la solution "B". L'assignation de l'importance relative des objectifs dans la fonction d'utilité se fera donc en tenant compte d'une part du coût du capital et d'autre part d'un taux de retour qui représente le risque économique présenté par ce passage d'une option à l'autre.

Dans un scénario économique favorable, il est facile d'imaginer que ce type d'exploitations va s'engager dans un système de production comme celui proposé par la solution "B". Cependant, dans le contexte des cultures pérennes comme le café et la canne à sucre, et dans le milieu des petits producteurs, les décisions de production sont plus complexes que ce qu'on vient de présenter.

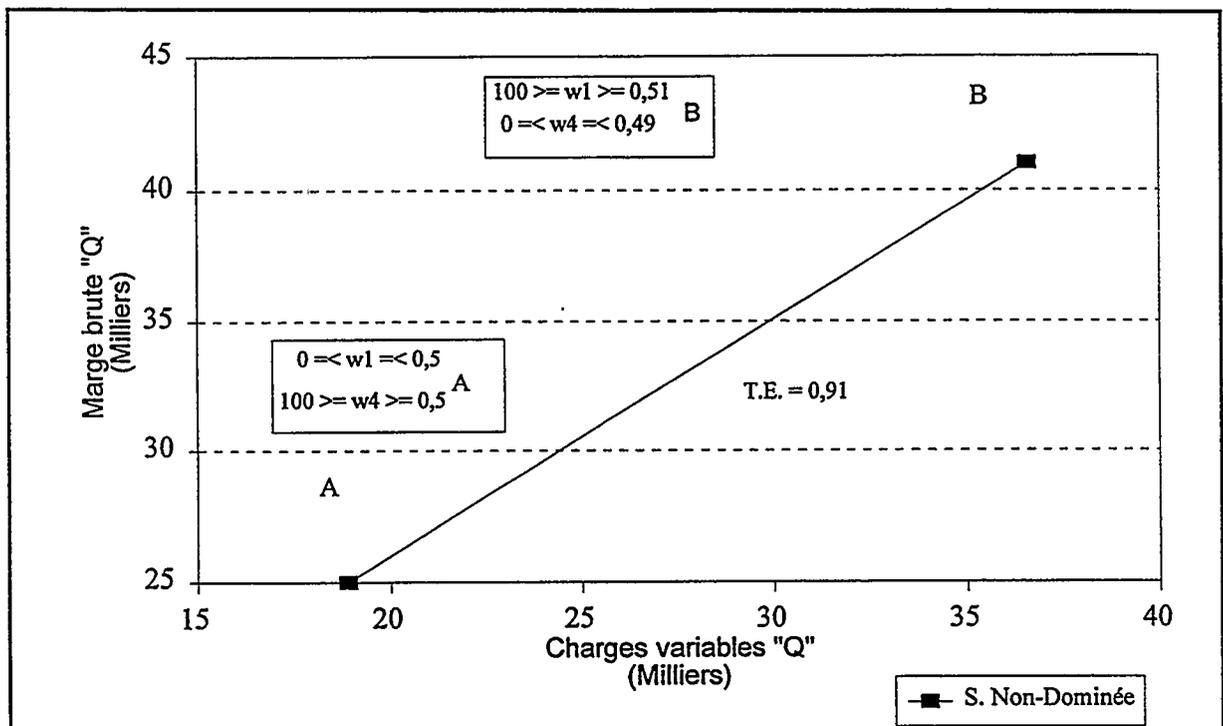


Figure 7. Courbe d'échange entre objectifs dans l'exploitation "Diversifiés"

La production diversifiée a permis à ces exploitations de faire face de façon plus performante aux périodes de crise caféière. D'après le **Tableau 31**, on constate que le système de production représenté par la solution "A" est en fait une option avec l'itinéraire technique le plus intensif pour la caféiculture. La photo 5 illustre cette situation.

L'aversion au risque économique de ce type de producteurs est bien soulignée par la mise en culture de la canne à sucre, comme déjà signalé plus haut. De plus, on constate que les exploitations "Diversifiés" investissent dans les usines de transformation de la canne à sucre (trapiches) quand les prix du café sont favorables (photo 6). On peut en déduire que le système de production positionné sur la solution "A" ne va pas basculer vers la solution "B", au moins dans le moyen terme, même si la conjoncture économique du café reste favorable.

Comme dans les cas précédents, les intervalles de poids qui correspondent à chaque solution ont été calculés :

Solution "A"	0	$\leq \alpha_1 \leq 0,50$
	100	$\geq \alpha_4 \geq 0,50$
Solution "B"	100	$\geq \alpha_1 \geq 0,51$
	0	$\leq \alpha_4 \leq 0,49$

où α_i représente le poids attaché à l'objectif Z_i .



Photo 5

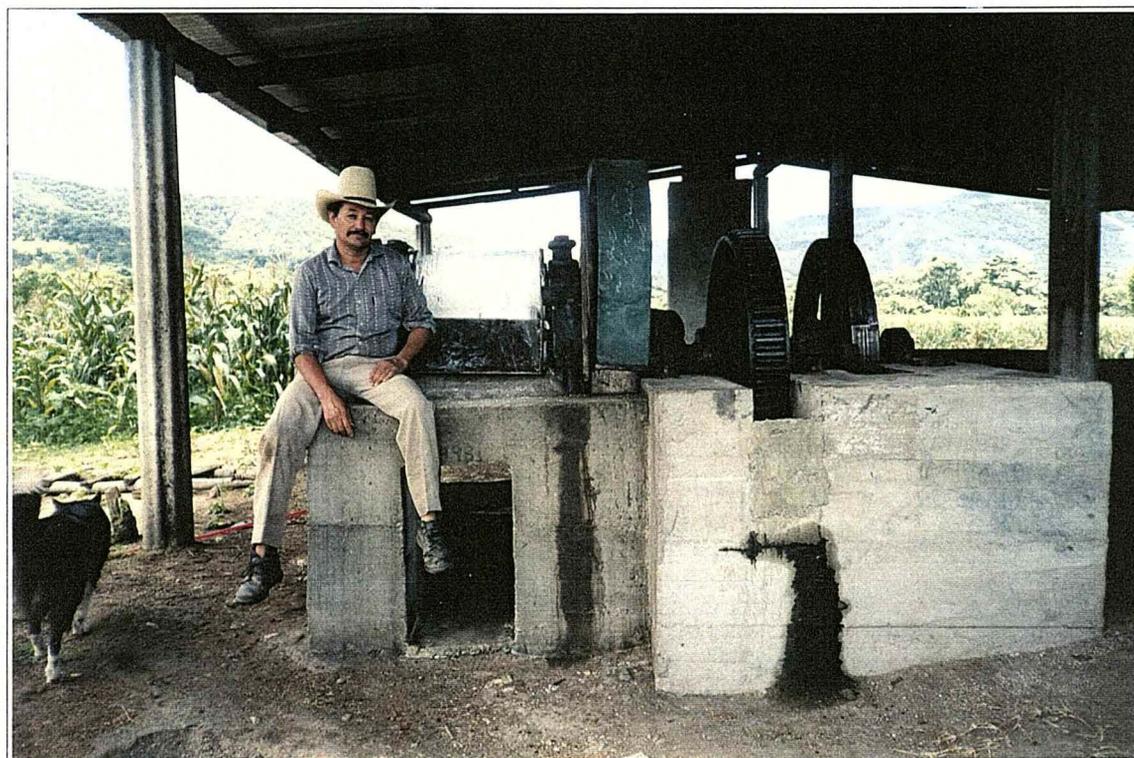


Photo 6

Cela signifie que l'exploitation va basculer vers un système de production représenté par la solution "B" lorsque l'agriculteur assignera un poids relatif à la maximisation de la marge brute supérieur ou égal à 0,51, ce qui sera évidemment le résultat d'une incitation par les prix, surtout durable sur le long terme. Une telle situation est bien loin d'être rencontrée dans le contexte actuel du marché international du café.

V.5 Les "Traditionnels"

Enfin, les résultats de l'analyse de l'exploitation "Traditionnels" sont présentés dans le **Tableau 32**. On distingue trois solutions non dominées. Selon l'analyse précédente, l'exploitation étudiée est positionnée sur la solution "A" qui représente le système de production le plus traditionnel.

Tableau 32 Solutions non dominées. Valeurs estimées par le modèle dans l'espace des variables et objectifs dans l'exploitation "Traditionnels"

Variables Objectifs Solutions	X1	X2	X3	X4	X5	Z1	Z6
A	0	1,75	9,25	0	0,25	20000,0	29,29
B	0	11,0	0	0	0,25	29707,0	67,0
C	11,0	0	0	0	0,25	41213,0	111,0

La **Figure 8** montre la courbe d'échange entre objectifs. L'espace des objectifs est formé comme toujours par la maximisation de la marge brute (Z1), et par la minimisation du niveau de difficulté de gestion des itinéraires techniques (Z6).

Les taux d'échange entre objectifs calculés sont de 2 959,45 pour le segment "A-B" et de 2 935,20 pour le segment "B-C". Comme déjà indiqué, même si cet indice de difficulté de gestion a été construit artificiellement, il représente d'une certaine façon l'aversion au risque technico-économique des exploitants "Traditionnels" ; cela signifie qu'on peut s'attendre au comportement d'aversion au risque suivant : en dessous d'un gain d'environ 3 000 unités de marge brute par unité supplémentaire de niveau de difficulté, les producteurs resteront à la solution "A".

Comme dans les cas précédents, les intervalles de poids relatifs attachés aux objectifs ont été estimés pour chaque solution non dominée :

Solution "A"	0	$\leq \alpha_1 \leq 0,48$
	100	$\geq \alpha_6 \geq 0,52$
Solution "B"	0,48	$\leq \alpha_1 \leq 0,49$
	0,52	$\geq \alpha_6 \geq 0,51$
Solution "C"	100	$\geq \alpha_1 \geq 0,49$
	0	$\leq \alpha_6 \leq 0,51$

où α_i représente le poids attaché à l'objectif Z_i .

L'exploitation se positionnera sur la solution "B" si α_1 (poids attaché à la maximisation de la marge brute) est égal soit à 0,48, soit à 0,49. Autrement dit, si α_1 est inférieur à 0,48, l'exploitation basculera vers la solution "A", ou elle basculera vers la solution "C" si α_1 est supérieur à 0,49.

Apparemment, aucune barrière n'empêche ces exploitations de s'engager dans un processus d'intensification de la caféiculture quand les prix sont favorables, ce qui augmenterait le taux d'échange entre l'indice de difficulté et la marge brute, et un mécanisme d'incitation par les prix peut s'envisager. Cependant, et d'un point de vue historique, un comportement opposé s'est développé chez les exploitations "Traditionnels" au cours des périodes économiquement favorables, c'est-à-dire que même pendant ces périodes, ces exploitations ont conservé le même système de production traditionnel (voir photos 7 et 8). Les explications à ce phénomène n'ont pas un caractère économique mais, comme on l'a vu, elles ont des implications économiques importantes. On reviendra sur ce point dans les chapitres suivants, lorsqu'on analysera les exploitations en termes de performances.

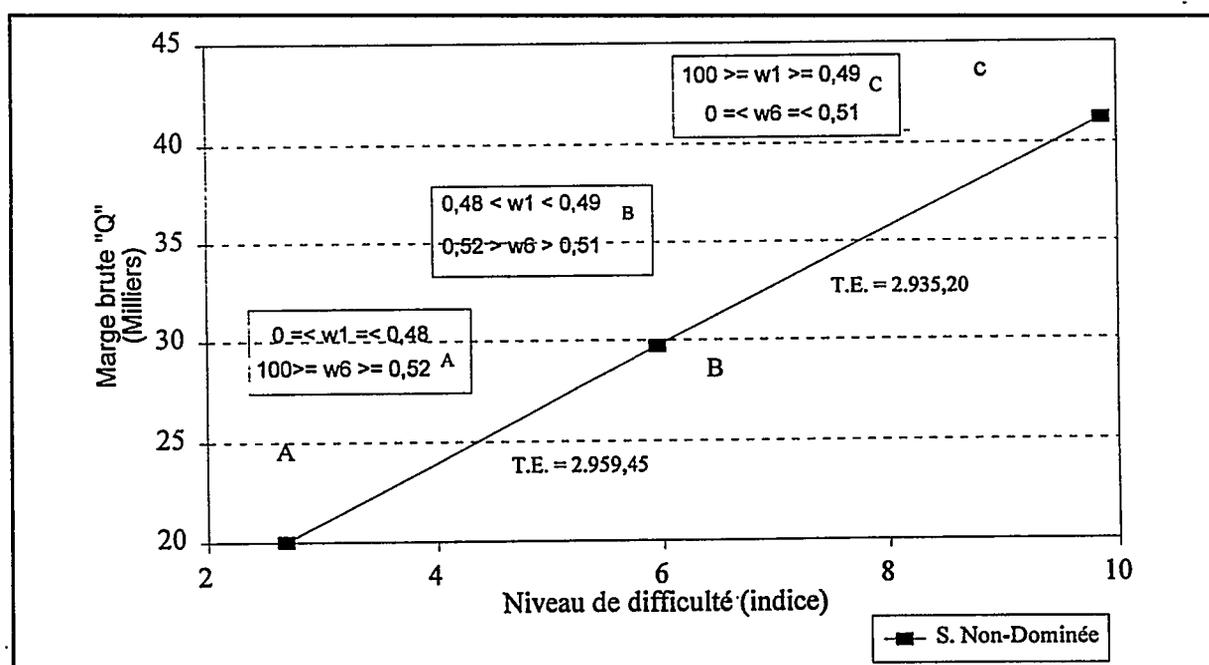


Figure 8. Courbe d'échange entre objectifs dans l'exploitation "Traditionnels"

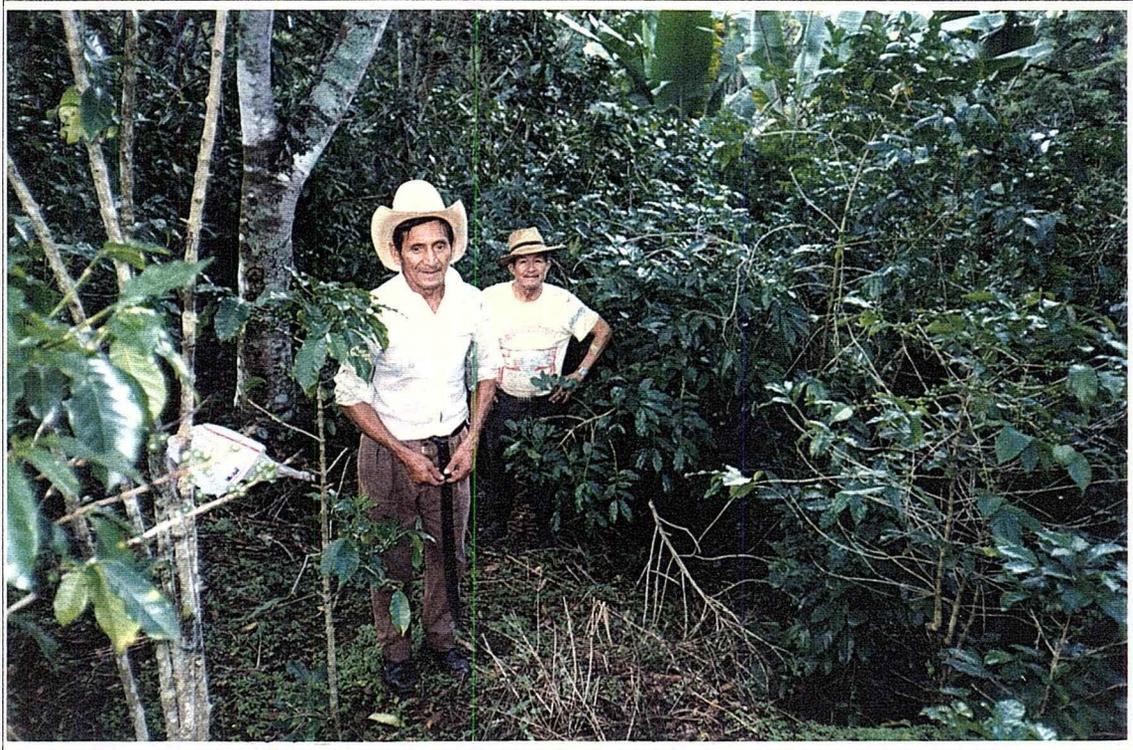


Photo 7

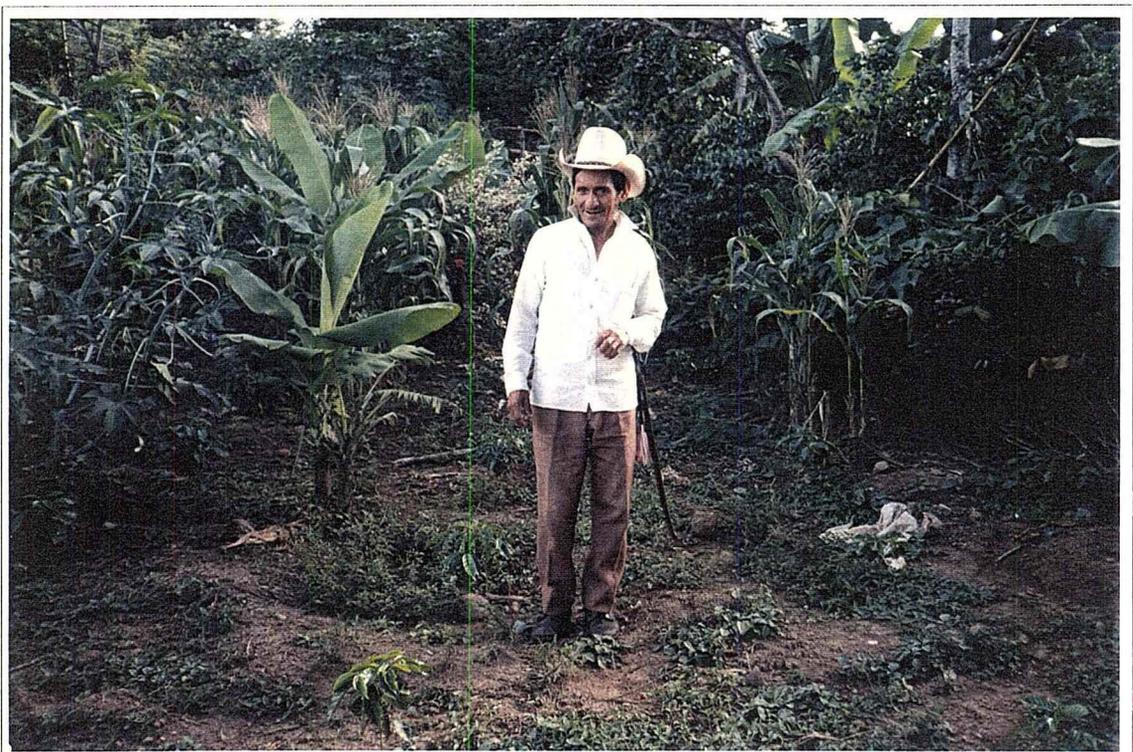


Photo 8

Quatrième partie : Performances des exploitations des petits producteurs de café du Guatemala

I Introduction

Les responsables de l'encadrement technique partent toujours de l'hypothèse que le niveau technologique et le niveau de vie des producteurs peuvent être améliorés par la mise en œuvre de projets de vulgarisation appropriés. Ces projets considèrent donc l'amélioration des performances productives des exploitations comme un moyen d'aboutir aux résultats espérés.

Dans la deuxième partie de la thèse, on a défini une typologie des producteurs qui a permis de mettre en relation la structure des exploitations et le niveau d'intensification de la production. La classification des agriculteurs a donc été faite sur la base de la disponibilité de ressources comme la terre, le travail et le capital, en ajoutant les cycles de vie de la famille et de la plantation comme variables structurelles. Les résultats permettent de distinguer six groupes d'exploitations qui se différencient bien par leur niveau d'intensification. Une des conclusions qui a été tirée de cette typologie est fondée sur la présence de seuils au niveau de la productivité des facteurs de production mis en valeur par les petits producteurs, qui deviennent donc des variables explicatives de la différenciation des groupes déterminés par la typologie.

L'objectif général de cette partie de la thèse est donc d'estimer les effets, en termes de productivité des facteurs, des différents niveaux d'intensification des systèmes de production des petits producteurs de café du Guatemala.

La littérature courante se rapportant à la productivité globale des facteurs de production (Seits, 1970 ; Lau et Yotopoulos, 1971 ; Lund et Hill, 1979 ; Murua et Albisu, 1993) présente les études sur l'estimation de l'efficacité technique de la production comme la meilleure approximation empirique de la productivité globale des facteurs.

Les études sur l'efficacité technique sont particulièrement importantes pour les pays en voie de développement, parce que ce type d'analyses permet de savoir si l'amélioration de la productivité est encore possible par le biais de l'amélioration de l'efficacité technique, source non négligeable de productivité, sans qu'il soit nécessaire d'augmenter la quantité de facteurs de production valorisés dans le secteur agricole (Ali et Chaudhry, 1990). Cela signifie que les estimations de l'efficacité technique vont orienter les programmes de politique agricole soit vers l'encadrement technologique dans le cas de niveaux d'efficacité faibles, soit vers le progrès technologique dans le cas de niveaux d'efficacité très élevés.

Le **Tableau 33** met en relation l'objectif général, la méthode et les hypothèses de départ.

Tableau 33 Objectif général, méthode et hypothèses de départ

Objectif	Méthode	Hypothèses
Détermination de la productivité globale des facteurs de production des petites exploitations de café du Guatemala, afin de mesurer les performances des exploitations en termes d'efficacité productive.	Modélisation économétrique de la fonction de production frontière : détermination de l'efficacité technique de la production comme variable approximative de la productivité globale des facteurs de production.	Les petits producteurs de café étudiés appliquent la même technologie, mais on peut les différencier par leur niveau d'efficacité productive, niveau qui est bien expliqué par les variables qui définissent la typologie des exploitations.

II Bilan des connaissances sur le concept d'efficacité technique de la production

II.1 Productivité partielle et productivité globale

Le concept d'efficacité est en général utilisé comme un synonyme de productivité. La mesure de la productivité la plus souvent rencontrée dans la littérature est celle qui met en rapport les outputs et un seul facteur de production (exemples : production du lait par vache, production agricole par hectare, etc.). Cependant, l'utilisation de telles mesures peut amener à faire des conclusions erronées à propos de l'efficacité puisque d'une part les inputs ne sont pas combinés en proportions fixes dans le processus productif et d'autre part ces mesures ne prennent pas en considération la présence d'autres inputs qui affectent aussi la productivité moyenne et marginale (Seits, 1970 ; Lau et Yotopoulos, 1971 ; Lund et Hill, 1979 ; Murua et Albisu, 1993). Or les mesures partielles de productivité

ne sont pas des indices adéquats de la contribution des inputs analysés de manière individuelle : par exemple, l'output par tête peut augmenter à la suite d'une substitution de capital au travail, sans aucun effet de la productivité réelle du travail. C'est pourquoi il est recommandé que dans les études sur les performances économiques des firmes, les comparaisons soient faites sur la base de mesures qui mettent en relation les outputs avec la totalité des facteurs de production, même si après on veut analyser les fluctuations de ces mesures entre des différentes exploitations.

Une mesure de l'efficacité peut-être la plus utilisée, et certainement la moins satisfaisante, est celle de la productivité moyenne du travail, qui ignore tous les inputs sauf le facteur travail. Normalement, une manière facile d'augmenter la productivité du travail est d'augmenter la mécanisation, ce qui peut conduire jusqu'à certain point à l'inefficacité d'allocation : il est très possible qu'un pays qui augmente cette "productivité" subisse une baisse des niveaux de vie.

Aux Etats-Unis, les agro-économistes signalent depuis 1947 l'inadéquation de la mesure de la productivité partielle (Christensen, 1975). La règle générale est qu'il vaut mieux ne pas limiter l'analyse de la productivité à un seul facteur de production : au fur et à mesure que l'analyse intègre plus de facteurs, elle devient une mesure plus pointue de la productivité.

L'échec du concept de "productivité partielle" a donné lieu à la création d'indices de productivité qui rendent compte de tous les inputs engagés dans le processus productif. Le problème qui se pose pour l'addition d'unités physiques de différentes natures rend la tâche difficile. Pour contourner cette difficulté, il a été proposé d'utiliser les valeurs obtenues par l'assignation d'un prix ou par des pondérations, mais cela ajoute au modèle une mesure arbitraire et réduit le problème à une simple comparaison de coûts. La principale critique de cette méthode est qu'elle suppose que toutes les firmes de la filière pratiquent le même set de prix, ce qui n'est pas souvent le cas.

En réponse à cette critique, Farrell (1957) a proposé une méthode de mesure de l'efficacité technique qui n'inclut pas les effets des prix. C'est donc à partir de Farrell que le terme d'efficacité a été décomposé en efficacité technique et efficacité prix ou d'allocation.

Pour contourner le problème posé par l'élaboration d'indices de productivité partielle, des économistes ont construit des indices de productivité totale des facteurs. Cette méthodologie, qui consiste à mettre en relation les niveaux d'utilisation moyens pondérés des inputs avec le niveau d'output, a suscité les mêmes critiques (problème d'agrégation et de pondération déjà mentionné). Cependant, la récente utilisation des indices de productivité à partir de la fonction de production a permis son application empirique sans soulever la critique classique.

Les premiers travaux à avoir surmonté cette problématique des indices ont été ceux de Farrell (1957) qui intègre tous les facteurs de production importants et donnent une mesure de la performance productive de la firme (Bravo-Ureta, 1986).

Les indices multidimensionnels de l'efficacité estimés à partir des fonctions de production frontalières sont cohérents avec la théorie standard et ont servi de base au développement du concept d'efficacité. Ces fonctions doivent être définies de manière à exprimer le produit maximum possible en fonction des différentes combinaisons des facteurs de production dans un contexte technologique donné (Seits, 1970).

II.2 L'efficacité

A partir des travaux de Farrell (1957), l'efficacité économique a été définie comme l'addition de deux composantes : la composante technique et la composante d'allocation (Arias Sanpedro et Alvarez Pinilla, 1993).

L'efficacité technique est définie comme la capacité d'une firme à atteindre le produit maximum possible avec une disponibilité en ressources donnée, tandis que l'efficacité d'allocation est la capacité à produire sur la base d'une allocation optimale des ressources données (Ali et Chaudhry, 1990), c'est-à-dire à produire jusqu'au niveau où les profits sont maximums. La combinaison de ces deux mesures de l'efficacité est ce que Farrell a nommé "efficacité économique".

Pour être un concept utile, l'efficacité économique, selon Lau et Yotopoulos (1971), doit considérer au moins trois volets :

- elle doit rendre compte des firmes qui produisent des quantités d'output différentes en fonction de combinaisons d'inputs données. C'est la composante qui mesure les différences de niveau d'efficacité technique ;
- elle doit rendre compte que les firmes réussissent à maximiser leurs profits à différents niveaux, c'est-à-dire à égaliser les valeurs de production marginales de chaque facteur variable à leur propre prix. C'est la composante efficacité prix (ou efficacité d'allocation) ;
- elle doit rendre compte que les firmes sont confrontées à différents niveaux de prix de marché.

Malgré la difficulté de mesurer l'efficacité économique, la fonction unitaire de profit proposée par Lau et Yotopoulos (1971) donne la possibilité d'estimer l'efficacité technique et l'efficacité prix, et de tester la validité de l'hypothèse de la maximisation du profit (Garcia *et al.*, 1982).

Enfin, Forsund *et al.* (1980) affirment que si la combinaison de l'efficacité technique et de l'efficacité d'allocation est nécessaire, elle n'est pas suffisante parce que la firme peut encore être inefficace au niveau d'échelle (taille en fait). Sur ce point, on doit signaler que les concepts de rendements à l'échelle et à la taille sont des concepts à long terme, tandis qu'efficacité technique et efficacité d'allocation sont des concepts à court terme. Par ailleurs, les rendements à la taille que signale Forsund font référence à un problème économique plutôt que technique, comme c'est le cas des rendements à l'échelle. Le coefficient de la fonction de production mesure les rendements à l'échelle (c'est-à-dire qu'il mesure la variation des outputs à la suite d'une variation unitaire proportionnelle de tous les inputs), tandis que les rendements à la taille font référence à la variation des outputs due à l'expansion des inputs sur le sentier du coût minimal. En fait, c'est seulement dans le cas particulier d'une fonction de production avec des rendements à l'échelle proportionnels constants et quand les prix des inputs sont eux aussi constants que les deux mesures sont égales (Beattie et Taylor, 1985 : 52-53).

C'est pour cette raison que Seits (1970) dit que la comparaison de l'efficacité en taille de deux firmes se réduit à une comparaison de l'inefficacité des prix (dans le long terme) alors même que les deux firmes peuvent être techniquement efficaces.

II.3 L'efficacité technique

Pourquoi efficacité technique plutôt qu'efficacité d'allocation ou efficacité prix ? Quelques raisonnements sur ce sujet trouvés dans la littérature sont présentés ci-dessous.

Selon Bagi (1981), pour faire une comparaison valable de l'efficacité d'allocation de différents producteurs, il faut que :

- les producteurs soient représentés par la même fonction de production ;
- les producteurs agissent dans le même contexte de prix des inputs et des outputs, dernière condition qui, au vu des données d'enquête, est toujours contestable.

Au cours de leurs travaux sur l'efficacité d'allocation, Stefanou et Saxena (1983) ont démontré que dans le court terme les producteurs maximisent la production plutôt que les profits, ce qui justifie les études sur l'efficacité technique. Ekanayake (1987), dans une étude sur l'efficacité de la production agricole au Sri Lanka, a établi une corrélation entre efficacité d'allocation et efficacité technique. Bauer (1990) cite Kalirajan et Shand (1988) qui ont trouvé, au cours d'une étude sur la causalité entre

efficacité technique et efficacité d'allocation, que cette dernière est influencée par l'efficacité technique et qu'il n'y a pas de causalité bidirectionnelle.

Russell et Young (1983) signalent qu'un niveau de performances qu'on ne peut atteindre que dans un contexte de conditions de concurrence et d'information parfaites, comme c'est le cas de l'efficacité d'allocation, n'est pas un paramètre approprié de la mesure des problèmes réels. L'estimation des performances basée sur l'hypothèse de la maximisation des profits ne doit donc pas être utilisée pour mesurer la performance économique. De plus, les performances des agents économiques sont en général déterminées non seulement par la maximisation des profits mais aussi par d'autres objectifs ; la présence ou l'absence de l'objectif de maximisation des profits n'affecte pas la recherche de l'efficacité technique puisqu'une firme efficace au sens technique sera toujours préférable à une firme inefficace, surtout dans un contexte de ressources limitées.

L'efficacité d'allocation sera optimale si les ressources sont allouées en accord avec les prix de marché. Ce qu'il faut souhaiter, c'est que ces prix soient de vraies mesures de la rareté relative des ressources, ce qui sera le cas s'ils sont déterminés dans un contexte de concurrence parfaite. Mais si les prix sont faussés par l'existence de monopoles, ou si les ressources ne sont pas gérées par le marché, le rôle des prix sera toujours contestable.

En conclusion, on peut soutenir que mesurer les performances de la production en termes d'efficacité technique est plus conforme à la réalité, puisque cette analyse n'est pas fondée sur l'hypothèse plus ou moins contestable que l'information et la concurrence sont parfaites, et que l'objectif est la maximisation des profits.

Une des principales critiques de l'estimation de l'efficacité technique par la méthode des résidus des fonctions de production est la difficulté à mesurer correctement les inputs productifs. Par exemple, l'intégration de la qualité des facteurs terre et travail est toujours difficile, les problèmes pour mesurer le capital et la façon d'estimer des différences de management sont des complications supplémentaires.

II.4 Mesure de l'efficacité technique selon la méthode de la fonction de production frontière

Dans la littérature courante, on trouve des approches alternatives pour mesurer l'efficacité technique, dont les deux peut-être les plus utilisées sont celles de Timmer et de Kopp :

- l'efficacité technique selon Timmer (ET Timmer) pour l'exploitation i est le rapport entre la production observée et la production potentielle (à la frontière) : elle montre donc, pour un

niveau donné d'inputs, la quantité d'outputs supplémentaires que l'exploitation pourrait obtenir si elle était à la frontière ;

- l'efficacité technique selon Kopp (ET Kopp) compare le niveau observé des inputs et le niveau que l'exploitation i utiliserait si elle était à la frontière, étant donné l'output observé et la même valeur d'usage des inputs.

Ces deux mesures de l'efficacité sont équivalentes si l'on est en présence d'une fonction de production avec des rendements à l'échelle constants. L'ET (Kopp) sera inférieure à l'ET (Timmer) si la fonction affiche des rendements à l'échelle décroissants, et supérieure dans le cas contraire (Timmer, 1970).

II.5 Rapport entre efficacité technique et efficacité d'allocation

L'efficacité d'allocation est un concept behavioriste, tandis que l'efficacité technique est un concept purement d'ingénierie qui n'est pas affecté par les prix (Lau et Yotopoulos, 1971). Pour mesurer l'efficacité d'allocation, Schmidt et Lovell (1980) ont supposé que l'output est exogène à la firme qui elle-même essaie de minimiser les coûts. On a :

$$\ln x_i - \ln x_i = \ln(\alpha_i p_i / \alpha_i p_i) + \epsilon_i, \quad i = 2, \dots, n$$

$$\text{S.t. : } \ln y = A + \sum \alpha_i \ln x_i + v - u$$

où p_i est le prix des inputs et ϵ représente les erreurs d'allocation de la firme, c'est-à-dire que ϵ mesure en pourcentage la différence entre le rapport x_i/x_i et la valeur de son coût minimum.

et où y représente l'output, x_i les inputs, et v et u les erreurs. Ces termes sont considérés comme indépendants entre eux, v rend compte des effets que la firme ne contrôle pas, tandis que u représente les erreurs techniques sous son contrôle (Aigner *et al.*, 1977 ; Meeusen et van den Broeck, 1977).

Il semble logique de considérer v comme étant un terme indépendant de u et de ϵ , qui représentent les effets des facteurs que la firme contrôle. Cependant, soutenir l'hypothèse que u est indépendant de ϵ n'est pas évident. La question statistique de savoir si u et ϵ sont distribués de manière indépendante est équivalente à la question économique de savoir s'il y a ou non indépendance entre efficacité technique et efficacité d'allocation au sein des firmes. On peut supposer de prime abord que les firmes bien administrées produisent au plus près de leurs productions frontières et près de leurs sentiers d'expansion des coûts minimaux, contrairement aux firmes mal administrées. Le problème est plus compliqué, parce que alors que les concepts d'efficacité technique et d'efficacité d'allocation

sont des concepts dynamiques, la représentation des efficacités par le moyen des distorsions u et ϵ est statique. Il est donc difficile, même si dans le long terme on trouve une corrélation positive entre les efficacités, de confirmer leur corrélation pour une période particulière.

Dans une filière où la fixité des facteurs pose un problème (cas typique des économies de plantation), c'est-à-dire quand la substitution entre facteurs n'est pas facile, les firmes efficaces dans un contexte dynamique vont ajuster l'utilisation des facteurs de production non pas de manière statique en fonction des prix des inputs, mais plutôt en accord avec quelque moyenne pondérée des futurs prix actualisés. Ce comportement rationnel des firmes ne permet pas de prévoir correctement les prix, et des inefficacités d'allocation vont apparaître, même dans les firmes efficaces techniquement parlant. Dans ce cas précis, des résultats empiriques montrent que la distribution de l'efficacité technique n'est pas indépendante de la distribution de l'efficacité d'allocation : il a été prouvé que des firmes efficaces en termes techniques font des erreurs moins importantes dans l'allocation des facteurs que les firmes inefficaces.

On ne peut pas étendre ces résultats à tous les cas, mais cela permet au moins de justifier l'emploi de l'efficacité technique comme mesure des performances économiques des firmes.

III La méthode de l'analyse

III.1 Développement du concept d'efficacité technique de la production

Farrell (1957) a proposé une méthode tout à fait originale pour son époque pour mesurer l'efficacité technique : il dérive, sous la condition que les rendements à l'échelle sont constants, l'isoquante unitaire qui enveloppe le nuage de points dans l'espace input-input, de façon à ne laisser aucun point entre l'isoquante et l'origine. L'indice d'efficacité est construit en mesurant l'écart entre un point spécifique et l'isoquante.

Sur la Figure 9, l'isoquante unitaire SS' représente les différentes combinaisons de

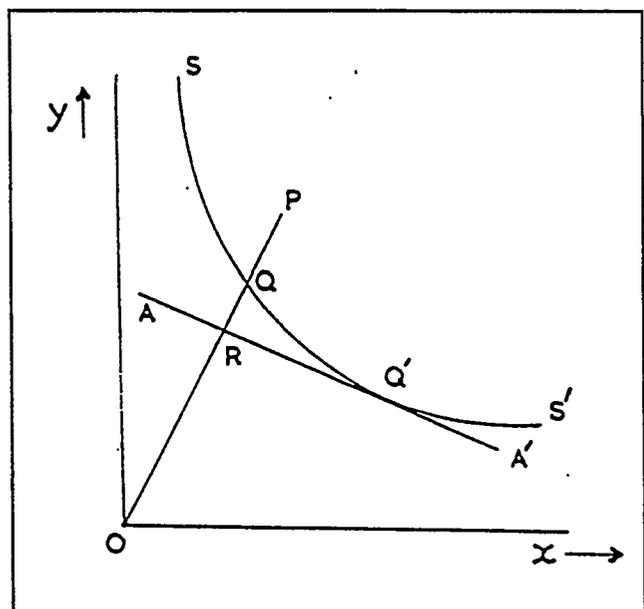


Figure 9. Isoquante unitaire de Farrell (1957)

deux facteurs qu'une firme efficace à 100 % pratiquerait pour produire une unité d'output. P représente le niveau observé des inputs utilisés par la firme P pour produire une unité d'output. Q représente le niveau d'output qu'une firme Q parfaitement efficace obtiendrait avec le même rapport entre inputs que la firme P . On peut conclure que la firme Q produit le même niveau d'outputs que la firme P en utilisant seulement une fraction OQ/OP de chaque facteur de production. Farrell définit donc le rapport OQ/OP comme étant l'indice d'efficacité technique de la firme P .

Sur la même figure, où AA' représente le rapport entre les prix des inputs, on peut mesurer l'efficacité d'allocation. Le rapport OR/OQ mesure l'efficacité d'allocation parce que le coût du point R est le même que celui de la firme parfaitement efficace Q' et en même temps il est inférieur à celui du point Q qui est celui de la firme efficace en termes techniques mais inefficace en termes d'allocation des facteurs. Enfin, OR/OP mesure l'efficacité totale, ou efficacité économique au sens de Farrell.

Le terme de frontière a été ajouté au lexique des analyses de l'efficacité à partir des travaux de Farrell (1957). Battese (1992) et Forsund *et al.* (1980) présentent des revues générales sur le développement historique du concept de fonctions de production frontières et leurs rapports avec les mesures de l'efficacité.

III.1.1 Frontières déterministes et non paramétriques

L'approche suivie par Farrell (1957) utilise déjà le concept de frontière déterministe dans le sens que tous les points sont enveloppés par l'isoquante unitaire. La méthode de calcul proposée est non paramétrique dans le sens qu'elle construit la courbe par segments linéaires à partir des rapports inputs/output observés par les techniques de programmation linéaire. Forsund *et al.* (1980) citent des travaux qui ont suivi cette approche : Farrell et Fieldhouse (1962), Seitz (1970, 1971), Todd (1971), Afriat (1972), Dugger (1974) et Meller (1976). Plus récemment, on trouve des exemples d'application dans les travaux de Boussemart et Dervaux (1994) et Piot (1994).

Les deux principales limitations de cette approche ont été signalées par Lau et Yotopoulos (1971) et par Forsund *et al.* (1980) :

- l'hypothèse que les rendements à l'échelle sont constants est trop contraignante et la desserrer est trop compliqué ;
- la frontière établie par cette méthode est très sensible aux observations extrêmes.

III.1.2 Frontières déterministes et paramétriques

Une approche alternative a été proposée par Farrell lui-même ; il s'agit d'estimer l'isoquante unitaire par une méthode paramétrique avec les rapports observés entre inputs et output en utilisant la forme fonctionnelle de Cobb-Douglas. L'estimation de la courbe par cette méthode donne des informations suffisantes pour déterminer la fonction de production mais seulement dans le cas particulier de rendements à l'échelle constants.

Aigner et Chu (1968), cités par Battese (1992) et Forsund *et al.* (1980) et dont l'approche peut être présentée comme une généralisation du concept d'origine, ont été les premiers à suivre la méthodologie proposée par Farrell. Le modèle proposé est présenté Figure 10.

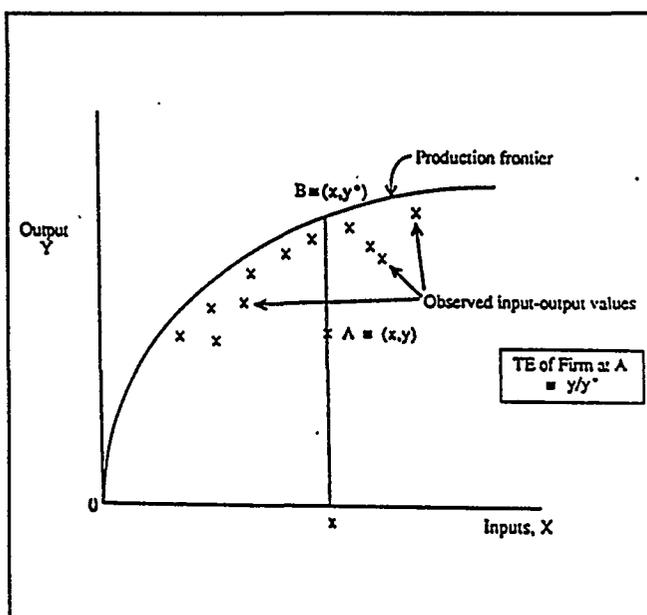


Figure 10. Efficacité technique dans l'espace input-output (source : Battese, 1992)

Le modèle s'écrit :

$$\begin{aligned} \ln y &= \ln f(x) - u \\ &= \alpha_0 + \sum \alpha_i \ln x_i - u, u \geq 0 \end{aligned}$$

où l'erreur unilatérale u force $y \leq f(x)$. Les composantes du vecteur de paramètres α peuvent être estimées par programmation linéaire, en minimisant la somme des valeurs absolues des résidus, à condition que chaque résidu soit non positif. L'efficacité technique est donc calculée à partir du vecteur des résidus puisque u représente cette efficacité.

Plus récemment, plusieurs chercheurs ont travaillé dans cette direction, par exemple Timmer (1970), Seitz (1970), Dawson (1985), Bravo-Ureta (1986), Bravo-Ureta et Rieger (1990) et Neff *et al.* (1993).

Les apports de cette méthode par rapport à la méthode non paramétrique sont importants. La frontière technologique est représentée par une simple expression mathématique et la contrainte d'avoir des rendements à l'échelle constants est desserrée puisque $\sum \alpha_i = 1$ n'est pas une condition du modèle.

La limitation la plus importante de cette approche est que l'estimation des paramètres n'a pas un caractère statistique et qu'il est donc impossible de construire des projections inférentielles, ce qui est en fait une limitation propre à la programmation mathématique.

III.1.3 Frontières déterministes et statistiques

Pour estimer de façon statistique le modèle présenté dans le paragraphe précédent, on doit d'abord faire quelques suppositions. Le modèle peut s'écrire :

$$y = f(x) \exp(-u), \text{ ou } \ln y = \ln[f(x)] - u \quad (1)$$

où $u \geq 0$, c'est-à-dire que $0 \leq \exp(-u) \leq 1$, et où $\ln[f(x)]$ est linéaire dans le cas de la forme fonctionnelle Cobb-Douglas ; x et u sont supposés indépendants entre eux, en supposant une distribution normale pour x et plusieurs distributions pour u .

Afriat (1972) cité par Forsund *et al.* (1980), Bravo-Ureta (1986) et Battese (1992), a été le premier à proposer ce modèle ; il avait supposé une distribution bêta pour $\exp(-u)$ et utilisé la méthode d'estimation du Maximum de vraisemblance (MV). Richmond (1974) cité par Forsund *et al.* (1980) avait estimé le modèle en supposant une distribution gamma pour $\exp(-u)$. Greene (1980a) a fait la même supposition par rapport à la distribution des résidus dans le modèle.

Richmond (1974) cité par Greene (1980a) a proposé une méthode alternative pour formaliser le modèle : il s'agit d'utiliser les résultats des Moindres carrés (MC) ; cette méthode s'appelle donc Moindres carrés corrigés (MCC).

Si on suppose que μ est la moyenne de u dans le modèle, on peut écrire :

$$\ln y = (\alpha_0 - \mu) + \sum \alpha_i \ln x_i - (u - \mu)$$

où la nouvelle erreur $(u - \mu)$ a pour moyenne 0 et satisfait donc aux conditions pour être estimée par la méthode MC, à l'exception de la condition de normalité.

Si une distribution spécifique est supposée pour u , les paramètres de cette distribution peuvent être dérivés à partir des résidus estimés par la méthode. Comme μ est une fonction de ces paramètres, elle peut aussi être estimée de la même manière, et cette estimation est utilisée pour corriger le terme constant $(\alpha_0 - \mu)$ de l'équation. Pour en savoir plus, voir Greene (1980a), Olson *et al.* (1980) et Forsund *et al.* (1980).

Malgré la correction, quelques résidus peuvent encore avoir un signe incorrect, c'est-à-dire que ces points peuvent être laissés au-delà de la frontière de production, ce qui fait qu'il est impossible de calculer leurs niveaux d'efficacité d'après le concept frontalière. La vraie réponse à cette difficulté sera discutée dans le paragraphe suivant (Frontières stochastiques), mais pour le moment nous présenterons ce que Greene (1980a) et Gabrielson (1975) cités par Forsund *et al.* (1980) ont proposé comme solution, après avoir démontré que la méthode est cohérente. Ces auteurs proposent de formaliser le modèle par la méthode MC, puis de corriger le terme constant jusqu'à ce que tous les résidus soient négatifs et qu'un seul soit nul. Des applications de cette méthode peuvent être trouvées dans les travaux de Russell et Young (1983), Dawson (1985), Bravo-Ureta (1986), Battese et Coelli (1988), Ekanayake et Jayasuriya (1987), Ali et Chaudhry (1990), Bravo-Ureta et Rieger (1990), Arias Sanpedro et Alvarez Pinilla (1993), Murua et Albisu (1993) et Neff *et al.* (1993), dont la plupart sont des comparaisons entre les différentes méthodes d'estimation de l'efficacité technique de la production en agriculture.

III.1.4 Frontières stochastiques

La notion de frontières déterministes ignore la possibilité réelle que les performances des firmes puissent être influencées par des facteurs que les entrepreneurs ne contrôlent pas, c'est-à-dire par des aléas comme le climat, les maladies, l'indisponibilité des inputs au moment voulu, etc., et pas seulement par des facteurs qu'elles contrôlent (inefficacité), comme les modèles déterministes l'ont supposé.

L'idée essentielle est donc de décomposer l'erreur du modèle en deux parties : une composante symétrique représente la variation aléatoire de la frontière de production, qui capture les effets des facteurs hors du contrôle de la firme, plus le biais statistique ; la deuxième composante capture donc les effets dus à l'inefficacité par rapport à la frontière stochastique. Ce modèle a été proposé simultanément par Aigner *et al.* (1977) et Meeusen et Van den Broeck (1977).

Le modèle qui représente la frontière de production stochastique peut être écrit comme suit :

$$y = f(x) \exp(v-u), \quad (2)$$

où $f(x) \exp(v)$ représente la frontière stochastique ; v a une distribution symétrique qui rend compte des phénomènes aléatoires que la firme ne contrôle pas.

L'inefficacité technique de la firme est donc capturée par la composante $\exp(-u)$ à condition qu'elle soit supérieure ou égale à zéro, c'est-à-dire que $-u$ ait une distribution tronquée. Cette contrainte permet donc que tous les points soient à l'intérieur ou sur la frontière stochastique.

Pour aider à mieux comprendre ce concept, la Figure 11 visualise la logique du modèle. La firme i utilise des inputs au niveau x_i et produit au niveau y_i , mais l'output frontière y_i^* est plus important que celui sur la frontière déterministe $f(x)$ parce que l'activité productive de la firme i est associée à des conditions favorables, c'est-à-dire que la composante aléatoire v_i est positive. Par contre, la firme j , qui produit avec des inputs au niveau x_j et un output au niveau y_j , a un output frontière y_j^* moins important que celui de la frontière déterministe $f(x)$. L'explication est que l'activité productive de cette firme est associée à des

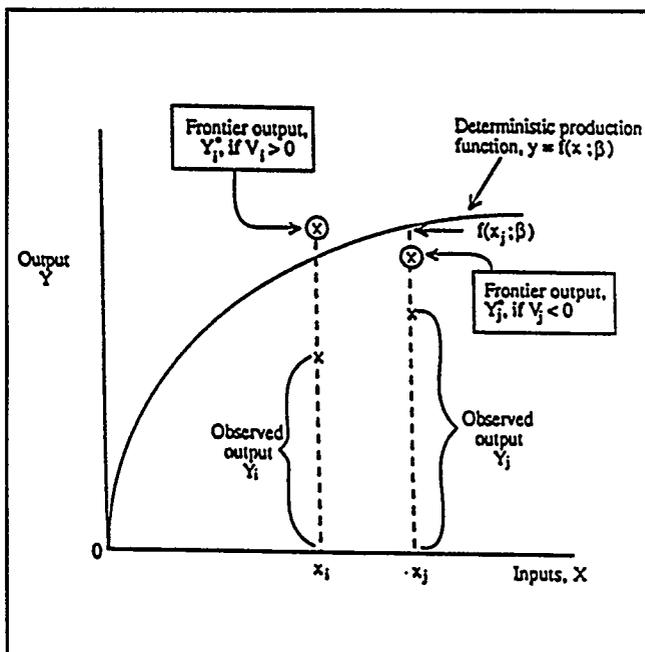


Figure 11. Fonction de production frontière stochastique (source : Battese, 1992)

conditions défavorables, autrement dit que la composante v_j est négative. Dans les deux cas observés, les niveaux de production sont moins bas que les niveaux correspondant au niveau frontière y^* , mais celui-ci sera une fonction de production frontière non observable qui restera toujours autour de la frontière déterministe.

Lors de la présentation du modèle, de par ses caractéristiques mêmes s'est posée le problème de déterminer si la différence entre chaque niveau de performances et celui de la frontière déterministe $f(x)$ provenait de l'inefficacité ou de facteurs aléatoires. La seule possibilité a dont été de déterminer le niveau moyen d'efficacité technique d'après l'échantillon.

Les méthodes proposées pour formaliser le modèle sont soit celle du Maximum de vraisemblance (MV), soit celle des Moindres carrés corrigés (MCC). Olson *et al.* (1980) ont démontré que la méthode MCC est aussi performante que la méthode MV. Dans tous les cas, il faut spécifier la distribution de u . Dans des travaux originaux de Aigner *et al.* (1977) et Meeusen et Van den Broeck (1977), les distributions proposées ont été l'exponentielle et la moitié normale avec mode zéro.

Depuis, plusieurs frontières stochastiques ont été proposées pour estimer les niveaux d'efficacité technique des filières de production. Les exemples cités par Forsund *et al.* (1980) sont

Lee et Tyler (1978), Lee et Pitt (1978), Kopp et Smith (1978) et Van den Broeck *et al.* (1980). Battese (1992) a fait la remarque que les premiers travaux sur l'agriculture utilisant le concept de frontière stochastique ont été ceux de Battese et Corra (1977). Battese (1992) cite les travaux de Kalirajan (1981) dans la filière riz en Inde et de Bagui (1982a) dans la filière agricole de l'État du Tennessee aux Etats-Unis.

L'estimation de l'efficacité technique au niveau individuel par la méthode de la frontière stochastique a été considérée comme impossible jusqu'aux travaux de Jondrow *et al.* (1982), qui proposent que u_i soit calculé à partir de son espérance conditionnelle, étant donné que la valeur aléatoire de $e = v_i - u_i$ est observable. Cette espérance de u_i a été estimée pour les cas où u_i a soit une distribution exponentielle soit une moitié normale. Selon cette méthode, l'efficacité technique de chaque firme est calculée par $1 - E(u_i/v_i - u_i)$.

Etant donné que le modèle proposé pour l'estimation de la frontière stochastique de la production est de type multiplicatif, Battese et Coelli (1988) ont montré que, étant donné la valeur aléatoire de $e = v_i - u_i$, le niveau d'efficacité technique individuelle des firmes [$ET_i = \exp(-u_i)$] est estimé de façon plus satisfaisante par le calcul de l'espérance conditionnelle de $\exp(-u)$.

Les applications empiriques de cette méthode sont vastes. Des exemples en agriculture peuvent être trouvés dans les travaux de Bagi et Huang (1983), Kalirajan et Flinn (1983), Huang *et al.* (1986), Ekanayake et Jayasuriya (1987), Ekanayake (1987), Kalirajan (1989), Ali et Flinn (1989), Dawson et Lingard (1989), Kumbhakar *et al.* (1989), Bravo-Ureta et Rieger (1990) et Murua et Albisu (1993).

L'apport le plus récent au modèle est peut-être l'intégration de la variable temps dans l'analyse de l'efficacité. Auparavant, l'hypothèse la plus généralisée était que « les producteurs les plus efficaces aujourd'hui seront les plus efficaces demain ». Cependant, avec les multiples travaux de vulgarisation et d'encadrement technologique, la question de la dynamique de l'efficacité chez les producteurs revient toujours. Pitt et Lee (1981) cités par Battese (1992) ont été les premiers à formaliser ce modèle :

$$\begin{aligned}
 y_{it} &= f(x_{it}; \beta) \exp(v_{it} - u_{it}) \\
 i &= 1, 2, \dots, n \\
 t &= 1, 2, \dots, t
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Coelli (1989) a développé le logiciel *FRONTIER* pour estimer les paramètres du modèle en utilisant la technique du Maximum de vraisemblance. Ce logiciel considère les variations dans le temps,

calcule les efficacités individuelles et tient compte du problème des données manquantes, problème très particulier aux études dans le domaine de l'agriculture.

Des exemples empiriques à propos de ce modèle peuvent être trouvés dans les travaux de Dawson (1987), Battese et Coelli (1988, 1992), Dawson *et al.* (1991), Tran (1992), Millan Gomez (1993), Arias Sanpedro et Alvarez Pinilla (1993), Tran *et al.* (1993) et Neff *et al.* (1993).

III.2 Comparaison des méthodes

En général, les indices d'efficacité estimés par les méthodes stochastiques (erreurs composées estimées par la technique du Maximum de vraisemblance) sont plus stables que ceux estimés par les méthodes déterministes (programmation linéaire et méthode du Maximum de vraisemblance sans erreurs composées). Selon van den Broeck *et al.* (1980), l'explication vient de la nature même du modèle stochastique, qui fait référence à l'estimation d'une frontière moyenne entre les firmes, contrairement aux modèles déterministes qui estiment la frontière en fonction des firmes les plus performantes (*best practice function*).

Dans les méthodes paramétriques, les indices d'efficacité estimés par la méthode stochastique sont systématiquement plus élevés que les indices estimés par les méthodes déterministes. Cela s'explique par le fait que les méthodes stochastiques attribuent aux aléas une part de l'inefficacité productive estimée par les méthodes déterministes (Neff *et al.*, 1993).

Les différences qui apparaissent entre les indices d'efficacité selon que la méthode est paramétrique ou non (programmation linéaire) s'expliquent par le fait que ces dernières prennent seulement quelques firmes comme référence. C'est d'ailleurs la principale critique faite à cette méthode, à savoir de ne pas être capable de représenter la technologie de référence parmi la totalité des firmes (Neff *et al.*, 1993).

Bravo-Ureta et Rieger (1990) ont démontré qu'il existe une forte corrélation entre les indices d'efficacité estimés par les différentes méthodes. Ils ont travaillé avec les techniques de programmation linéaire (PL), un modèle déterministe utilisant la méthode MCC, autre modèle déterministe formalisé par la technique MV, et ont conclu que les modèles frontaliers sont, de manière générale, des versions avec échelle plus importante du modèle formalisé par la méthode MCC, c'est-à-dire que le rang des firmes par rapport aux niveaux d'efficacité technique est indépendant des méthodes utilisées pour leur estimation.

Par contre, Dawson (1985) a trouvé une corrélation entre méthodes moins importante en comparant deux modèles économétriques déterministes et un modèle estimé par PL. Il recommande

d'estimer les efficacités en utilisant des modèles qui rendent compte de la performance technique dans le temps, c'est-à-dire sur plusieurs années. A ce propos, Ekanayake et Jayasuriya (1987) ont montré que les méthodes déterministes surestiment la variabilité de l'efficacité technique dans le temps ; ils ont donc proposé comme méthode plus performante les modèles stochastiques. De plus, ils ont conclu que la différence entre les modèles déterministes et les modèles stochastiques provient de la relative importance de u et v dans l'erreur du modèle. Par exemple, si la composante aléatoire v devient plus importante, les deux modèles seront divergents ; par contre, si v reste relativement petit, les deux modèles donnent des résultats très similaires.

III.3 Résultats empiriques

Olson *et al.* (1980) ont montré que les frontières stochastiques de production peuvent être estimées soit par la méthode des Moindres carrés corrigés (MCC), soit par la méthode du Maximum de vraisemblance (MV) qui, à cette époque, était la plus recommandée mais aussi la plus compliquée. Récemment, le développement de logiciels comme *FRONTIER* a beaucoup aidé à surmonter le problème de l'estimation et de la mesure des indices d'efficacité technique de la production.

Les tableaux suivants présentent de manière succincte les indices estimés à partir des modèles déterministes et stochastiques proposés par la littérature courante.

Tableau 34 Frontières déterministes

Auteur	Modèle	Rangs	Moyenne
Russell et Young (1983)	Cobb-Douglas MCC	0,42-1,00	0,73
Kontos et Young (1983) ^a	Cobb-Douglas MCC	0,30-1,00	0,57
Dawson (1985)	Cobb-Douglas MCC	-	0,76
	Cobb-Douglas PL	-	0,96
Taylor <i>et al.</i> (1986)	Cobb-Douglas MV	-	0,17 et 0,18
Bravo-Ureta (1986)	Cobb-Douglas PL	0,58-1,00	0,82
Ali <i>et al.</i> (1987) ^a	Ray-Homothétie MCC	-	0,58
Ekanayake et Jayasuriya (1987)	Cobb-Douglas MCC	-	0,52
Ali et Chaudhry (1990)	Cobb-Douglas PL	-	0,80 et 0,87
Bravo-Ureta et Rieger (1990)	Cobb-Douglas PL	0,45-1,00	0,73
	Cobb-Douglas MCC	0,40-1,00	0,68
Neff <i>et al.</i> (1993)	Cobb-Douglas MV	0,57-1,00	0,83

Murua et Albisu (1993)	Cobb-Douglas MCC	0,63-1,00	0,81
Arias Sanpedro et Alvarez Pinilla (1993)	Cobb-Douglas MCC	0,51-1,00	0,73

a) Ces travaux sont cités par Battese (1992)

Tableau 35 Frontières stochastiques

Auteur	Modèle	Rang	Moyenne
Meeusen et Van den Broeck (1977) ^a	Cobb-Douglas MV	-	0,70 et 0,94
Bagi (1982a) ^b	Cobb-Douglas MV	-	0,76 et 0,85
Bagi (1982b) ^b	Translog MCC	0,92-0,95	-
Bagi et Huang (1983)	Translog MCC	0,35-0,92	0,73
	Translog MCC	0,52-0,91	0,67
Kalirajan et Flinn (1983)	Translog MV	0,38-0,91	-
Huang et Bagi (1984) ^b	Translog -	0,75-0,95	-
Taylor et Shokwiler (1986) ^b	Cobb-Douglas MV	-	0,71 et 0,70
Huang <i>et al.</i> (1986)	Cobb-Douglas MV	-	0,84 et 0,80 ^c
Kalirajan et Shand (1986) ^b	Translog MV	0,40-0,90	-
Ekanayake et Jayasuriya (1987)	Cobb-Douglas MV	-	0,81
Battese et Coelli (1988)	Cobb-Douglas MV	0,55-0,93	-
		0,30-0,93	-
Ali et Flinn (1989)	Translog MV	-	0,69 ^c
Dawson et Lingard (1989)	Cobb-Douglas MV	-	0,64 ; 0,62 ; 0,60 et 0,70
Bailey <i>et al.</i> (1989) ^b	-	-	0,88
Battese <i>et al.</i> (1989) ^b	-	0,66-0,91	0,84
Kalijaran et Shand (1989)	Translog MV	0,64-0,91	0,70
Bravo-Ureta et Rieger (1990)	Cobb-Douglas MV	0,79-0,88	0,85
Battese et Coelli (1992)	Cobb-Douglas MV	0,55-0,86	0,82
Arias San Pedro et Alvarez Pinilla (1993)	Cobb-Douglas MV	0,60-0,98	0,82
Tran <i>et al.</i> (1993)	Cobb-Douglas MV	0,16-0,95	0,59
Neff <i>et al.</i> (1993)	Cobb-Douglas MV	0,72-0,97	0,92

a) Ces travaux ont été menés hors du secteur agricole

b) Ces travaux sont cités par Battese (1992)

c) Ces indices représentent l'efficacité économique

IV Implications en matière de politique agricole

Nous présenterons ensuite quelques résultats de travaux sur l'efficacité technique de la production qui ont eu des implications très importantes en matière de politique agricole.

En matière de gaspillage des ressources rares, l'inefficacité productive est toujours importante en termes économiques au niveau du pays, mais elle ne le devient au niveau privé qu'au moment où les prix au producteur apparaissent déprimés par rapport aux coûts de production.

Les mesures de l'efficacité par la méthode des fonctions de production frontières présentent la difficulté de limiter leurs références au groupe de producteurs étudiés. Elles ne peuvent donc pas être comparées aux autres mesures de l'efficacité (Murua et Albisu, 1993). Cependant, la connaissance des facteurs qui déterminent l'efficacité fait de cette méthode un outil très puissant pour la planification des politiques agricoles. La connaissance des restrictions qui conditionnent le niveau d'efficacité technique pourrait contribuer à l'élaboration des programmes de développement et de recherche agricole (Ali et Flinn, 1989). Ces auteurs concluent que, pour élever le niveau d'efficacité moyen, les programmes de vulgarisation agricole doivent s'orienter vers les agriculteurs les moins scolarisés.

Les mesures de l'efficacité peuvent orienter la politique, dans un contexte économique donné, vers l'accroissement de la production avec le même niveau d'inputs, ou vers la baisse des coûts de production avec le même niveau de production, en fonction des intérêts du moment (Murua et Albisu, 1993). En tout cas, la compétitivité du secteur serait améliorée selon le cas au niveau national ou international.

Tran *et al.* (1993) concluent, au vu des 59 % d'efficacité technique de la production de la filière caoutchouc au VietNam, que la gestion de la production de cette matière première par l'État n'est pas attractive pour le pays, étant donné que les investissements ont été très importants.

La connaissance du niveau d'efficacité permet aux responsables de la politique de savoir jusqu'à quel niveau la production pourrait être accrue dans le secteur étudié sans augmenter l'utilisation des ressources, mais seulement en réorganisant le secteur. Cela sera bien évidemment le résultat d'une modification des variables restrictives du niveau d'efficacité. Lau et Yotopoulos (1971) par exemple, au cours de leurs travaux en Inde, ont trouvé que les petits producteurs (moins de 10 acres) ont les meilleurs niveaux d'efficacité technique et d'allocation ; ils en ont donc conclu que des régulations sur la taille des exploitations pourraient être favorables au secteur agricole de l'Inde.

A ce propos, Bravo-Ureta (1986), en étudiant le secteur laitier de New-England aux Etats-Unis, par contre, arrive à la conclusion que « ... même si les économies d'échelle réalisées se trouvent être

légèrement plus importantes que l'unité, la taille de la ferme et l'efficacité technique sont des variables indépendantes en termes statistiques ». Cette conclusion a permis d'expliquer la tendance actuelle aux grandes exploitations laitières par le fait que la disparition des petites exploitations est une conséquence du faible niveau de marge plutôt que de niveaux d'efficacité moins élevés dans ce type d'exploitations.

Ce même auteur arrive à la conclusion que la politique des prix laitiers, dont la tendance était à la baisse à cette époque, ne donnerait pas les résultats espérés (une réduction de l'offre laitière aux Etats-Unis) parce qu'une dépression des prix provoquerait l'amélioration de l'efficacité (estimée à 82 % dans l'étude). L'impact de la politique en termes de réduction de l'offre laitière serait donc moins important que prévu.

A ce propos, Dawson (1987) trouve des résultats similaires en Angleterre. Cet auteur conclut que la tendance était d'une part à de grandes exploitations et d'autre part à l'amélioration de l'efficacité par le biais de l'innovation technologique. Il affirme que la connaissance des niveaux d'efficacité régionaux est très importante pour les responsables des programmes de politique parce qu'elle donne des indications sur les niveaux d'output potentiels.

Lingard *et al.* (1983) arrivent à la conclusion qu'une des solutions au problème de la productivité des exploitations de riz à Central Luzon aux Philippines était la mise en œuvre de programmes de vulgarisation, surtout dans ce milieu où le problème principal semble être le management.

Un argument important et très utilisé contre le réformisme foncier est que les grandes exploitations sont plus efficaces que les petites. Si cela est vrai, le réformisme foncier ne peut pas atteindre en même temps des objectifs d'équité et d'efficacité. Cependant, la relative efficacité des grandes fermes peut être une illusion si la politique agricole est orientée en faveur de ce type d'exploitations, de telle façon que leur relative efficacité devient une conséquence des imperfections du marché (Khan et Maki, 1979¹). Si l'efficacité est le critère principal, les implications de ces résultats en matière de politique agricole vont dans le sens d'un encouragement des grandes exploitations; ou du moins, la réforme foncière ne peut pas être guidée uniquement par des critères d'équité, mais doit aussi l'être par les effets possibles sur les niveaux d'efficacité.

Les mêmes auteurs signalent que l'avantage comparatif des grandes exploitations provient de possibilités plus larges d'obtenir et d'utiliser des informations sur les inputs, les nouvelles technologies et le crédit. Or, cet avantage s'explique dans la plupart des cas par les effets des politiques agri-

¹Ces auteurs ont trouvé, dans leurs travaux au Pakistan, que les grandes exploitations sont plus efficaces que les petites.

coles et par des structures agraires pas nécessairement corrélées à la taille des exploitations.

Les études sur l'efficacité peuvent être appliquées *ex ante* pour orienter les programmes, mais aussi *ex post* pour les réorienter. Voir les travaux de Lund et Hill (1979), Khan et Maki (1979), Bagi (1981), Taylor *et al.* (1986), Ekanayake (1987), Dawson et Lingard (1989), Dawson *et al.* (1991), Tran (1992) et Battese et Coelli (1992) par exemple.

Taylor *et al.* (1986) ont montré que les niveaux d'efficacité technique de la production entre participants et non participants d'un programme de crédit agricole au Brésil ne sont pas différents. Ils ont en outre trouvé que le niveau d'efficacité prix (ou efficacité d'allocation) chez les producteurs participants est plus faible. Ces résultats peuvent donner lieu à la réorientation des politiques de crédit agricole : par exemple, pour expliquer ces résultats, ces auteurs ont décelé des barrières au niveau technologique qui n'ont pas permis au crédit d'avoir l'impact espéré.

V La fonction de production et les cultures pérennes

L'approche la plus utilisée pour modéliser la fonction de production des cultures pérennes est celle de la forme fonctionnelle de type *Cobb-Douglas*. On en trouvera des exemples dans les travaux de Chandrasiri *et al.* (1977), Tran (1992) et Tran *et al.* (1993) sur le caoutchouc et Peerdeman (1989) sur le café.

Chandrasiri *et al.* (1977) ont proposé comme variables explicatives de la production de latex l'âge des arbres, la densité de population, l'aire plantée avec des arbres adultes et la fréquence de récolte. Tran (1992) et Tran *et al.* (1993) ont proposé en complément au modèle de Chandrasiri la quantité de main-d'œuvre, le tonnage d'ure et les coûts de transport du latex. De plus, ils ont proposé d'introduire l'estimation du stock d'arbres en production en pondérant les différents groupes d'arbres selon leur âge et leur capacité productive. Trois alternatives méthodologiques différentes ont été testées : tous les arbres sont également productifs ; chaque groupe d'arbres est pondéré selon sa capacité productive en accord avec les critères agronomiques des experts ; on laisse le modèle déterminer leur pondération en fonction des données.

Peerleman (1989) quant à lui, a proposé comme variables explicatives la superficie, les intrants agricoles, la main-d'œuvre et la population des arbustes.

VI L'explication de l'efficacité

La mesure de l'efficacité technique est un indice très spécifique du groupe d'agriculteurs étudiés, et c'est pour cette raison qu'il lui manque une valeur comparative déterminée hors échantillon. Cependant, le rapport entre facteurs restrictifs et niveaux d'efficacité est toujours plus ou moins similaire, comme le montre la littérature courante, ce qui accorde à l'étude un caractère prospectif.

En ce qui concerne la disponibilité des facteurs pour le groupe des petits producteurs, la taille des exploitations est peut-être la variable la plus approximative, bien qu'elle soit très utilisée dans les études cherchant à expliquer l'efficacité technique. On peut trouver des analyses du rapport entre taille et efficacité dans les travaux de Khan et Maki (1979), Doran (1985), Huang *et al.* (1986), Byrnes *et al.* (1987), Ali et Flinn (1989) et Bravo-Ureta et Rieger (1990). Ces résultats ne sont pas concluants dans la mesure où ils sont contradictoires. Par exemple, Khan et Maki (1979) et Huang *et al.* (1986) sont arrivés à la conclusion que les petites exploitations (moins de 5,5 ha de superficie cultivable) sont moins efficaces que les grandes exploitations, tandis que Byrnes *et al.* (1987) et Ali et Flinn (1989) ont trouvé qu'il n'y a pas de différence significative de niveau d'efficacité entre les petites et les grandes exploitations. Cela signifie qu'une contrainte complémentaire à la taille des exploitations détermine le niveau d'efficacité observable.

L'éducation (années d'éducation formelle) et l'expérience (années d'expérience en management) sont dans une certaine mesure substituables et jouent un rôle très important dans la définition de l'efficacité (Stefanou et Saxena, 1983). On pourra trouver des développements sur l'éducation en tant que variable explicative de l'efficacité dans les travaux de Lingard *et al.* (1983), Ekanayake (1987), Stefanou et Saxena (1983), Ali et Flinn (1989) et Ali et Chaudhry (1990), qui tous accordent une place de première importance à l'éducation comme facteur explicatif du niveau d'efficacité. Par exemple, Ali et Flinn (1989) montrent que l'éducation a été le facteur le plus important dans l'explication de la variabilité du niveau d'efficacité : ils ont trouvé que la contribution de ce facteur au coefficient de détermination multiple R^2 était de 31 %, tandis que le facteur venant en deuxième position est la disponibilité en moyens d'irrigation, avec seulement 12 %. Ali (1988) cité par Ali et Chaudhry (1990) a évalué à 15 % le taux interne de rendement du facteur éducation des agriculteurs. Diverses études cherchant à expliquer les niveaux d'efficacité ont considéré comme faisant partie des facteurs explicatifs les plus importants la situation foncière, l'accès au crédit, les activités hors agriculture, le type de sol, la disponibilité en ressources comme la mécanisation, les puits, etc. En général, la plupart des auteurs sont d'accord avec l'introduction de variables agro-climatiques dans les modèles de la fonction de production frontière, afin non seulement de mieux estimer les niveaux d'efficacité technique mais aussi d'expliquer avec une meilleure précision leur variabilité.

VII Détermination de l'efficacité technique des exploitations

Comme déjà signalé, l'estimation de l'efficacité technique de la production a donc été conduite comme une approximation empirique de la productivité globale des facteurs. La modélisation économétrique de la fonction de production du café a été justifiée par le fait qu'en moyenne 75 % des superficies cultivées par les agriculteurs étudiés sont plantées en café.

VII.1 Le modèle et les données

Rappelons que la classification des exploitations et l'étude de leurs trajectoires ont été rendues possibles grâce aux enquêtes réalisées sur le même échantillon en 1991 et 1994. Ces enquêtes ont permis de collecter des données sur les niveaux d'utilisation de facteurs de production comme la terre, le capital et le travail mis en valeur par chaque ferme, et leur niveau respectif de production de café. On rappellera aussi que la zone d'étude (Nueva Santa Rosa) a été choisie par l'ANACAFE comme étant représentative des petits producteurs. Elle est située à 72 km de la ville de Guatemala, dans la région sud-est du pays. L'altitude est de 1 100 m et le niveau de pluviosité moyen est de 1 200 mm. Les conditions édaphologiques sont considérées comme adéquates pour la culture du café.

La collecte de ces informations a permis de formaliser les fonctions de production frontières déterministes et stochastiques proposées par la littérature à partir du modèle suivant :

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln S_{it} + \beta_2 \ln F_{it} + \beta_3 \ln L_{it} + E$$

où i représente la i ème exploitation ($i=1, \dots, 54$) et t la t ème période ($t = 1, 2$) ; β est le coefficient estimé par la régression ; Y représente la production totale en quintaux² de café-cerise à la récolte ; S représente la superficie cultivée et récoltée mesurée en manzanas ; F représente la quantité de fertilisants chimiques appliqués sur la plantation au cours de la campagne agricole étudiée (en quintaux) ; L représente le nombre total de journées de travail consacrées au sarclage, à la fertilisation et à la récolte, c'est-à-dire, la main-d'œuvre de pré-récolte et de récolte, sans différenciation entre le travail familial et le travail contractuel (on suppose qu'il y a pas de différence de niveau de productivité entre un et l'autre). Néanmoins, on a considéré une certaine différence de productivité entre les hommes, les femmes et les enfants, surtout à la récolte, les femmes représentant 0,75 % et les enfants de moins de 12 ans 0,50 % de la productivité des hommes.

²Rappelons qu'un quintal égale 45 kg

Enfin, E représente la variation aléatoire du modèle. Dans le cas du modèle déterministe, cette erreur représente le niveau d'inefficacité technique de la production et sera donc représentée par le terme $-ui$ (modèle 1). Par contre, dans le cas du modèle stochastique, cette erreur sera décomposée en une variable aléatoire proprement dite et une variable qui mesure le niveau d'inefficacité technique. Au terme *erreur* se substituera donc le terme $V_i - U_i$ (modèle 2)³.

La forme fonctionnelle utilisée est du type *Cobb-Douglas*. L'estimation des paramètres dans le cas du modèle déterministe utilise la méthode des Moindres carrés corrigés (MCC), et dans le cas du modèle stochastique celle du Maximum de vraisemblance (MV). Le calcul des paramètres du modèle et des niveaux d'efficacité dans ce dernier cas se fait en utilisant le logiciel *FRONTIER* version 2.0 (Coelli, 1991). Le modèle retenu par ce logiciel est celui proposé par Battese et Coelli (1992) qui représente la formalisation du modèle (3) de Pitt et Lee (1981). Pour en savoir plus, le lecteur intéressé par les aspects mathématiques du modèle peut se référer aux travaux de Battese et Coelli (1992).

VII.2 Résultats et discussion

La théorie de base du concept frontalière est, comme déjà signalé, la fonction de production. Son évaluation permet donc de tirer quelques conclusions sur l'importance du niveau d'intensification de la production au cours de la période étudiée.

VII.2.1 La fonction de production

En utilisant la forme fonctionnelle Cobb-Douglas, on a formalisé la fonction de production propre aux petits producteurs de café du Guatemala. L'équation linéarisée pour 1991 est la suivante :

$$\begin{aligned} \ln Y &= 0,59 + 0,33 \ln S + 0,22 \ln F + 0,47 \ln L + E \\ t \text{ valeur} &= \quad \quad (3,00) \quad \quad (6,11) \quad \quad (5,22) \\ R^2 &= 0,91 \\ \text{Valeur critique} &= 2,42 \text{ (1 \% de signification)} \\ F \text{ valeur} &= 166 \\ D-W &= 2,12 \end{aligned}$$

Les trois coefficients productifs (élasticités de la production), ainsi que la signification globale du modèle sont statistiquement importants, même à 1 %. Le modèle a été validé statistiquement par

³Ces modèles sont présentés dans le paragraphe *Développement du concept...* des chapitres *Frontières déterministes et statistiques* et *Frontières stochastiques*

auto-corrélation avec le test statistique *D-W* (Durbin-Watson). L'auto-corrélation négative des résidus a été écartée, puisque la valeur *D-W* (2,12) est inférieure à la valeur du paramètre *4-du* (2,49). Le lecteur intéressé pourra se référer aux travaux de Gujarati (1988 : 377). L'analyse du tableau de corrélations révèle des problèmes de multi-colinéarité entre les variables explicatives, ce qui peut affecter la valeur estimée des coefficients. Néanmoins dans les fonctions de production en agriculture, ce haut niveau de multi-colinéarité est déjà une validation empirique du modèle (Doll, 1974) : d'une manière générale, les grandes exploitations sont toujours associées à de fortes utilisations de main-d'œuvre et d'inputs en général. La colinéarité entre les inputs peut être acceptée si les élasticités de production montrent un comportement compatible avec les pratiques de culture au champ (Lingard *et al.*, 1983).

L'équation linéarisée de la fonction de production pour l'année 1994 est la suivante :

$$\begin{aligned} \ln Y &= 1,90 + 0,56 \ln S - 0,01 \ln F + 0,51 \ln L + E \\ t \text{ valeur} &= (4,31) \quad (0,11) \quad (4,64) \\ R^2 &= 0,87 \\ \text{Valeur critique} &= 2,42 \text{ (1 \% de signification)} \\ F \text{ Valeur} &= 109 \\ D-W &= 2,10 \end{aligned}$$

Les élasticités de production estimées pour les facteurs de production superficie et travail sont encore très significatives, mais l'élasticité de production du facteur fertilisation est maintenant égale à zéro. La capacité explicative de la variance de la production du modèle a diminué par rapport à l'équation précédente (le coefficient de détermination R^2 est passé de 0,91 à 0,87), ce qui s'explique par le fait que la variabilité de la production a été plus erratique au cours de cette année en raison d'une utilisation des engrais plus limitée et d'un taux d'adoption de variétés sélectionnées plus élevé, comme on le verra plus loin. La signification globale du modèle est encore très haute. Les commentaires sur la validation statistique et empirique du modèle sont validés une fois de plus.

Le **Tableau 36** présente des élasticités de production estimées pour chaque période étudiée ainsi que les rendements à l'échelle observés.

Tableau 36 Elasticités de production estimées par la méthode de la fonction de production, et rendements à l'échelle des petits producteurs de café du Guatemala

Input	1991	1994
Surface cultivée	0,33	0,56
Fertilisants	0,22	-0,01
Main-d'œuvre	0,47	0,51
Rendement à l'échelle	1,02	1,06

On observe de petites économies d'échelle, mais les résultats ne sont pas concluants parce que l'étude se limite aux niveaux d'intrants observés pendant une période de crise des prix. Il est donc possible d'obtenir des économies d'échelle avec des niveaux d'utilisation des intrants plus élevés, ce qui est bien évidemment le cas quand on sait que la période étudiée représente le plus fort de la crise, et donc le niveau d'utilisation des intrants le plus bas.

L'analyse des élasticités montre que d'une production basée sur les trois facteurs productifs inclus dans la fonction de production, on est passé à une production plutôt extensive basée sur la superficie cultivée : le coefficient de production du facteur terre est passé de 0,33 à 0,56, c'est-à-dire que la réponse de la production aux variations unitaires de la superficie cultivée a presque proportionnellement doublé au cours de la période. L'importance du facteur travail reste similaire, ce qui est bien évidemment le résultat de la réponse des producteurs face à la crise des prix.

VII.2.2 Les fonctions de production frontières

Deux méthodes ont été utilisées pour estimer les fonctions de production frontières, pour ensuite arriver à l'estimation des indices d'efficacité technique de la production.

La première méthode a été proposée par Greene (1980a) et Gabrielson (1975) cité par Forsund *et al.* (1980). Ces auteurs proposent d'estimer la fonction de production frontière à partir d'un modèle déterministe et statistique par la méthode des Moindres carrés, puis de corriger le terme constant jusqu'au point où tous les résidus sont négatifs et un seul est nul. C'est la technique identifiée ci-dessus comme MCC.

La deuxième méthode a été celle proposée par Battese et Coelli (1992), qui ont estimé les niveaux d'efficacité en formalisant un modèle avec fonction de production frontière stochastique. On a utilisé le logiciel *FRONTIER* pour estimer les paramètres du modèle en utilisant la technique du Maximum de vraisemblance : ce logiciel prend en compte les variations dans le temps, calcule les

efficacités individuelles en supposant différentes contraintes à propos de la distribution des résidus des modèles, et tient compte du problème des données manquantes, très particulier aux études dans le domaine de l'agriculture.

Les indices d'efficacité technique de la production de chaque exploitation ont été estimés en utilisant la méthode proposée par Timmer (1970) ; selon cet auteur, l'efficacité technique pour l'exploitation i est le rapport entre la production observée et la production potentielle (frontière, soit déterministe soit stochastique) d'une exploitation pour un niveau donné d'inputs. Elle montre donc la quantité d'output supplémentaire que l'exploitation pourrait obtenir si elle était à la frontière.

VII.2.3 L'efficacité technique de la production

a. La méthode déterministe

Pour observer la performance des méthodes dans le cas d'une application empirique, les résultats du modèle déterministe ont été comparés aux résultats du modèle stochastique. Comme l'hypothèse d'une distribution normale des résidus (c'est-à-dire, la moitié normale avec mode zéro) est prise en compte par la méthode des Moindres carrés, la comparaison a été faite en tenant compte de cette distribution. Néanmoins, ce modèle a été largement dépassé sur le plan de la signification statistique par le modèle complet présenté par Battese et Coelli (1992), c'est-à-dire avec une distribution des résidus tronquée mais avec un mode différent de zéro. Cela donne peu de crédibilité au modèle déterministe puisque l'hypothèse de départ sur la distribution des résidus a été rejetée. C'est pour cette raison que la discussion des résultats et les conclusions seront fondées sur les résultats du modèle stochastique.

Néanmoins, pour l'intérêt académique, on fera quelques remarques sur les résultats du modèle déterministe. Comme prévu par la littérature (Battese, 1992), la moyenne des niveaux d'efficacité du modèle déterministe est plus faible que celle du modèle stochastique (respectivement 0,62 contre 0,76 pour l'année 1991 et 0,56 contre 0,71 pour l'année 1994). La raison en est que pour le modèle déterministe, le niveau d'inefficacité ne rend pas compte des effets aléatoires que l'exploitation ne contrôle pas. Ces effets étant par contre considérés comme sources d'inefficacité, le niveau d'efficacité des exploitations est sous-estimé : par exemple, le modèle stochastique comparé indique que le niveau des effets aléatoires est de 15 %, c'est-à-dire que du niveau total d'inefficacité estimé par le modèle déterministe, 15 % peut être attribué à des problèmes non contrôlés par les exploitants.

b. La méthode stochastique

Pour arriver à un modèle mieux adapté aux données, on a formalisé quatre modèles proposés comme optionnels par la littérature et présentés de manière détaillée dans le **Tableau 37**.

Tableau 37 Estimation par la technique du Maximum de vraisemblance des paramètres des fonctions stochastiques de production frontières des petits producteurs de café du Guatemala

Variable	Paramètre	Modèle 1 ^a	Modèle 2 ^a	Modèle 3 ^a	Modèle 4 ^a
Constante	β_0	0,71 (0,35)	0,59 (0,37)	0,78 (0,40)	0,77 (0,35)
Superficie	β_1	0,25 (0,09)	0,13 (0,09)	0,3 (0,09)	0,21 (0,08)
Engrais	β_2	0,14 (0,03)	0,14 (0,02)	0,16 (0,03)	0,16 (0,02)
Travail	β_3	0,62 (0,07)	0,72 (0,08)	0,57 (0,08)	0,65 (0,06)
Sigma ²	$\sigma^2_s = \sigma^2_v + \sigma^2$	0,20 (0,05)	0,1 (0,02)	0,26 (0,03)	0,11 (0,02)
Gamma	$\gamma = \sigma^2 / \sigma^2_s$	0,81 (0,08)	0,69 (0,09)	0,85 (0,04)	0,76 (0,08)
Mu	μ	0	0,64 (0,23)	0	0,66 (0,11)
Eta	η	0	0	-0,21 (0,08)	-0,21 (0,04)
Log (MV)		-13,86	-10,15	-9,84	-2,59

a) le chiffre entre parenthèses représente l'écart-type des paramètres estimés

β est le coefficient de la fonction de production frontière évalué par la technique du Maximum de vraisemblance ; σ^2 ($\sigma^2_s = \sigma^2_v + \sigma^2$) rend compte de la variance totale des résidus, c'est-à-dire la variance due aux facteurs aléatoires plus celle due aux inefficacités techniques de la production ; gamma ($\gamma = \sigma^2 / \sigma^2_s$) rend donc compte de la variance des résidus imputée à l'inefficacité au niveau moyen ; μ rend compte de la forme de la distribution de la composante résiduelle due à l'inefficacité u_i ; enfin, η rend compte de la variabilité moyenne du niveau d'efficacité de la production entre les différentes périodes étudiées.

De manière générale, le modèle 4 obtient les estimations les plus significatives et le log-valeur de Maximum de vraisemblance le plus important. Cela est confirmé par les tests statistiques présentés dans le **Tableau 38**. Les hypothèses évaluées font référence aux contraintes imposées sur la distribu-

tion de la composante résiduelle u_i . Le test utilisé a été celui de Khi-2 parce que les écart-types des coefficients estimés sont seulement des approximations (Coelli, 1991).

Tableau 38 Test des hypothèses sur les paramètres qui rendent compte de la distribution de la composante résiduelle u_i due à l'inefficacité

Modèle	Contraintes	Degré de liberté	Khi-2 (valeur)	Khi-2 (stat.) ^a	Différence
1	$\mu=0, \eta=0$	1	16,65	7,88	8,77
2	$\mu=0, \eta \neq 0$	2	24,69	10,6	14,09
3	$\mu \neq 0, \eta=0$	2	24,07	10,6	13,47
4	$\mu, \eta \neq 0$	3	39,21	12,84	26,37 ^b

a) Niveau de signification de 0,5 %

b) Modèle choisi

C'est le modèle 4 qui a été retenu, même si l'on considère que les quatre modèles dépassent largement le niveau de signification statistique retenu, parce que d'une part c'est celui qui présente la différence la plus importante et d'autre part le "t-test" particulier à l'inclusion du paramètre μ est très significatif, même à 1 %, quand on le compare au modèle 3.

Le paramètre gamma du modèle retenu montre que le niveau moyen (76 %) de la variation en output par rapport à la frontière est dû aux inefficacités technologiques et que 24 % provient d'aléas que les exploitations ne contrôlent pas. La méthode déterministe est donc rejetée, comme déjà expliqué ci-dessus, puisque le niveau de la composante aléatoire v_i des résidus est non négligeable.

Les paramètres de la distribution de la composante u_i du terme résiduel (μ et η) montrent que :

- u_i , qui est par définition non négatif, présente une distribution Normale tronquée (μ, σ^2) ;
- leur structure permet la variation entre périodes. Pour ce dernier paramètre, le signe négatif ainsi que sa signification statistique indiquent que le niveau d'efficacité a baissé d'une période à l'autre.

Un dernier commentaire que l'on peut faire à propos de la fonction de production frontière choisie (modèle 4) est qu'elle présente une élasticité de production par rapport aux facteurs étudiés (rendements à l'échelle) de 1,02, élasticité comparable à l'élasticité évaluée par la méthode des Moindres carrés pour l'année 1991 (1,02) et présentée ci-dessus, et légèrement inférieure à celle évaluée pour l'année 1994 (1,06). La composition est différente parce qu'ici, elle rend compte des deux périodes étudiées. Comme l'accent a été mis sur la trajectoire des exploitations au cours de la période, on va retenir les élasticités de chaque période plutôt que celle de la période complète. En tout cas, elles montrent aussi de petites économies d'échelle.

c. Les indices d'efficacité

Nous présenterons ensuite les résultats obtenus à partir de la fonction de production frontière formalisée d'après la méthode stochastique (**Tableau 39**). Comme prévu par la littérature (Battese et Coelli, 1992 ; Tran *et al.*, 1992 ; Kalirajan et Shand, 1989 entre autres), même si la structure de la distribution des résidus permet la variabilité des niveaux d'efficacité au cours des différentes périodes, le positionnement des niveaux d'efficacité des exploitations reste toujours le même. Cela suggère que le modèle stochastique réussit bien à dissocier les problèmes aléatoires quand ils existent. On pense donc que la variabilité des niveaux d'efficacité s'explique plutôt par des facteurs structurels plus stables et propres à chaque exploitation, comme on le verra plus loin.

Tableau 39 Fréquences et pourcentages des différents niveaux d'efficacité technique de la production de café chez les petits producteurs du Guatemala, pour chaque période étudiée

Efficacité technique	1991		1994	
	Fréquence	Pourcentage	Fréquence	Pourcentage
0,3-0,4	1	1,85	6	11,11
0,4-0,5	11	20,37	21	38,89
0,5-0,6	20	37,04	12	22,22
0,6-0,7	11	20,37	7	12,96
0,7-0,8	6	11,11	5	9,26
0,8-0,9	5	9,26	3	5,56
Total	54	100	54	100

Des valeurs extrêmes ont été trouvées pour 1991 : le minimum est de 0,390 et le maximum de 0,879, avec une moyenne de 0,596, tandis que pour 1994 ces valeurs extrêmes sont déplacées vers le bas : 0,314 et 0,854 respectivement et une moyenne de 0,533. Cela montre une baisse des niveaux

d'efficacité, comme déjà observé au moment de la discussion sur le niveau de signification statistique du paramètre estimé (η) du modèle choisi. Toujours sur le **Tableau 39**, on observe que le rang modal s'est aussi déplacé de 0,5-0,6 en 1991 à 0,4-0,5 en 1994.

VII.2.4 Explication de l'efficacité technique de la production

Comme déjà indiqué dans les chapitres précédents, la mesure de l'efficacité technique étant un indice très spécifique du groupe d'agriculteurs étudiés, il lui manque une valeur de comparaison avec des valeurs calculées hors échantillon.

La méthodologie suivie pour expliquer l'efficacité est celle proposée par Lingard *et al.* (1983), Ekanayake (1987), Kalijaran et Shand (1989) entre autres. Ces auteurs ont appliqué des régressions sur le niveau d'efficacité de plusieurs variables comme la disponibilité en terre, la qualité du sol, le niveau de scolarisation, l'expérience des agriculteurs, l'accès au crédit, etc. ; de plus, ils ont analysé la puissance explicative du modèle.

Dans cette étude, le modèle mathématique proposé est le suivant :

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X1_{it} + \beta_2 X2_{it} + \beta_3 X3_{it} + \beta_4 X4_{it} + \beta_5 D5 + \beta_6 D6 + \beta_7 D7 + \beta_8 D8 + \beta_9 D9 + \epsilon_{it}$$

où Y représente les indices d'efficacité technique

$X1$ = superficie en café récoltée (en mz)

$X2$ = âge pondéré de la plantation (en années)

$X3$ = âge des producteurs (en années)

$X4$ = expérience des producteurs (en années de pratique agricole)

$D5$ = variable artificielle (*Dummy variable*) qui rend compte de la scolarisation des producteurs :

1 = scolarisé

0 = non scolarisé

$D6$ = variable artificielle qui rend compte de la variété plantée :

1 = variété sélectionnée

0 = variété traditionnelle + sélectionnée

$D7$ = variable artificielle qui rend compte de la qualité du sol :

1 = villages avec sol de bonne qualité (Espitia Barrera, Anonillo et Chapas)

0 = villages avec sol de mauvaise qualité (Portezuelo, Espitia Real et Ojo de Agua)

$D8$ = variable artificielle qui rend compte du niveau d'intensification des exploitations :

1 = exploitations qui appartiennent aux groupes considérés comme les plus intensifiés⁴ : "Capitalisés", "Jeunes" et "Diversifiés"

0 = exploitations qui appartiennent aux groupes considérés comme les moins intensifiés : "Traditionnels", "Aînés" et "Semi-prolétaires".

$D9$ = variable artificielle qui rend compte de la période analysée :

1 = deuxième période (1994)

0 = première période (1991)

⁴voir la typologie proposée par Méndez et Benoit-Cattin (1994) d'après la deuxième partie de la thèse

ϵ = erreur du modèle qui représente le terme aléatoire non expliqué

i représente la i ème exploitation ($i=1...54$) et t représente la période ($t = 1, 2$). β est le coefficient évalué par la régression.

Le **Tableau 40** présente de manière succincte les résultats de la régression. La puissance explicative du modèle n'est que de 48 %. Des résultats similaires sont trouvés dans la littérature courante : Lingard *et al.* (1983) 23 %, Kalirajan et Shand (1989) 40 %. Si l'on considère que la modélisation mathématique de l'efficacité technique n'inclut pas les variables qualitatives qui viennent à l'esprit (capacité de gestion, par exemple), on peut conclure que la puissance explicative du modèle est bonne.

Tableau 40 Sources de variation des niveaux d'efficacité technique de la production de café des petits producteurs du Guatemala

Variables	Coefficients (β)	Signification statistique	Apport partiel
Superficie cultivée	0,0002 (0,07)	NS 94,20 %	0,01 %
Age de la plantation	0,0058 (3,88)	b	13,29 %
Age des producteurs	-0,0044 (-3,16)	b	9,25 %
Années d'expérience	0,0023 (1,58)	NS 11,21 %	2,50 %
Scolarisation	0,112 (4,55)	b	17,44 %
Variété plantée	0,077 (2,86)	b	7,71 %
Qualité du sol	0,051 (2,18)	a	4,61 %
Niveau d'intensification	0,029 (1,27)	NS 20,38 %	1,62 %
Période	-0,034 (-1,47)	NS 14,04 %	2,16 %
Puissance explicative (R^2)	0,48 ($F=10,17$)	b	

(Le terme entre parenthèses correspond à la valeur de t)

a) Significatif au niveau de 5 %.

b) Significatif au niveau de 1 %.

Statistiquement, le modèle ne rencontre pas de problèmes de multi-colinéarité entre variables explicatives, excepté entre l'âge des producteurs et les années d'expérience comme agriculteur (le coefficient de corrélation entre ces variables est de 0,83). Ces deux variables ont été laissées dans le modèle parce que d'une part elles contribuent de manière non négligeable à expliquer la variance des niveaux d'efficacité des exploitants, et d'autre part elles font ressortir un certain degré de substituabilité entre l'expérience et la scolarisation. De même, on a accepté que l'autocorrélation négative des résidus du modèle ne soit pas évidente parce que la valeur estimée pour le paramètre $D-W$ (2,20) est moins importante que la valeur statistique $4-du$ (2,26).

De manière globale et après analyse de variance de la régression, la signification du modèle est très importante ($F=10,17$), même si le coefficient de détermination multiple R^2 (0,48) paraît faible.

En ce qui concerne les apports partiels de chaque variable à l'explication de l'efficacité, on observe que la scolarisation contribue à 17,44 %, l'âge de la plantation à 13,29 %, l'âge des producteurs à 9,25 % et la variété plantée à 7,71 %. Tous ces coefficients sont significatifs, même à 1 %. La qualité du sol contribue de manière partielle à l'explication de l'efficacité (4,61 %) et son coefficient est significatif à 5 %.

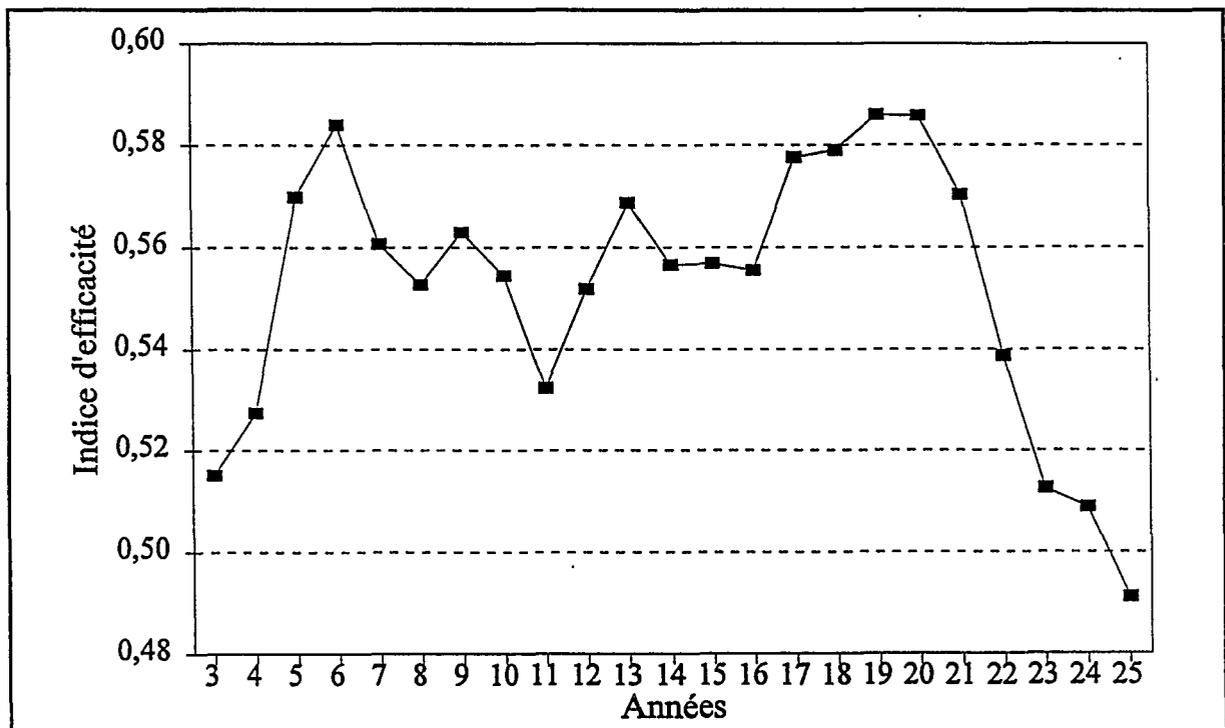
La superficie cultivée et le niveau d'intensification n'apportent pas une contribution importante à l'explication de l'efficacité, c'est-à-dire que ni le niveau de disponibilité en terre ni le niveau d'adoption de technologies plus exigeantes en capital n'ont un rapport important avec le niveau d'efficacité des exploitations. La variable artificielle *période* montre que l'efficacité diminue dans le temps, mais elle ne devient importante qu'à 14,04 %.

L'expérience comme agriculteur ne devient significative qu'à 11,21 %. Comme déjà souligné, cette variable est corrélée positivement avec l'âge des producteurs. Cependant, contrairement à ce dernier, elle présente une relation positive avec l'efficacité technique de la production. Cela suggère une légère influence des années d'expérience des exploitants sur leurs niveaux d'efficacité, surtout chez les producteurs non scolarisés, ce qu'on a pu vérifier en observant que les producteurs scolarisés ont en moyenne une expérience moindre en termes d'années de travail dans l'agriculture (31 et 39 années, respectivement). On peut donc supposer un certain degré de substituabilité entre expérience et scolarisation quant à leur influence sur le niveau d'efficacité. Stefanou et Saxena (1988) ont trouvé des résultats similaires.

L'interprétation des coefficients β des variables statistiquement significatives donne la possibilité d'expliquer de manière prospective l'efficacité de la production des petits producteurs de café au Guatemala.

a. L'âge de la plantation

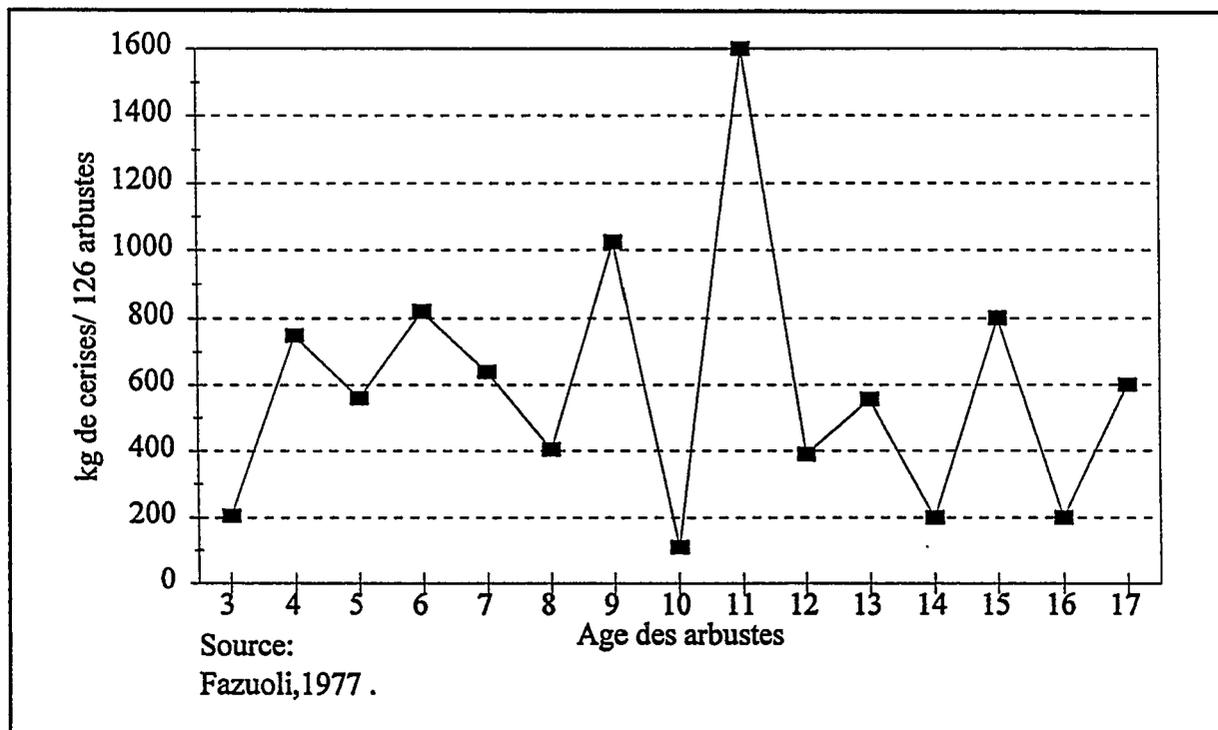
L'efficacité de la production augmente au fur et à mesure que l'âge de la plantation augmente (Graphique 18). Elle montre une tendance prononcée à la hausse dès la troisième année (première période de récolte) jusqu'à la sixième année, à partir de laquelle le niveau d'efficacité se stabilise à environ 56 %. On observe aussi une petite tendance à la baisse à partir de la neuvième année ; des caractéristiques biologiques et agronomiques peuvent expliquer ce phénomène : le caféier accuse une fatigue physiologique après les cinq ou six récoltes précédentes et il devient nécessaire de tailler les arbustes. Finalement, on observe une tendance irréversible à la baisse à partir de la vingtième année.



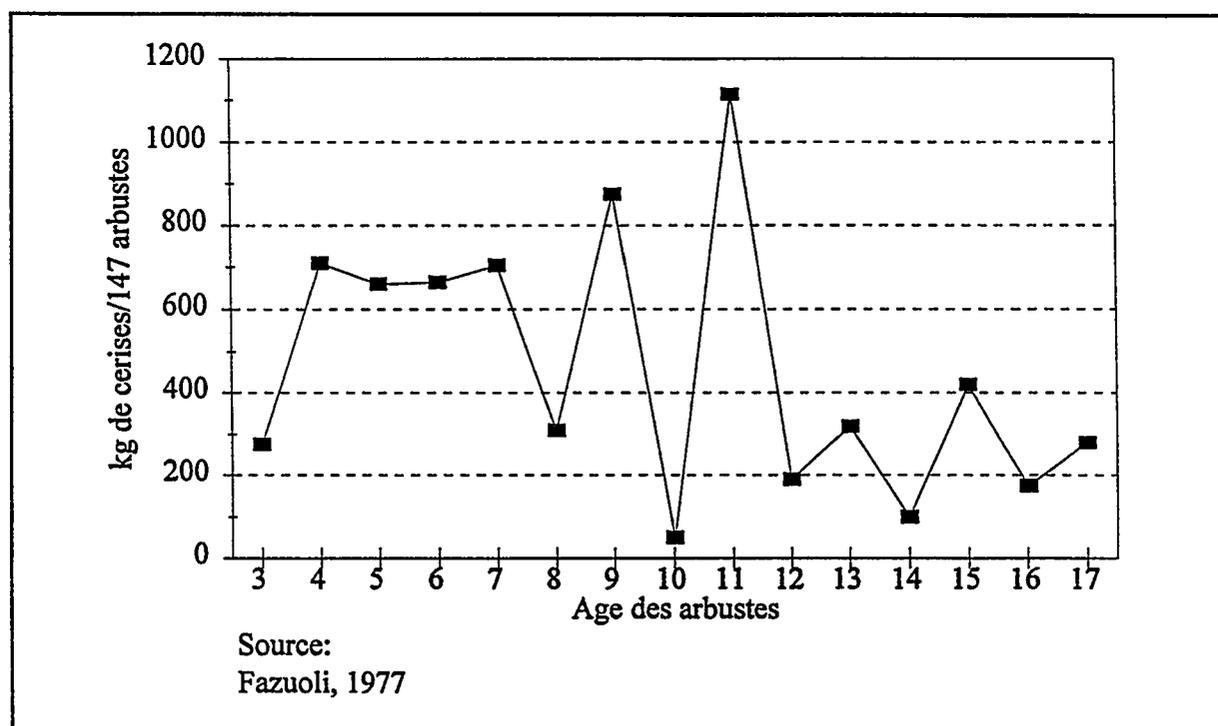
Graphique 18. Rapport entre l'efficacité productive et l'âge de la plantation

En travaillant au Brésil sur différents types de la variété "Bourbon"⁵, Fazuoli (1977) a trouvé un comportement de la production en fonction de l'âge de la plante similaire à ce qui est montré Graphique 18 (Graphique 19 et Graphique 20). Ces résultats sont donnés en kilos de cerises des caféiers en libre croissance, pratique comparable à celle des petits producteurs les plus traditionnels.

⁵La variété "Bourbon" est considérée comme la plus généralisée dans le milieu des petits producteurs et comme une variété traditionnelle.

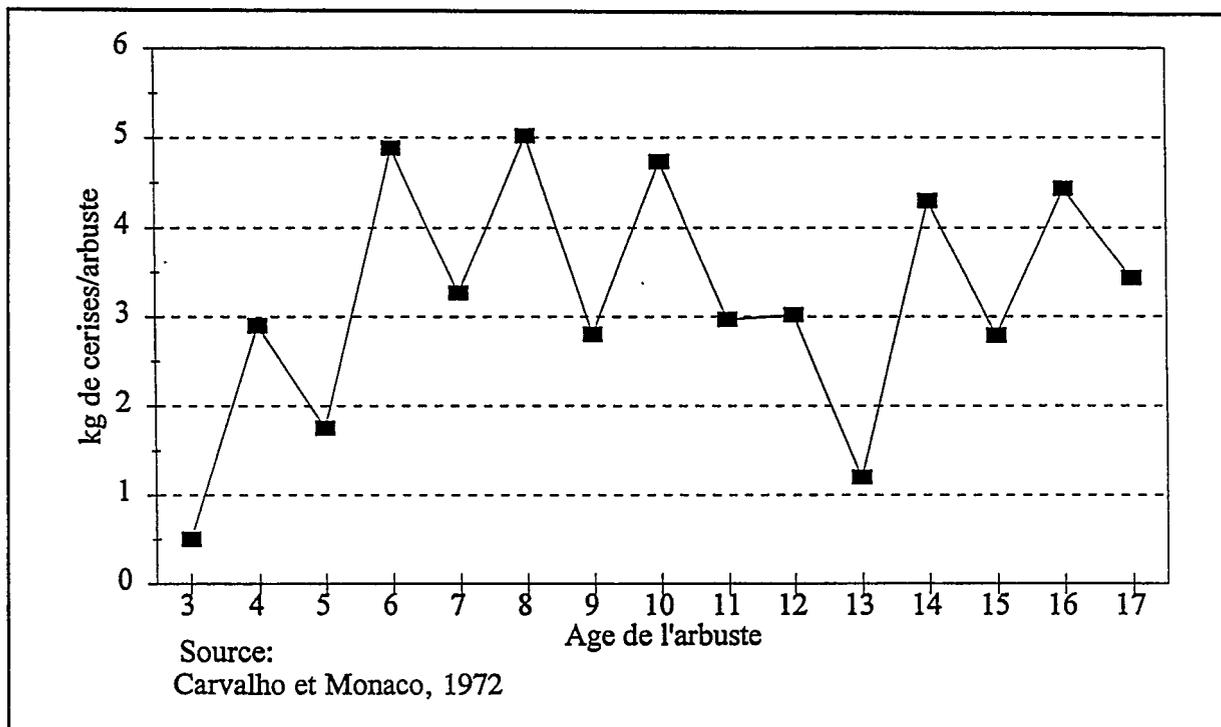


Graphique 19. Production en fonction le d'âge des caféiers (Bourbon amarillo)



Graphique 20. Production en fonction de l'âge des caféiers (Bourbon rojo)

Carvalho et Monaco (1972) a trouvé le même comportement de la production en fonction de l'âge des caféiers en travaillant avec la variété "Catuai", qui est aussi considérée comme une des plus généralisées auprès des petits producteurs en tant que variété sélectionnée (Graphique 21). Les résultats montrent néanmoins un déplacement de la période de fatigue physiologique vers la treizième année, mais avec une accentuation de la bi-annualité de la production déjà bien connue pour les variétés sélectionnées.

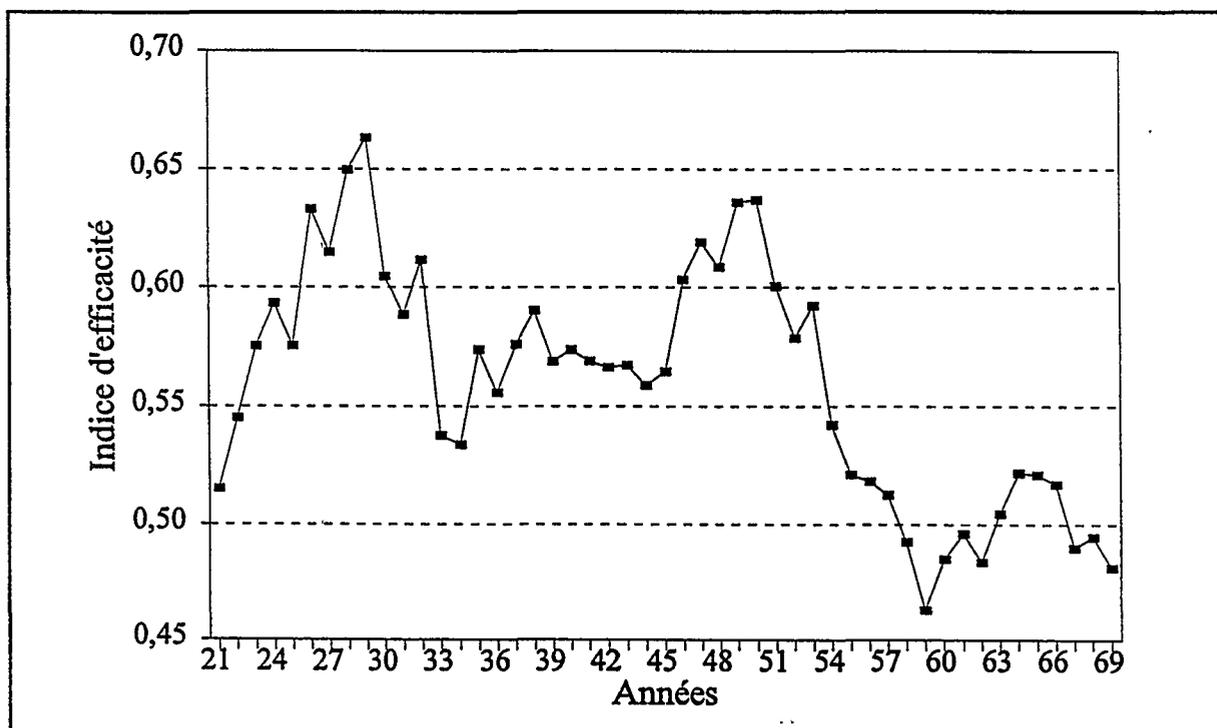


Graphique 21. Production en fonction de l'âge des caféiers (Catuai)

Ces résultats amènent à penser que, pour estimer la fonction de production frontière, l'âge de la plantation doit être intégré au modèle, afin d'éliminer une source de variation des niveaux d'efficacité non contrôlée par les exploitants. Tran (1992) et Tran *et al.* (1993), en travaillant sur les plantations de caoutchouc au Viet Nam, ont proposé d'introduire dans le modèle l'estimation du stock d'arbres en production selon leur âge et leur capacité productive. Dans le cas des plantations de café des petits producteurs du Guatemala, la difficulté que cette démarche rencontrera est d'estimer le stock d'arbustes, parce que les plantations présentent une grande hétérogénéité non seulement par leur âge mais aussi par leur densité de population et par les variétés plantées. Dans les chapitres suivants, on reviendra sur le problème de l'effet de l'âge de la plantation comme source de variation des niveaux d'efficacité non contrôlée par les exploitants.

b. L'âge des producteurs

Le signe négatif du coefficient montre une tendance à la diminution de l'efficacité au fur et à mesure que l'âge des producteurs augmente, ce qui confirme l'importance de cette variable dans la performance productive des exploitations en milieu paysan (Tchayanov, 1990) : dans la définition de la typologie présentée dans la première partie de la thèse, on suggère que l'âge des producteurs soit un des axes de l'espace à analyser. La variation du niveau d'efficacité en fonction de l'âge des producteurs est présentée **Graphique 22**, qui montre clairement une tendance à la baisse : ce niveau est d'environ 62 % dans le cas des producteurs de 30 ans et passe à 46 % dans le cas des producteurs de 60 ans. On observe également des niveaux d'efficacité moins importants pour des producteurs de moins de 30 ans : une analyse rétrospective des données montre que les exploitants jeunes (de moins de 30 ans) ont en moyenne 12 années d'expérience comme agriculteurs, tandis que les exploitants de plus de 30 ans ont en moyenne 36 années d'expérience. Cela permet de tirer comme conclusion que même si les producteurs ont un bon niveau de scolarisation, les résultats en termes d'efficacité sont faibles s'ils n'ont pas beaucoup d'années d'expérience.



Graphique 22. Rapport entre l'efficacité productive et l'âge des producteurs

c. *Le niveau de scolarisation*

L'utilisation d'une variable artificielle pour détecter les effets de la scolarisation sur les niveaux d'efficacité de la production se fait en partant de l'hypothèse que ce ne sont pas les années d'école qui font la différence mais plutôt le niveau d'alphabétisation (Ekanayake, 1987). Stefanou et Saxena (1983), dans un contexte socio-économique différent (production laitière aux Etats-Unis), ont choisi la même approche, mais en fixant le point de référence pour cette variable de la manière suivante : agriculteurs ayant moins de 12 années d'école et agriculteurs ayant plus de 12 années d'école.

En ce qui concerne l'apport partiel au coefficient de détermination multiple R^2 du modèle, la contribution partielle de la scolarisation est la plus importante (17,44 %). Ali et Flinn (1989) ont attribué à cette variable le même rang d'importance. Stefanou et Saxena (1983), sur la base de résultats similaires, ont suggéré que l'éducation et/ou l'expérience sont de bons indicateurs de la capacité d'apprentissage et de mise en pratique des innovations technologiques.

L'interprétation proprement dite du coefficient signale que les producteurs scolarisés ont en moyenne une efficacité 11,2 % supérieure à celle des producteurs non scolarisés.

d. *Les variétés plantées*

Comme déjà indiqué, les plantations des petits producteurs du Guatemala présentent une forte hétérogénéité en termes de variété plantée. Lors de la définition de la typologie des exploitations, cela a déjà été souligné comme stratégie visant à minimiser des risques liés à la bi-annualité et à l'exigence en fertilisants des variétés sélectionnées.

Pour mieux comprendre les effets des variétés plantées sur les niveaux d'efficacité, l'analyse a été menée période par période parce que le taux d'adoption des variétés sélectionnées avait tendance à s'accroître au cours de la période. Par exemple, en 1991 seulement 17 % des exploitations avaient planté des variétés sélectionnées, les autres n'ayant planté que des variétés traditionnelles⁶. En 1994, on observe que le pourcentage d'exploitations ayant planté des variétés sélectionnées est passé à 48 %. Ce phénomène n'est pas une preuve de l'irrationalité des producteurs mais révèle plutôt un problème de fixité des ressources : la décision quant à l'adoption des variétés sélectionnées a été prise bien avant le début de la crise.

⁶Dans l'analyse typologique, on parle d'un taux d'adoption des variétés sélectionnées de 10 % ; ici, on additionne les exploitations ayant planté un mélange de variétés traditionnelles et sélectionnées, et où la variété sélectionnée occupe au moins 40 % de la superficie cultivée.

L'apport partiel au coefficient de détermination multiple R^2 de la variable artificielle *variété* en 1991 était de 12,47 %, tandis qu'en 1994 il n'était plus que de 5,13 %. L'interprétation des coefficients indique qu'en 1991 les plantations avec variétés sélectionnées étaient 11,04 % plus efficaces que les plantations avec variétés traditionnelles. En 1994 cependant, cette différence n'était plus que de 6,16 %. Cela signifie qu'en moyenne l'adoption de variétés sélectionnées au moment de la crise des prix a eu des effets négatifs sur les niveaux d'efficacité ; l'exigence de ces variétés en fertilisants et en soins culturaux pour atteindre leur potentiel productif est une des raisons agronomiques de cet état de faits.

e. *La qualité du sol*

La qualité du sol a un impact sur l'efficacité. Selon le coefficient estimé par la régression, les exploitations situées dans les villages avec sol de bonne qualité sont en moyenne 5,10 % plus efficaces que les exploitations situées dans les villages avec sol de moins bonne qualité.

Ici on parle de qualité du sol, mais cette variable rend compte en fait de l'ensemble des facteurs climatiques. Des études plus approfondies sont nécessaires pour améliorer la connaissance des terroirs selon les critères agronomiques. Cependant, ces résultats sont significatifs en termes de politique d'encadrement technique des petits producteurs.

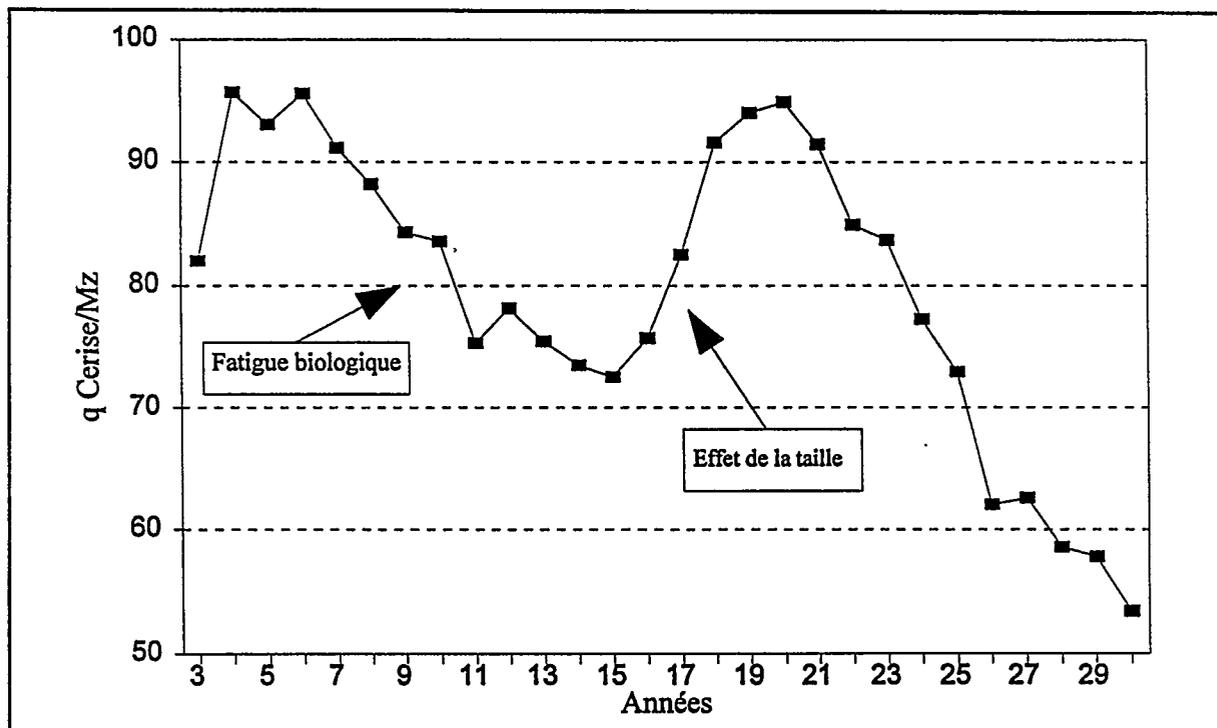
VII.2.5 La fonction de production frontière et l'âge de la plantation

Pour contourner le problème posé par l'influence de l'âge de la plantation sur le niveau d'efficacité productive, on a formalisé une fonction de production frontière en intégrant une variable artificielle créée à partir de données observées et qui met en rapport l'âge de la plantation et le niveau de rendement.

Comme déjà mentionné, Tran (1992) et Tran *et al.* (1993), en travaillant sur les plantations de caoutchouc au VietNam, ont proposé d'introduire dans le modèle l'estimation du stock d'arbres en production selon leur âge et leur capacité productive. La difficulté à appliquer cette démarche dans le cas des plantations de café des petits producteurs du Guatemala a déjà été signalée.

La démarche suivie ici porte sur la corrélation observée entre le niveau de rendement en fonction de l'âge de la plantation (Fazuoli, 1977 ; Carvalho et Monaco, 1972) et le comportement de ces variables d'après les données d'enquête. Les figures 19, 20 et 21 de la section précédente et le **Graphique 23** montrent ce rapport de façon schématique. On peut toujours observer à partir de la neuvième année une fatigue biologique de la plantation qui s'annule avec la taille des arbustes. Le

rendement monte et reste plus ou moins stable jusqu'à la vingtième année ; au-delà, il baisse de façon irréversible.



Graphique 23. Rapport entre le rendement et l'âge de la plantation

Les explications agronomiques de la durabilité productive de la plantation sont d'une part la taille des arbustes chez les petits producteurs, qui se fait de façon sélective et avec beaucoup d'attention (Figuroa, 1990) ; d'autre part la technique de production (fertilisation, densité et ombrage) qui n'épuise pas la plantation de façon rapide ; et enfin les effets positifs de la variété traditionnelle suivant la technologie pratiquée. La fonction de production frontière a donc été corrigée par une variable qui représente le rendement moyen par âge moyen pondéré de la plantation. Cela a permis de réduire le terme résiduel du modèle et donc d'augmenter le niveau d'efficacité des exploitations. D'après la validation statistique, c'est encore le modèle 4 qui a été retenu. Les nouveaux paramètres sont présentés dans le **Tableau 41** :

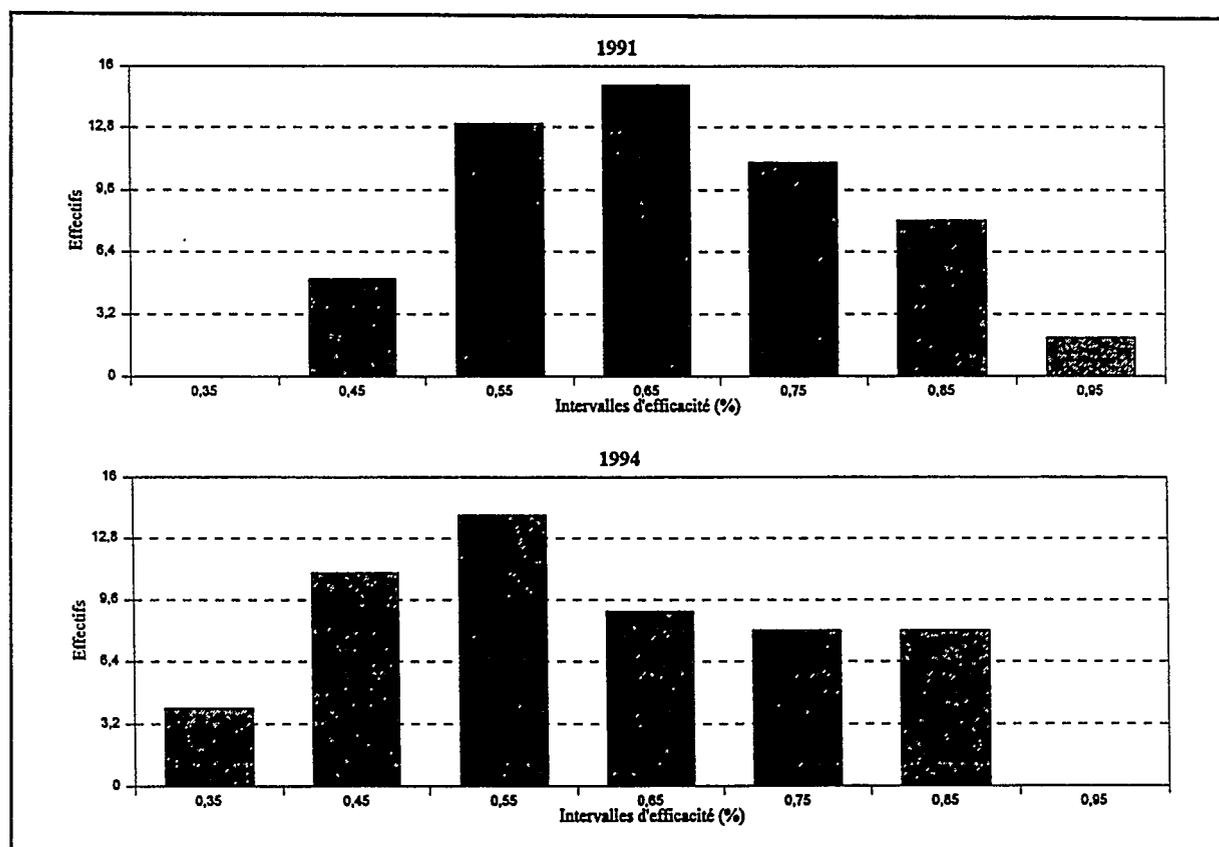
Tableau 41 Evaluation par la technique du Maximum de vraisemblance des paramètres de la fonction de production frontière des petits producteurs de café du Guatemala, en tenant compte de l'effet de l'âge de la plantation

Variable	Paramètre	Modèle 4
Constante	β_0	-0,42 (0,49)
Superficie	β_1	0,36 (0,10)
Engrais	β_2	0,15 (0,02)
Travail	β_3	0,52 (0,08)
Effet de l'âge	β_4	0,39 (0,14)
Sigma ²	$\sigma^2_s = \sigma^2_v + \sigma^2$	0,11 (0,03)
Gamma	$\gamma = \sigma^2 / \sigma^2_s$	0,76 (0,07)
Mu	μ	0,50 (0,16)
Eta	η	-0,22 (0,09)
Log (MV)		-0,58
Khi-2	Stat = 12,84	valeur = 35,17*

* Niveau de signification de 0,5 %

Comme auparavant, le paramètre gamma montre qu'en moyenne 76 % de la variation en output par rapport à la frontière est le fait d'inefficacités, tandis que 24 % est dû à des aléas externes. Les rendements à l'échelle avec cette nouvelle fonction de production frontière restent très proches : de 1,02, ils sont passés à 1,03.

On présentera ensuite la distribution des indices d'efficacité calculés à partir de la nouvelle frontière (**Tableau 42**). L'efficacité a progressé en moyenne de 59,6 % à 67,02 % en 1991 et de 53,3 % à 60,9 % en 1994. On observe que le rang modal 0,6-0,7 (28 %) en 1991 se déplace vers le bas jusqu'au rang 0,5-0,6 (26 %) en 1994. Le **Graphique 24** montre de façon schématique la distribution des efficacités productives.



Graphique 24. Efficacité productive (histogramme de fréquences)

Tableau 42 Fréquences et pourcentages des différents niveaux d'efficacité technique de la production de café corrigés par l'effet de l'âge de la plantation chez les petits producteurs du Guatemala, pour chaque période étudiée

Efficacité technique	1991		1994	
	Effectifs	%	Effectifs	%
0,3-0,4	0	0	4	7
0,4-0,5	5	9	11	20
0,5-0,6	13	24	14	26
0,6-0,7	15	28	9	17
0,7-0,8	11	20	8	5
0,8-0,9	8	15	8	15
0,9-1,0	2	4	0	0
Total	54	100	54	100

En général, le positionnement du niveau d'efficacité productive des exploitations a changé par rapport à celui obtenu avec la fonction frontière non corrigée. Par exemple, les exploitations ayant les plantations les plus vieilles ou les plus jeunes ont été pénalisées par l'ancienne fonction frontière, tandis que les indices obtenus pour ces exploitations avec la nouvelle fonction sont plus élevés. Les exploitations dont les plantations sont en période de fatigue biologique ont montré un comportement similaire. Les indices d'efficacité par période pour chaque exploitation, calculés à partir des deux fonctions frontières, sont présentés en annexe.

Globalement, le niveau d'efficacité technique estimé est moyen (de l'ordre de 65 %), ce qui signifie que la production de café dans la zone étudiée pourrait augmenter d'environ 35 % sans qu'il soit nécessaire d'accroître le taux d'utilisation des inputs, mais en mettant en pratique la même technologie et en éliminant les sources d'inefficacité. On reviendra sur cet aspect dans le chapitre concernant les implications en matière de politique agricole qui découlent de ce travail.

Enfin, on ajoutera que les commentaires sur l'explication de la variation de l'efficacité sont les mêmes, sauf que la puissance explicative du modèle passe de 48 % à 55 % et que le coefficient évalué pour la variable qui rend compte de la qualité du sol comme source de variation de l'efficacité devient significative, même à 1 %, de même que la variable *période* qui rend compte de la variation de l'efficacité au cours de la période étudiée. C'est ainsi que les exploitations sur sols considérés de bonne qualité sont en moyenne 6,48 % plus efficaces que les autres et que l'ensemble des exploitations présente une baisse des niveaux d'efficacité de 9,6 %. Cela confirme la signification du paramètre *éta* dans la fonction de production frontière.

VII.2.6 Productivité partielle vs. productivité globale

On peut se demander si ces résultats, qui montrent une baisse du niveau d'efficacité technique de la production entre les deux périodes étudiées, correspondent à ce que l'on attend en période de crise. Tout d'abord, on doit rappeler que l'efficacité technique représente en quelque sorte la productivité globale des facteurs en fonction de la technologie appliquée, qui est représentée par la fonction de production frontière. On en revient à l'objectif général de cette partie du travail, qui est d'estimer les effets, en termes de productivité globale des facteurs de production, des différents niveaux d'intensification de la production caféière des petits producteurs du Guatemala.

La définition de l'intensification retenue ici est celle proposée par Bonnieux (1986) et déjà présentée dans le chapitre sur le positionnement théorique : « Croissance de la productivité partielle du facteur étudié ». Ruf et Stessels (1986) appliquent cette définition au cas de l'agriculture en disant que l'intensification est le processus d'augmentation de la production par unité de superficie.

Le **Tableau 43** récapitule les indices des différents niveaux moyens d'intensification de la production pour chaque période étudiée et leur rapport avec le niveau d'efficacité technique.

Tableau 43 Rapport entre intensification et niveau d'efficacité de la production de café des petits producteurs de café du Guatemala

Indice	1991	1994	Différence (%)
Production (quintaux/mz)	97,2	72,7	-25
Journées de travail (jours/mz)	134	105	-22
Fertilisants (quintaux/mz)	13,5	12,8	-5
Superficie cultivée moyenne par exploitation (mz)	3,8	4,2	+10,5
Efficacité technique (%)	67,03	61,01	-8,98

Si l'on observe l'indice "le plus conventionnel" du niveau d'intensification (production par unité de surface), on estime qu'en moyenne le processus de production est 25 % moins intensif en 1994 qu'en 1991. Cela peut conduire à penser que, toujours en moyenne, la productivité globale des facteurs va diminuer de manière proportionnelle. Or cette diminution de n'est que 9 % au cours de la période.

Une conclusion assez importante ici est qu'un indice comme celui du niveau d'efficacité technique est plus approprié pour l'évaluation des performances des exploitations parce qu'il met en rapport tous les facteurs de production. Par exemple, la productivité partielle de la terre, même si elle est un bon indice du niveau d'intensification, ne prend pas en compte les rapports entre l'augmentation de la superficie cultivée (10,5 %), la diminution du niveau de main-d'œuvre et d'utilisation des engrais au cours de la période. Comme déjà signalé, cela a surestimé la diminution de la productivité de la terre.

En termes d'utilisation du facteur travail, la différence est aussi négative (-22 %). Enfin, le niveau d'utilisation des fertilisants a diminué de 5 % au cours de la période, ce qui prouve bien la rationalité de la réponse des producteurs face à une crise des prix. Un dernier commentaire que l'on peut faire sur le **Tableau 43** est que l'augmentation de la superficie cultivée peut être en contradiction avec la réponse rationnelle que l'on observe chez les agriculteurs. Ruf et Ruf (1989) ont trouvé, en milieu paysan et dans les économies de plantation, un comportement similaire face aux problèmes posés par l'appropriation et/ou l'incertitude de la transmission du patrimoine entre générations (sécurité foncière). On doit ajouter à cela que, en raison de la fixité des facteurs de production propre aux

économies de plantation, les producteurs ont intégré dans leurs exploitations des surfaces déjà plantées en 1991 mais qui ont été comptabilisées comme superficies récoltées jusqu'en 1994.

Sur le plan économique, en supposant que l'objectif est la maximisation des revenus, on espérait une haute corrélation positive entre le niveau d'intensification et l'efficacité technique de la production (voir le chapitre Rapport entre efficacité technique et efficacité d'allocation). Or, la corrélation espérée positive observée pour l'échantillon étudié n'est que de 28 %. Cela suggère la présence de différentes rationalités économiques en milieu paysan, ce que la typologie proposée a déjà signalé et qui est développé dans la deuxième partie de la thèse. On reviendra donc sur ce point lorsqu'on abordera l'analyse globale de ce travail.

VIII Quelques conclusions et implications en matière de politique agricole

De manière générale, l'hypothèse selon laquelle « les petits producteurs de café ont la même technologie » a été validée statistiquement par la régression estimée⁷, car la fonction de production propre aux agriculteurs étudiés est bien modélisée, même si l'on considère que le groupe de producteurs "Traditionnels" (selon la typologie des exploitations présentée dans la deuxième partie du travail) produit avec la même technologie. La signification du modèle s'améliore si on laisse ce groupe de producteurs hors de l'étude, mais il a été intégré dans l'analyse de la fonction de production frontière pour estimer son niveau d'efficacité technique.

L'hypothèse selon laquelle « le niveau d'efficacité technique de la production est expliqué par les variables qui définissent la typologie » est validée empiriquement, ce qu'on peut vérifier par la signification globale du modèle. Cependant, en ce qui concerne le niveau d'intensification des exploitations, ces résultats sur les niveaux d'efficacité technique de la production évalués par la méthode de la fonction de production frontière ne montrent pas de différences significatives entre les différents groupes. Cela oblige à compléter l'analyse des performances des exploitations par des analyses de la structure et du fonctionnement, si l'on veut mieux comprendre les rapports entre ces variables. On reviendra sur ce point dans les chapitres suivants.

⁷En fait, ce qu'on valide avec la fonction de production c'est la présence des différents niveaux d'utilisation des facteurs de production (intensification), dans une même logique de production représentée par la forme fonctionnelle.

L'utilisation des indices d'efficacité technique est plus appropriée pour évaluer les performances des exploitations que les indices de productivité partielle parce qu'ils considèrent tous les rapports entre facteurs de production.

Le niveau d'efficacité technique moyen trouvé pour la période (autour de 65 %) signifie qu'en matière de politique institutionnelle, l'institution d'encadrement technologique sera poussée vers la vulgarisation plutôt que vers la recherche, au moins dans la couche des petits producteurs.⁸

Du fait que la scolarisation joue un rôle déterminant dans les performances productives des exploitations, en termes de politique de vulgarisation, l'encadrement technologique doit s'orienter en priorité, et peut-être de manière plus adaptée, vers les producteurs les moins scolarisés. Ali et Flinn (1989) arrivent à cette même conclusion.

Une des raisons de la baisse des niveaux d'efficacité au cours de la période a été le taux croissant d'adoption des variétés sélectionnées. Ces variétés sont associées à des niveaux d'efficacité plus importants, cependant, et en raison de la crise des prix, l'ensemble des intrants agricoles qui accompagnent ces variétés n'ont pas été utilisés aux doses conseillées. C'est ainsi que l'expression du potentiel productif des plantations n'est pas évidente. D'après cette analyse, il serait donc pertinent, à côté d'une proposition de rénovation variétale, de mettre en place une politique de crédit de soutien, surtout en période de prix déprimés.

⁸Le renforcement de la vulgarisation ne signifie pas mettre de côté la recherche agronomique, car les problèmes de fertilité, de protection végétale et même d'adaptation des technologies aux besoins des petits producteurs sont encore présents.

Cinquième partie : Conclusion générale

Dans cette partie, nous reviendrons sur la complexité des interactions entre les différentes composantes qui déterminent les choix techniques et le niveau d'intensification de la caféiculture chez les petits producteurs du Guatemala. Pour mieux comprendre cette complexité, nous présenterons de façon individuelle les différents aspects étudiés dans le cadre de la thèse, mais en développant les implications les plus significatives au niveau des autres paramètres étudiés.

I Les aspects structurels

Les systèmes techniques au sein des exploitations seront intensifs ou extensifs en fonction des différents rapports entre les variables structurelles, comme l'âge de la plantation, le cycle de vie de la famille, l'expérience en tant qu'agriculteur et le niveau de scolarisation.

Les interactions entre ces variables ont déjà été décrites, mais de façon générale il y a une relation inverse entre l'âge des producteurs et l'âge des plantations et le niveau de scolarisation, c'est-à-dire que les producteurs plus âgés ont des plantations plus anciennes et un niveau de scolarisation plus faible. Cette structure "socio-productive" détermine un système technologique traditionnel et extensif. Cependant, il existe des exceptions liées à la gestion du patrimoine des producteurs : par exemple, quelques producteurs très âgés ayant beaucoup d'expérience, qui doivent bientôt léguer leur exploitation, ont commencé la rénovation des vieilles plantations. Par contre, les systèmes techniques modernes et intensifs sont propres aux producteurs jeunes bien scolarisés qui ont des plantations récentes.

En dynamique, les rapports précédents ont des implications sur la stratégie suivie par les exploitations en période de crise des prix. Par exemple, on arrive à expliquer le choix de la stratégie (soit la spécialisation soit la diversification) par le niveau de fixité des facteurs de production impliqué par le système de production originel des exploitations, qui rend compte de leur structure avant la crise : par exemple, une exploitation diversifiée va accentuer cette diversification en période de crise des prix caféiers. Par contre, la stabilité du processus d'intensification de la production s'explique en ajoutant les aspects de fonctionnement et de performances : par exemple, un recul dans l'intensification de la caféiculture vers l'extensif est associé de façon générale à un faible niveau d'efficacité productive ; par contre, les exploitations qui sont capables de maintenir leur niveau d'intensification en période de crise sont celles qui d'une part ont des niveaux d'efficacité productive importants et d'autre part soit maximisent la marge brute (les "Jeunes" d'après la typologie), soit minimisent les charges variables en diversifiant leurs systèmes de production (les "Diversifiés").

II Les aspects de fonctionnement

L'introduction de la sécurité alimentaire comme contrainte rigide dans le modèle qui représente le fonctionnement des exploitations confirme que la subsistance est un des objectifs propres aux petits producteurs de café du Guatemala. La seule présence des cultures de rente (à savoir café et canne à sucre) met en évidence l'importance de la maximisation de la "marge brute" dans les systèmes productifs des exploitations caféières. Kajumulo-Tibajuka (1984) est arrivé à une conclusion similaire. L'aversion au risque technico-économique (minimisation de la "difficulté de gestion") est un comportement conditionné par l'âge des producteurs et leur faible niveau de scolarisation.

La maximisation de la "rentabilité" dans les exploitations "Capitalisés" est plutôt un objectif opérationnel (dans le court terme) lié à la longue durée de la crise des prix et à un niveau moyen d'efficacité productive. Par contre, la minimisation des "charges variables" à travers la diversification est une stratégie d'aversion au risque économique à long terme dans les exploitations "Diversifiés". La maximisation de la marge brute chez les producteurs "Jeunes", même au cours d'une période de crise, est liée à des contraintes structurelles, comme la taille des exploitations et la taille de la famille, qui forcent leurs systèmes techniques vers l'intensif dans une stratégie qui accentue la spécialisation dans la caféiculture grâce à un niveau important d'efficacité productive.

III Les aspects de performances

La possibilité de mesurer de façon quantitative l'efficacité productive des petits producteurs de café étudiés au Guatemala permet d'associer les performances des exploitations non seulement à la typologie et aux trajectoires suivies au cours de la crise caféière, mais aussi aux variables qui les déterminent. C'est ainsi que l'on peut conclure que l'efficacité productive des exploitations est très liée au niveau de scolarisation des producteurs et, de façon inverse, à l'âge des producteurs, mais qu'il existe aussi un certain niveau de substitutabilité entre la scolarisation et l'expérience en tant qu'agriculteur chez les producteurs les plus âgés par rapport à leur niveau de performance productive.

Le Tableau 1 présente de façon succincte les différents niveaux d'efficacité productive selon la classification des exploitations.

Tableau 44 Performances des exploitations des petits producteurs de café du Guatemala, en termes d'efficacité productive, au cours de la période 1991-1994

Classification d'après la typologie	Efficacité Productive (Moyenne %)
"Capitalisés"	65,8
"Jeunes"	76,5
"Diversifiés"	65,9
"Aînés" et "Traditionnels"	58,8
"Semi-prolétaires"	61,4

On a déjà parlé des implications que le niveau d'efficacité a sur le processus d'intensification de la production en période de crise des prix. Nous allons maintenant les justifier de façon quantitative. Par exemple, les exploitations des "Jeunes" ont été capables non seulement de maintenir leur niveau d'intensification pendant la crise, mais aussi d'accentuer leur spécialisation en café grâce à leur bon niveau d'efficacité productive (76,5 %).

Par contre les exploitations des "Aînés" et "Traditionnels", avec le niveau d'efficacité productive le plus faible (58,8 %), n'ont pas autre alternative que de conserver leurs systèmes techniques de caféiculture plutôt extensifs et sans stratégie apparente¹. Les groupes des "Capitalisés" et des "Diversifiés" montrent des niveaux d'efficacité productive moyens (65,8 % et 65,9 %, respectivement), ce

¹Le système technique choisi par ces exploitations est une stratégie conditionnée par des phénomènes structurels et de fonctionnement déjà discutés auparavant.

qui a des implications négatives pour les premiers à cause de leur niveau de spécialisation en café, tandis que les effets ne sont pas sensibles pour les "Diversifiés". Les implications négatives se manifestent par un recul évident du processus d'intensification de la caféiculture chez les producteurs "Capitalisés".

Enfin, pour le groupe des "Semi-prolétaires", qui présente un bas niveau d'efficacité productive (61,4 %), en accord avec leur faible disponibilité en terres, même si quelques variables à caractère agronomique montrent un système technique plus efficace, comme la variété, l'ombrage, et l'âge des plantations, les performances sont faibles : elles sont conditionnées non pas par la taille des exploitations mais plutôt par les contraintes de liquidité liées à cette taille.

IV Intégration des analyses de structure, de fonctionnement et de performances des exploitations

L'hypothèse de base formalisée dans la première partie de la thèse, selon laquelle le niveau d'intensification de la caféiculture chez les petits producteurs du Guatemala est fonction de la structure, du fonctionnement et des performances des exploitations inscrites dans un contexte institutionnel, social et économique spécifique, est validée de façon globale parce qu'on a pu constater que la typologie des producteurs basée sur la structure des exploitations, ainsi que les objectifs propres à chaque producteur et l'efficacité technique dans la production de café non seulement jouent un rôle important dans les choix techniques et le niveau d'intensification de la production au sein des exploitations, mais aussi interagissent entre eux de façon déterminante.

L'environnement d'ensemble a aussi affecté de façon directe le comportement des exploitations : d'une part le contexte institutionnel, qui propose aux producteurs, à travers un projet de vulgarisation, un système technique tendant à l'intensification de la caféiculture, et d'autre part le contexte économique, marqué par une crise des prix caféiers au cours de la période étudiée, qui force, au moins en théorie, les exploitations vers l'extensif. En manière de synthèse, le **Tableau 45** présente l'intégration des résultats des différentes analyses effectuées dans le cadre de la thèse.

Tableau 45 Intégration des analyses de structure, de fonctionnement et des performances des exploitations au cours de la période 1991-94 par rapport à l'intensification de la caféiculture chez les petits producteurs du Guatemala

Exploitation (structure) "typologie"	Intensification (structure) "trajectoire"	Stratégie suivie (structure) "trajectoire"	Rationalité à optimiser (fonctionnement)	Efficacité productive (performances)
"Capitalisés"	Forte mais régressive	Spécialisation et diversification	Rentabilité et marge brute	Moyenne
"Jeunes"	Moyenne à forte et stable	(+)Spécialisation	Marge brute et rentabilité	Forte
"Diversifiés"	Moyenne et stable	(+)Diversification	Charges variables et marge brute	Moyenne
"Traditionnels" ("Aînés")	Faible et stable	Non définie	Difficulté de gestion et marge brute	Faible

Les résultats présentés dans ce tableau de synthèse mettent en évidence les interactions entre la structure, le fonctionnement et les performances des exploitations dans le processus d'intensification de la caféiculture et la stratégie suivie par les producteurs face à la crise des prix du café. L'introduction d'une deuxième période d'analyse (campagne caféière 1993/94) a permis d'ajouter une certaine dynamique aux analyses de structure et de performances en déterminant les trajectoires des exploitations.

Nous pouvons constater tout d'abord que l'intensification de la caféiculture chez les petits producteurs n'est pas spontanée, comme le suggère la théorie, mais qu'elle est plutôt le résultat de la combinaison de facteurs structurels, de fonctionnement et de performances au sein des exploitations qui permettent la "spécialisation" dans la caféiculture². Cette spécialisation est la conséquence d'une rationalité économique qui poursuit la maximisation de la marge brute comme objectif à optimiser par les exploitants. Elle permet la captation des excédents qui ont permis l'innovation technologique, toujours induite par le contexte institutionnel à travers la vulgarisation. La productivité globale des facteurs de production, ou "efficacité productive", joue un rôle déterminant sur la stabilité du processus d'intensification, surtout en périodes difficiles. Un niveau des prix adéquat est donc une condition préalable qui facilitera le processus d'intensification de la caféiculture chez les petits producteurs. Les exploitations des "Capitalisés" et des "Jeunes" producteurs sont des exemples de ce que l'on vient de décrire.

²Dans le cas spécifique des exploitations "Diversifiés", l'intensification de la production de café peut être soutenue par d'autres activités économiques, mais c'est plutôt l'exception à la règle.

En conclusion, nous pouvons dire que la vulgarisation a joué son rôle dans la différenciation des producteurs. Cependant, les résultats montrent que la technologie vulgarisée n'a été adoptée que de façon partielle à nulle, conséquence de la connaissance limitée qu'a l'encadrement technologique du comportement d'aversion au risque technico-économique et du mode de fonctionnement des exploitations des petits producteurs, par exemple dans les exploitations des "Diversifiés", des "Aînés", des "Traditionnels" et des "Semi-prolétaires". Une autre complication liée à la vulgarisation est le taux croissant d'adoption des variétés sélectionnées sans l'ensemble d'intrants agricoles d'accompagnement conseillé, qui a été identifié comme une des principales causes de la baisse de l'efficacité productive au cours de la période étudiée.

V Quelques pistes pour la suite de la recherche

Cette étude sur l'intensification des systèmes de production des petits producteurs de café du Guatemala a non seulement permis d'apporter de manière spécifique "à la population" étudiée des réponses aux interrogations initiales, à savoir : Qui sont ceux qui ont intensifié leur production ? comment et pourquoi ? mais aussi de manière générale, et au risque d'être contesté, d'extrapoler certains rapports sur le fonctionnement et les performances des exploitations des petits producteurs en dehors de la population étudiée grâce aux études prospectives effectuées. Cependant, il est recommandé de renouveler l'expérience dans d'autres régions caféières pour mieux comprendre les spécificités propres à chaque terroir.

L'hétérogénéité et la faible adoption des technologies, observées dans certains groupes de producteurs, mettent en évidence le problème déjà cité par la littérature (Boisseau, 1982) sur la disparité entre l'offre de technologie proposée par le contexte institutionnel et la demande de technologie de la part des petits producteurs. Cela suggère la mise en action d'un *feed-back* de la recherche à caractère agronomique fondé sur la demande réelle des producteurs, en incluant les systèmes traditionnels et la diversification des exploitations comme stratégies propres à leurs systèmes de production.

L'étude a également soulevé de nouvelles interrogations. Par exemple, dans les économies de plantation comme le café, en ce qui concerne à la gestion par les producteurs du patrimoine productif représenté par la plantation elle-même, la dynamique de rénovation a montré qu'elle a des implications directes sur les choix techniques et le niveau d'intensification. Il est donc hautement recommandé d'intégrer dans la suite de la recherche des études plus précises sur la dynamique de la rénovation, à savoir les motivations des producteurs et ses conséquences sur les systèmes de production.

Bibliographie

Cadre général et structure des exploitations

- ANACAFE, 1994. Informe "REGR100" sobre registros de fincas y productores, Asociación Nacional del Café, Guatemala, Guatemala.
- ANDERSEN, P., 1985. Evaluacion Critica de las Interpretaciones del Cambio Tecnico en el Agro Latinoamericano. Pp. 217-223. In: Pineiro, M. y Trigo, E. Eds. "Cambio Tecnico en el Agro Latinoamericano". IICA, San Jose, Costa Rica.
- ANDRADE, E., 1986. De Transferencia de Tecnologia a Desarrollo. IICA/PROMECAFE, San Jose, Costa Rica.
- ANDRADE, E., et. al., 1986. Evaluacion de la Aplicacion de la Metodologia de Grupos de Amistad y Trabajo Desarrollada por ANACAFE en Guatemala. IICA/PROMECAFE. San Jose, Costa Rica.
- ARCHETTI, E., 1978. Una visión general de los estudios sobre le campesinado. Estudios Rurales Latinoamericanos. (Col.) 1(1).
- BADOUIN, R., 1971. Economie Rurale. Collection U. Armand Colin, Paris.
- , 1987. L'analyse économique du système productif en agriculture. Pp. 357-375. In: Cah. Sci. Hum. 23 (3-4), ORSTOM, Paris.
- Banco de Guatemala, 1990. Boletin Económico, varios números. Guatemala, Guatemala.
- BARBATO, C., 1985. La Economia Política del Cambio Tecnológico en las Economías Desarrolladas. Commentaire. Pp. 102-105. In: Pineiro, M. y Trigo, E. Eds. "Cambio Tecnico en el Agro Latinoamericano". IICA, San Jose, Costa Rica.

- BARSKY, O., 1985.** El Proceso de Modernizacion de la Agricultura Latinoamericana: Caracteristicas y Breve Interpretacion. Commentaire. Pp. 151-165. In: Pineiro, M. y Trigo, E. Eds. "Cambio Tecnico en el Agro Latinoamericano". IICA, San Jose, Costa Rica.
- BENZECRI, J.P. et al., 1973.** L'analyse des données. DUNOD, Paris.
- BOISSEAU, P., 1982.** Source de l'innovation dans les exploitations agricoles. Série Etudes et Recherches n° 70, juin. Institut National de la recherche agronomique. Montpellier.
- BONNAL, Ph., et al., 1992.** Les petits et moyens producteurs du Sylvania, Etat du Goias, Brésil. Département des systèmes agroalimentaires et ruraux. CIRAD-SAR. Montpellier.
- BONNAL, Ph., et al., 1994.** Définition et discussion d'un dispositif de recherche-développement : cas du projet Sylvania dans les Cerrados (Brésil). Symposium international "Recherche-système en agriculture et développement rural. Montpellier, France, 21-25 novembre 1994. Pp 178-184.
- BONNIEUX, F., 1986.** Approche économique de l'intensification. In: Economie rurale n°171, janv-fév. Paris.
- BOSERUP, E., 1970.** Evolution Agraire et pression démographique. Flammarion. Paris
- BOUSSARD, J.M., 1986.** Hétérogénéité technique et structurelle dans les exploitations agricoles. Economie rurale, n° 176, nov.- déc.: 3-10.
- BOUSSARD, J.M., 1987.** Economie de l'agriculture. Economica, Paris.
- BROSSIER, J., et PETIT, M., 1977.** Pour une typologie des exploitations agricoles fondée sur les projets et les situations des agriculteurs. Economie rurale (122): 31-40.
- CAMBRANES, J.C., 1985.** Café y Campesinos en Guatemala, 1853-1897. Editorial Universitaria de Guatemala. 629 p.
- CAPILLON, A., 1993.** Typologie des exploitations agricoles. Contribution à l'étude régionale des problèmes techniques. Th. Doct. INA P.G., Paris, 2 tomes, 40 et 301 p.
- CEPAL, 1982.** Economía Campesina y Agricultura Empresarial. Tipología de productores del agro mexicano. Siglo veintiuno editores, sa de cv. Mexico D.F. 339 p.
- COUTY, P., 1991.** L'agriculture africaine en réserve. In: Cahiers d'études africaines n° 121-122.
- CRAUSER, J.P., et al., 1989.** Guide pratique d'analyse des données. Les Editions d'organisation. Paris.

- CRISTOFINI, B., 1986.** La petite région vue à travers le tissu de ses exploitations : un outil pour l'aménagement et le développement rural. INRA, Etudes et recherches n° 6, 48 p.
- CRISTOFINI, B., et al., 1978.** Pratiques d'élevage en Castagniccia. Exploration d'un milieu naturel et social en Corse. Etudes rurales, 71/72: 89-109.
- DAVIRON, B. et LERIN, F., 1990.** Le Café. Economica, Paris. 108 p.
- DERVIN, C., 1992.** Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances. Collection STAT-ITCF. Paris.
- DOSI, G., 1982.** Technological Paradigms And Technological Trajectories: a Suggested Interpretation of the Determinants and Directions of Technical Change. Pp. 147-162. In: Research Policy, n° 11.
- , 1988. Sources, Procedures, and Micoeconomic Effects of Innovation. Université du Sussex, Université de Rome. Journal of Economics Literature: Vol XXVI (09-88). Pp. 1120-1171.
- DE JANVRY, A., 1985.** The Agrarian Question and Reformism in Latin America. The John Hopkins University Press. Baltimore and London.
- DE JANVRY, A., y Leveen, P., 1985.** La Economía Política del Cambio Tecnológico en las Economías Desarrolladas. Pp. 75-101. In: Pineiro, M. y Trigo, E. Eds. "Cambio Técnico en el Agro Latinoamericano". IICA, San Jose, Costa Rica.
- DE JANVRY, A., SADOULET, E., et WILCOX, L., 1986.** Rural Labor in Latin America. Ginebra, Suiza. ILO Working Paper 10-6/dt79.
- DE JANVRY, A. et al., 1989.** Impacto de la Crisis en la Economía Campesina de América Latina y el Caribe. Parte 2. In: JORDAN, F., Compilador, La Economía Campesina: Crisis, Activación y Desarrollo. IICA, San José, Costa Rica.
- ESCOFIER, B. ET PAGÈS, J., 1984.** L'analyse factorielle multiple. Cahiers du BURO n° 42. 68 p.
- ESCOFIER, B. ET PAGÈS, J., 1990.** Analyses factorielles simples et multiples. Dunod, Paris. 274 p.
- Esquel Group Foundation Inc., 1989.** Campesinos y Pequeños Productores: Enfoques y Definiciones en la Perspectiva del Desarrollo Rural. Pp. 29-46. In: Jordan, F. Compilador. "La Economía Campesina: Crisis, Reactivación y Desarrollo". IICA, San Jose, Costa Rica.
- FRANCILLON, G., SICARD, J.C., SADA-TAILLY, P., 1992.** Manuel d'utilisation de LISA (Version 3.1) "STATISTIQUES". CIRAD-SAR, Montpellier.

- GOMES, G., PEREZ, A., 1985.** El Proceso de Modernizacion de la Agricultura Latinoamericana: Caracteristicas y Breve Interpretacion. Pp. 113-150. In: Pineiro, M. y Trigo, E. Eds. "Cambio Tecnico en el Agro Latinoamericano". IICA, San Jose, Costa Rica.
- HAYAMI, Y. et RUTTAN, V., 1970.** Factor Prices and Technical Change in Agricultural development: The United-States and Japan, 1880-1960. *Journal of Political Economy* 78:1115-1141.
- HAYAMI, Y. et RUTTAN, V., 1971.** *Agricultural Development: An International Perspective.* Baltimore, John Hopkins University Press.
- INE, 1991.** Instituto Nacional de Estadistica, varios informes. Guatemala.
- JAQUET, F., FLICHTMAN, G., 1988.** Intensification et efficacité en agriculture. Pp. 49-54. In: *Economie rurale* n° 183, janv-fév. Paris.
- JORDAN, F., et al., 1989.** Politicas y Programas de Desarrollo Rural. Pp.239-247. In: Jordan, F. Compilador. "La Economia Campesina: Crisis, Reactivacion y Desarrollo". IICA, San Jose, Costa Rica.
- JUAN, J., 1982.** Classification ascendante hiérarchique selon les voisins réciproques. *Cahiers de l'analyse des données*, volume VII, n° 2.
- KAJUMULO-TIBAIJUCA, A., 1984.** An Economic Analysis of Smallholder Banana-Coffee Farms in the Kagera Region, Tanzania. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Economics and Statistics. Report 240. Uppsala.
- KENNEDY, E. and COGILL, B., 1987.** Income and Nutritional Effects of the Commercialization of Agriculture in Southwestern Kenya. Research Report 63. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.
- LELE, V., STONE, S.W., 1989.** Pression démographique, environnement, et intensification agricole : modifications apportées à l'hypothèse de Boserup. MADIA.
- LYNAM, J., 1985.** La Teoria de la Innovacion Inducida del Cambio Tecnico en el Agro de los Paises Desarrollados. Commentaire. Pp. 58-71. In: Pineiro, M. y Trigo, E. Eds. "Cambio Tecnico en el Agro Latinoamericano". IICA, San Jose, Costa Rica.
- MAXWELL, S. and FERNANDO, A., 1989.** Cash Crops in Developing Countries: The Issues, the Facts, the Policies. *World Development* 17.11: 1677-1708.
- McSWEENEY, J. 1988.** El Sub-Sector Café de Guatemala. Una evaluación. Oficina de Desarrollo Rural, Reporte No. 29. USAID. Guatemala.
- MENDEZ, J.C., et al., 1991.** Evaluacion del Efecto de la Tecnologia Transferida a traves de los "Grupos de Amistad y Trabajo" a Pequeños Caficultores en Guatemala. Pp. 576-584. In: ASIC, 14° Colloque, San Francisco, USA.

- MONTAIGNE, E., 1992.** L'étude des innovations technologiques: réflexions méthodologiques. INRA/ENSAM, CIRAD/SAR, Journées scientifiques. Montpellier.
- MONTENEGRO RIOS, C.R., 1976.** La Explotacion Cafetalera en Guatemala. 1930-1940. (Un Estudio Historico). Universidad de San Carlos de Guatemala. Escuela de Historia. Tesis de Grado. Guatemala.
- MURMIS M., 1980.** Tipologia de pequeños productores campesinos. San Jose, C.R., IICA. Documento PROTAAL no. 65.
- PEERDEMAN, M., 1989.** Technology and Labourscarcity: The Coffee Production in Nicaragua. Results of a Preliminary Field Investigation. Free University of Amsterdam.
- PERROT, C., 1991.** Un système d'information construit à dire d'experts pour le conseil technico-économique aux éleveurs de bovins. Th. doct. INA P.G. Paris. 211 p.
- PERROT, C., et LANDAIS, E., 1993.** Exploitations agricoles : Pourquoi poursuivre la recherche sur les méthodes typologiques ? Les Cahiers de la Recherche-Développement, n° 33: 13-23.
- PERROT, C., et LANDAIS, E., 1993a.** Comment modéliser la diversité des exploitations agricoles ? Les Cahiers de la Recherche-Développement, n° 33: 24-40.
- PINEIRO, M., et LLOVET, I., 1986.** Transición tecnológica y diferenciación social. San José, Costa Rica., IICA.
- PINEIRO, M., TRIGO, E., 1985.** Cambio Tecnico y Modernizacion en America Latina. Pp. 167-208. In: Pineiro, M. y Trigo, E. Eds. "Cambio Tecnico en el Agro Latinoamericano". IICA, San Jose, Costa Rica.
- RODRIGUEZ, L., et al., 1989.** La transicion Agraria y la Fuerza de Trabajo en el Sector Agroexportador: El Caso del Cafe. Pp. 355-378. En: RUBEN y de GROOT (eds). El Debate sobre la Reforma Agraria en Nicaragua. Ed. INIES, Managua, Nicaragua.
- RUBIO-SANCHEZ, M., 1968.** Historia del Cultivo del Café en Guatemala. Tres Tomos. Guatemala.
- RUF, F., RUF T., 1989.** Le café et les risques de l'intensification. Cas de la Côte d'Ivoire et du Togo. Pp. 489-517. In : ELDIN, M. et MILLEVILLE, P. Eds. "Les Risques en agriculture". ORSTOM, Collection "A travers champs" Paris.
- RUF, F., STESSELS, L. 1986.** Prix au producteur, coût des facteurs de production sur café : réflexion sur quelques approches et leurs hypothèses implicites. Rapport de mission "Côte d'Ivoire", Banque mondiale.

- RUTTAN, V.W., 1985.** La Teoria de la Innovacion Inducida del Cambio Tecnico en el Agro de los Paises Desarrollados. Pp. 13-57. In: Pineiro, M. y Trigo, E. Eds. "Cambio Tecnico en el Agro Latinoamericano". IICA, San Jose, Costa Rica.
- SABATO, J.F., 1985.** Cambio Tecnico en America Latina. Pp. 224-240. In: Pineiro, M. y Trigo, E. Eds. "Cambio Tecnico en el Agro Latinoamericano". IICA, San Jose, Costa Rica.
- SAINT, W., 1985.** La Economia Politica del Cambio Tecnologico en las Economias Desarrolladas. Pp. Commentaire. 105-111. In: Pineiro, M. y Trigo, E. Eds. "Cambio Tecnico en el Agro Latinoamericano". IICA, San Jose, Costa Rica.
- SAMAYOA, O., 1982.** Diagnóstico del Sector Cafetalero Nacional. ANACAFE/MAGA/AID. Guatemala.
- SCHEJTMAN, A., 1980.** Economía Campesina: Logica Interna, Articulación Y Persistencia. Revista de la CEPAL. Santiago de Chile, No. 11.
- SEGEPLAN, 1991.** Secretaría General de Planificación Económica, varios informes. Guatemala.
- SFEZ, P., 1988.** La Adopcion Diferida y Parcial del Paquete Tecnologico Caturra en una Zona Marginal de Costa Rica. In: Memoria del XI Simposio de Caficultura Latinoamericana. IICA/PROMECAFE, San Salvador, El Salvador.
- SFEZ, P., 1995.** Evolution d'un front pionnier au Costa Rica et mise en place d'une caféiculture hautement productive. GEODOC n° 4 (avril-1995).
- de SUREMAIN, Ch.-E., 1994.** Structure et genèse de la caféiculture au Guatemala. Pp. 329-343. In: TULET, J.-Ch., CHARLERY, B., et PILLEBOUE, J., Editeurs. "Paysanneries du café des hautes terres tropicales. Afrique et Amerique latine. Editions KARTHALA, Paris.
- TCHAYANOV, A., 1990.** L'organisation de l'économie paysanne. Librairie du Regard. Paris.
- TIREL, J.C., 1983.** Le débat sur le productivisme. In: Economie rurale, n°155, Paris.
- TROUDE, C., LENOIR, R., et PASSOUANT, M., 1993.** Méthodes statistiques sous LISA. Tome II : Statistiques multivariées. CIRAD-SAR n° 40/93.
- USDA, 1994.** Informe de la situación mundial del café, cosecha 1994/95. Washington D.C.
- VELGRO, C.L.R., 1994.** Brésil-Robusta, Espírito Santo. In: Cafés. Etudes de cas sur la compétitivité des principaux pays producteurs. Collection Rapport d'Etudes. Ministère de la coopération. France.
- VOLLE, M., 1985.** Analyse des données. 3 ème édition. Collection ESA, Economica, Paris.

- VON BRAUN, J., KENNEDY, E., and BOUIS, H., 1990. Commercialization of Smallholder Agriculture: Policy Requirements for the Malnourished Poor. *Food Policy* 15 (February): 82-85.
- VON BRAUN, J., HAEN, H. de, and BLANKEN, J., 1991. Commercialization of Agriculture under Population Pressure: Effects on Production, Consumption and Nutrition in Rwanda. Research Report 85. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.
- WATTEL, C., *et al.*, 1990. Contratos Preferenciales para Campesinos Caficultores en Guatemala: Una Evaluacion de su Impacto. Informe de Consultoria. ICCO proyecto BR 90/03, Proyecto Parcial 9. Universidad Libre de Amsterdam. San Jose, Costa Rica.

Fonctionnement des exploitations

Programmation multi-critère

- ALONSO, R. y IRURETAGOYENA, M.T., 1986. La obtención de alternativas de cultivos mediante programación por metas lexicograficas. *Invest. agr.: Econ.*, 1: 11-24.
- ARIAS, P., 1989. El metodo de ponderaciones recursivas de programación multicriterio y su aplicación a la planificación agraria. *Invest. agr.: Econ.*, 4: 175-190.
- BALLESTERO, E. and ROMERO, C., 1991. A Theorem Connecting Utility Function Optimization and Compromise Programming. *Operations Research letters* 10: 421-427.
- BALLESTERO, E. and ROMERO, C., 1993a. Weighting in Compromise Programming: a Theorem on Shadow Prices. *Operation Research Letters* 13: 325-329.
- BALLESTERO, E. and ROMERO, C., 1993b. Economic Optimisation by Compromise Programming: The Joint Production Model. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, Vol. 2: 65-72.
- BALLESTERO, E. and ROMERO, C., 1994. Utility Optimization When The Utility Function is Virtually Unknown. *Theory and Decision* 37: 233-243.
- BARNETT, D., BLAKE, B. & McCARL, B., 1982. Goal Programming Via Multidimensional Scaling Applied to Senegalese Subsistence Farm. *Amer. J. Agric. Econ.*, 64(4): 720-7.
- BERBEL, J., 1988. Target Returns within Risk Programming Models: a Multiple Objective Approach. *J. Agric. Econ.*, 39: 263-70.
- BERBEL, J., 1989. Analysis of Protected Cropping: an Application of Multi-Objective Programming Techniques to Spanish Horticulture. *Eur. Rev. Agric. Econ.*, 16: 303-317.
- BERBEL, J., 1990. A Comparison of Target MOTAD Efficient Set and the Choice of Target. *Can. J. Agric. Econ.*, 38: 149-58.

- BERBEL, J., GELLEGO, J. et SAGUES, H., 1991.** Marketing Goals vs. Business Profitability: An Interactive Multiple Criteria Decision Making Approach. *Agribusiness*, Vol. 7, No. 6: 537-549.
- BERBEL, J., 1993.** Risk Programming in Agricultural Systems: a Multiple Criteria Analysis. *Agricultural Systems* 41: 275-288.
- BERBEL, J. y VITALINA-BARROS, M., 1993.** Planificación multicriterio de empresas agroganaderas con bovino de leche de islas azores (Portugal). *Invest. agr.: Econ.* 8: 197-208.
- BERDEGUE, J.A., INSTALLE, M., DUQUE, Ch., GARCIA, R. & QUEZADA, X., 1989.** Application of a Simulation Software to the Analysis of a Peasant Farming System. *Agric. Systems*, 30: 317-34.
- BOUSSARD, J.M. & PETIT, M., 1967.** Representation of Farmers' Behaviour Under Uncertainty with a Focus-Loss Constraint. *J. Farm. Econ.*, 49: 869-80.
- BOUSSARD J.M., DAUDIN J.J., 1988.** La programmation linéaire dans les modèles de production. Paris: Masson, 120 p.
- BOUZAHER, A. & MENDOZA, G.A., 1987.** Goal Programming: Potential And Limitations For Agricultural Economics. *Can. J. Agric. Econ.*, 35: 89-107.
- BRADLEY, R., 1976.** Science, Statistics and Paired Comparisons. *Biometrics.*, 32: 213-252.
- BRINK, L., and McCARL, B., 1978.** Tradeoff between Expected Return and Risk among Corn Belt Farmers. *Amer. J. Agr. Econ.* 60: 259-263.
- BURTON, R.O., Jr., GIDLEY, J.S., BAKER, B.S. and REDA-WILSON, K.J., 1987.** Nearly Optimal Linear Programming Solutions: Some Conceptual Issues and a Farm Management Application. *Am. J. Agr. Econ.*, 69: 813-818.
- CARY, J.W., and HOLMES, W.E., 1982.** Relationships Among Farmers' Goals And Farm Adjustment Strategies: Some Empirics of a Multidimensional Approach. *The Journal of Agricultural Economics*, Vol. 26: 114-130.
- CHARMES, A., COOPER, W.W., & FERGUSON, 1955.** Optimal Estimation of Executive Compensation By Linear Programming. *Management Sciences*, 1: 138-151.
- COMPUTING & SYSTEMS CONSULTANTS BV., 1987.** Multiobjective Linear Programming (Reference manual). Eindhoven.
- FERENCZY, A., PAPP, Z., SZDAROVSKY, F. and URBAN, A., 1986.** Possibilities and Bounds for Grape Production up to 2000. *Belgian Journal of Operations Research, Statistics and Computer Science*, Vol 28, No 2: 3-30.

- FERNANDEZ-SANTOS, J., ZEKRI, S., and HERRUZO, A.C., 1993.** On-farm Costs of Reducing Nitrogen Pollution Through BMP. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 45: 1-11.
- FISKE, W.A., D'SOUZA, G.E, FLETCHER, J.J., PHIPPS, T.T., BRYAN, W. B., & PRIGGE, E.C., 1994.** An Economic and Environmental Assessment of Alternative Forage-Resource Production Systems: a Goal-Programming Approach. *Agricultural Systems* 45: 259-270.
- FLINN, J.C., JAYASURIYA, S., and KNIGHT, C.G., 1980.** Incorporating Multiple Objectives in Planning Models of Low-Resource Farmers. *The Australian Journal of Agricultural Economics*, Vol 24: 35-45.
- GASSON, R., 1973.** Goals and Values of Farmers. *Journal of Agricultural Economics*, Vol 24(3): 521-537.
- HARPER, W.M., and EASTMAN, C., 1980.** An Evaluation of Goal Hierarchies for Small Farm Operators. *Amer. J. Agr. Econ.* 62: 742--747.
- HAZELL, P.B.R., 1971.** A Linear Alternative to Quadratic and Semivariance Programming for Farm Planning Under Uncertainty. *Amer. J. Agr. Econ.* 53: 53-62.
- HAZELL, P.B.R., and NORTON, R.D., 1986.** *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture.* MacMillan Publishing Company. New York. 400 pp.
- HERATH, H.M.G., 1981.** An Empirical Evaluation of Multiattribute Utility Theory in Peasant Agriculture. *Oxford Agrarian Studies*, 10: 240-54.
- JEFFREY, S., GIBSON, R.R. and FAMINOW, D., 1992.** Nearly Optimal Linear Programming as a Guide To Agricultural Planning. *Agricultural Economics*, 8: 1-19.
- LAKSHMINARAYAN, P.G., ATWOOD, J.D., JHONSON, S.R. and SPOSITO, V.A., 1991.** Compromise Solution for Economic-Environmental Decisions in Agriculture. *Journal of Environmental Management*, 33: 51-64.
- LARA, P., 1993.** Multiple Objective Fractional Programming and Livestock Ration Formulation: a Case Study for Dairy Cow Diets IN Spain. *Agricultural Systems* 41: 321-334.
- MAINO, M., ALONSO, R. Y IRURETAGOYENA, M.T., 1987.** Planificación de fincas ganaderas bovinas mediante modelos de programación multiobjetivo. *Invest. agr.: Econ.* 2: 9-30.
- MAINO, M. BERDEGUE, J. y RIVAS, T., 1993.** Multiple Objective Programming: An Application for Analysis and Evaluation of Peasant Economy of the VIIIth Region of Chile. *Agricultural Systems* 41: 387-397.
- McCARL, B. & NELSON, C. 1983.** Multiple Optimal Solutions in Linear Programming Models: Comment. *Am. J. Agric. Econ.*, 65: 181-3.

- McCARL, B.A. and BLAKE, B.F., 1983.** Goal Programming Via Multidimensional Scaling Applied to Senegalese Subsistence Farming: Reply. *Amer. J. Agric. Econ.*, 65: 832-833.
- McGREGOR, M.J., and DENT, J.B., 1988.** A Multiple Objective Approach to Resolving Resource Use Conflict in Agriculture. *Operational Research and Computers in Farm Decision Making. The Seventeenth Seminar of the European Association of Agricultural Economists. Abstracts:* 10-11.
- McGREGOR, M.J. and DENT, J.B., 1993.** An Application of Lexicographic Goal Programming to Resolve The Allocation of Water From The Rakaia River (New Zeland). *Agricultural Systems* 41: 349-367.
- MENDOZA, G. A. BARE, B.B. and ZHOU, Z., 1993.** A fuzzy multiple objective linear programming approach to forest planning under uncertainty. *Agricultural Systems* 41: 257-274.
- MIN, H., 1991.** On the origen and persistence of misconceptions in goal programming: Response. *J. Opl Res. Soc.* 42: 928-929.
- MINGUEZ, M., ROMERO, C. and DOMINGO, J., 1988.** Determining Optimum Fertilizer Combination Through Goal Programming With Penalty Functions: An Application to Sugar Beet Production in Spain. *J. Opl Res. Soc.* 39: 61-70.
- NIÑO DE ZEPEDA, A., MAINO, M., DI SILVESTRE, F., y BERDEGUE, J., 1994.** Análisi del conflicto productividad Vs. sustentabilidad ambiental: Un enfoque de programación multicriterio. *Invest. Agr.: Econ.* Vol. 9(1): 143-155.
- OPRICOVIĆ, S., 1993.** Dynamic Compromise Programming With Application to Water Reservoir Management. *Agricultural Systems* 41: 335-347.
- PARIS, Q. 1981.** Multiple Optimal Solutions in Linear Programming Models. *Am. J. Agr. Econ.*, 63: 724-7.
- PARIS, Q. 1983.** Multiple Optimal Solutions in Linear Programming Models: Reply. *Am. J. Agr. Econ.*, 65: 184-6.
- PATRICK, G.F., 1981.** Effects of Alternative Goal Orientations on Farm Firm Growth and Survival. *North Central Journal of Agricultural Economics*, Vol, 3(1): 29-39.
- PATRICK, G., and BLAKE, B.F., 1980.** Measurement and Modeling of Farmers' goals: An Evaluation and Suggestions. *Southern Journal of Agricultural Economics*, No 1: 199-205.
- PATRICK, G., BLAKE, B.F. and WHITAKER, S.H., 1983.** Farmers' Goals: Uni- or multi-dimensional? *Amer. J. Agric. Econ.* 65: 315-320.

- PATRICK, G.F., and KLIEBENSTEIN, J.B., 1980.** Multiple Goals in Farm Firm Decision Making: a Social Science Perspective. Department of Agricultural Economics. Agricultural Experimental Station. Station Bulletin No 306. Purdue University, West Lafayette, Indiana. 33 Pp.
- PIECH, B. and REHMAN, T., 1993.** Application of Multiple Criteria Decision Making Methods to Farm Planning: A case study. *Agricultural Systems* 41: 305-319.
- RAMIREZ, E., BERDEGUE, J.A., CAZANGA, R. y MORA, L., 1992.** El mejoramiento de sistemas productivos campesinos: aplicación de programación multiobjetivo. *Invest. agr.: Econ.* 7: 147-159.
- REHMAN, T. & ROMERO, C., 1993.** The Application of the MCDM Paradigm to the Management of Agricultural Systems: Some Basic Considerations. *Agricultural Systems* 41: 239-255.
- RIVERA, L.M., 1991.** Un experimento sobre los objetivos de los agricultores valencianos. *Invest. agr.: Econ.*, 6: 19-34.
- ROMERO, C., 1991.** On Misconceptions in Goal Programming. *J. Opl Res. Soc.* 42: 927-928.
- ROMERO, C., 1991a.** Handbook of Critical Issues in Goal Programming. Pergamon Press, Oxford. 124 p.
- ROMERO, C., 1992.** Evolucion del concepto de explotacion optima de una pesquería: de los modelos biologicos a los modelos decisionales multicriterio. *Invest. agr.: Econ.*, 7: 15-31.
- ROMERO, C., 1993.** Teoría de la decisión multicriterio. Alianza. Madrid. 195 Pp.
- ROMERO, C., 1995.** Communication personelle.
- ROMERO, C., AMADOR, F. and BARCO, A., 1987.** Multiple Objectives in Agricultural Planning: A Compromise Programming Application. *Amer. J. Agric. Econ.* 69: 78-86.
- ROMERO, C. and REHMAN, T. 1983.** Goal Programming Via Multidimensional Scaling Applied to Senegalese Subsistence Farming: Comment. *Amer. J. Agric. Econ.* 65: 829-831.
- ROMERO, C. and REHMAN, T. 1984.** Goal Programming and Multiple Criteria Decision Making in Farms Planning: An Expository Analysis. *J. Agr. Econ.* 35: 177-90.
- ROMERO, C. and REHMAN, T. 1984a.** Planificación agraria en contextos de metas múltiples: un análisis expositivo. *Agricultura y Sociedad.* Vol. 33: 87-122.
- ROMERO, C. and REHMAN, T. 1985.** Goal Programming and Multiple Criteria Decision Making in Farms Planning: Some Extensions. *J. Agr. Econ.* 36: 171-85.

- ROMERO, C. and REHMAN, T. 1986.** La programación multiobjetivo y la Planificación agraria: algunas consideraciones teóricas. *Agricultura y Sociedad*. Vol. 40: 9-35.
- ROMERO, C. and REHMAN, T. 1987.** Natural Resource Management and the Use of Multiple Criteria Decision-Making Techniques: a Review. *European Rev. Agric. Econ.* 14: 61-89.
- ROMERO, C. and REHMAN, T. 1989.** Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions. *Developments in Agricultural Economics 5*. Elsevier Science Publisher. B.V. Amsterdam. 257 pp.
- ROSATO, P. and STELLIN G., 1993.** A Multi-Criteria Approach to Territorial Management: The Case of The Caorle and Biblione Lagoon Nature Park. *Agricultural Systems* 41: 399-417.
- RUSSELL, T. and THALER, R., 1985.** The Relevance of Quasi Rationality in Competitvity Markets. *Am. Econ. Rev.*, 75: 1071-1082.
- SIMON, H.A., 1955.** A Behavioral Model of Rational Choices. *Quarterly Journal of Economics*, Vol, 69: 99-118.
- SMITH, D., and CAPSTICK D.F., 1976.** Establishing Priorities Among Multiple Management Goals. *Southern Journal of Agricultural Economics*. December: 37-43.
- SOLER, P., ALONSO, R. e IRURETAGOYENA, M.T., 1991.** Programación multicriterio de variables comerciales: Una aplicación al sector vinícola. *Invest. agr.: Econ.* 6: 75-93.
- STEUER, R.E., 1995.** Manual for the ADBASE Multiple Objective Linear Programming Package. Faculty of Management Science, University of Georgia, Athens, Georgia, 30602, USA.
- SUMPSI, J.M., AMADOR, F. and ROMERO, C., 1993.** A Research on the Andalusian Farmers' Objectives: Methodological Aspects and Policy Implications. VIIth EAAE Congress, Stresa, Italy. Volume D (Aspects of the Common Agricultural Policy): 53-68.
- SUMPSI, J.M., AMADOR, F. and ROMERO, C., 1994.** On Farmers' Objectives: The Case of Family Farms in Andalusia, Spain. XXII International Conference of Agricultural Economists. Harare, Zimbabwe, 22-30 August.
- TAUER, L.W, 1983.** Target MOTAD. *Am. J. Agr. Econ.*, 65: 606-610.
- WILLIS, C.E. and WILLIS M.S., 1993.** Multiple Criteria and Nearly Optimal Solutions in Greenhouse Management. *Agricultural Systems* 41: 289-303.
- WILLIS, C. & PERLACK, R., 1980.** A Comparison of Generating Techniques and Goal Programming for Public Investment, Multiple Objective Decision Making. *Am. J. Agr. Econ.*, 62: 66-74.

- YU, P.L., 1973.** A Class of Solutions for Group Decision Problems. *Management Sciences*, Vol, 19: 936-946.
- ZEKRI, S. and ALBISU, L.M., 1993.** Economic Impact of Soil Salinity in Agriculture. A Case Study of Bardenas Area, Spain. *Agricultural Systems* 41: 369-386.
- ZEKRI, S. y ROMERO, C., 1991.** Influencia de las preferencias del centro decisor y de los incentivos económicos en la reducción de la contaminación por sales. *Invest. agr.:Econ.* 6: 223-239.
- ZEKRI, S. y ROMERO, C., 1992.** A Methodology to Assess the Current Situation in Irrigated Agriculture: An Application to the Village of Tauste (Spain). *Oxford Agrarian Studies* 20: 75-88.
- ZEKRI, S. and ROMERO, C. 1993.** Public and Private Compromises in Agricultural Water Management. *Journal of Environmental Management* 37: 281-290.
- ZEKRI, S. & HERRUZO, A.C., 1994.** Complementary Instruments to EEC Nitrogen Policy in Non-Sensitive Areas: a Case Study in Southern Spain. *Agricultural Systems* 46: 245-255.
- ZELENY, M., 1973.** Compromise Programming. In: *Multiple Criteria Decision Making*, Eds. J.L. COCHRANE & M. ZELENY. University of South Carolina Press, Columbia, : 262-301.
- ZELENY, M., 1982.** *Multiple Criteria Decision Making*. McGraw-Hill Book Co., New York.

Performances des exploitations

Efficacité technique de la production

- AIGNER, D.J., K. LOVELL, and P. SCHMIDT., 1977.** Formulation And Estimation Of Stochastic Frontier Production Function Models. *J. Econometrics* 5:21-38.
- ALI, M. and FLINN, J.C., 1989.** Profit Efficiency among Bastmani Rice Producers in Pakistan Punjab. *Am. J. Agric. Econ.*, 71: 303-310.
- ALI, M. and CHAUDHRY, M.A., 1990.** Inter-Regional Farm Efficiency in Pakistan's Punjab: a Frontier Production Function Study. *J. Agric. Econ.*, 41: 62-74
- ARIAS SANPEDRO, C. y ALVAREZ PINILLA, A., 1993.** Estimación de eficiencia técnica en explotaciones lecheras con datos panel. *Invest. Agr.: Econ.* 8: 101-109.
- BAGI, F.S. and HUANG, C.J. 1983.** Estimating Production Technical Efficiency For Individual Farms in Tennessee. *Cdn. J. of Agric. Economics.* 31: 249-256.
- BAGI, F. S., 1981.** Relationship Between Farm Size And Economic Efficiency: An Analysis Of Farm-Level Data From Haryana (India). *Cdn. J. of Agric. Economics.* 29: 317-326.

- BATTESE, G.E., 1992.** Frontier Production Functions And Technical Efficiency: a Survey of Empirical Applications in Agricultural Economics. *Agricultural Economics*, 7: 185-208.
- BATTESE, G.E. and COELLI, T.J., 1988.** Predicting Firm Level Technical Efficiencies with a Generalised Frontier Production Function and Panel Data. *J. Econometrics*, 38: 387-399.
- BATTESE, G.E. and COELLI, T. J., 1992.** Frontier Production Functions. Technical Efficiency and Panel Data, with Application to Paddy Farmers In india. *J. of Productivity Analysis*, 3: 153-169.
- BAUER, P.W., 1990.** Recent Developments in The Econometric Estimation of Frontiers. *J. Econometrics*, 46: 39-56.
- BEATTIE, B.R. and TAYLOR, C.R., 1985.** *The Economics of Production*. Wiley, New York. 258 p.
- BOUSSEMART, J.P. et DERVAUX, B., 1994.** Diagnostic de l'efficacité productive par la méthode DEA. Application à des élevages porcins. *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, n°31: 43-58.
- BRAVO-URETA, B.E., 1986.** Technical Efficiency Measures for Dairy Farms Based on a Probabilistic Frontier Function Model. *Can. J. Agric. Econ.*, 34: 399-415.
- BRAVO-URETA, B.E. and RIEGER, L., 1990.** Alternative Production Frontier Methodologies and Dairy Farms Efficiencies. *J. Agric. Econ.*, 41: 215-226.
- van den BROEK, J., FORSUND, F.R., HJALMARSSON, L. and MEEUSEN, W., 1980.** On the Estimation of Deterministic and Stochastic Frontier Production Functions: a Comparison. *J. of Econometrics*. 13: 117-138.
- BUREAU, J.C., BUTAULT, J.P., et ROUSSELLE, J.M., 1989.** Les indices de productivité. Aspects méthodologiques et application à l'agriculture. *Economie Rurale*. n° 192-193: 88-94.
- BYRNES, P., FARE, R., GROSSKOF, S., and KRAFT, S., 1987.** Technical Efficiency and size: The Case of Illinois Grains Farms. *European Review of Agricultural Economics*. Vol 14: 367-381.
- CARVALHO, A. e MONACO, L.C., 1972.** Transferência do factor caturra para o cultivar "Mundo Novo" de Coffea arabica. *Bragantia*. Campinas, 31: 379-399.
- CHANDRASIRI, G.R., CARRAD, B., TEO, C.K. and WEERANSINGH, S.L., 1977.** The Specification and Estimation of a Production Function for Smallholdings Rubber in Sri Lanka. *Jl. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka*, 54: 398-416.
- CHRISTENSEN, L.R., 1975.** Concepts and Measurement of Agricultural Productivity. *Amer. J. Agric. Econ.* 57: 910-915.

- COELLI, T.J., 1989.** Estimation of Frontier Production Function. A Guide to the Computer program "FRONTIER Version 2.0". Working Papers in Econometrics and Applied Statistics No 34, Department of Econometrics, University of New-England, Armidale, p. 31
- COELLI, T.J., 1991.** Maximum-Likelihood Estimation of Stochastic Frontier Production Functions with Time-Varying Technical Efficiency Using the Computer Program, FRONTIER, Version 2.0. Work. Pap. Econometrics Appl. Stat. 57, Department of Econometrics, University of New England, Armindale, N.S.W., 54 pp.
- COLOM, A., 1994.** Estimación paramétrica de fronteras de producción: Eficiencia productiva en empresas productoras de maíz. Invest. Agr.,: Econ. Vol. 9(1): 5-32.
- DAWSON, P.J., 1985.** Measuring Technical Efficiency from Production Functions: Some Further Estimates. J. Agric. Econ., 36: 31-40.
- DAWSON, P.J., 1987.** Farm-Specific Technical Efficiency in the England and Wales Dairy Sector. Euro. R. agr. Econ. 14: 383-394.
- DAWSON, P.J. and LINGARD, J., 1982.** Management Bias and Returns to Scale in a Cobb-Douglas Production Function for Agriculture. Euro. R. agr. Econ., 9: 7-24.
- DAWSON, P.J., and J. LINGARD, 1989.** Measuring Farm Efficiency Over Time on Philippine Rice Farms. J. Agr. Econ. 40: 168-77.
- DAWSON, P.J. and HUBBARD, L.J., 1987.** Management and Size Economies in the England and Wales Dairy Sector. J. Agr. Econ. 38: 27-37.
- DAWSON, P.J., LINGARD, J. and WOODFORD, C.H., 1991.** A Generalized Measure of Farm-Specific Technical Efficiency. Amer. J. Agric. Econ., 73: 1098-1104.
- DOLL, J.P., 1974.** On Exact Multicollinearity and the Estimation of the Cobb-Douglas Production Function. Amer. J. Agr. Econ. 56: 556-63.
- DORAN, H.E., 1985.** Small or Large Farm: Some Methodological Considerations. Amer. J. Agric. Econ., 67: 130-132.
- EKANAYAKE, S.A.B., 1987.** Location Specificity, Settler Type and Productive Efficiency: a Study of the Mahawelli Project in Sri Lanka. J. Dev. Stud., 23: 509-525.
- EKANAYAKE, S.A.B. and JAYASURIYA, S.K., 1987.** Measurement of Farm-Specific Technical Efficiency: a Comparison of Methods. J. Agric. Econ., 38: 115-122.
- FARRELL, M.J., 1957.** The Measurement of Productive Efficiency. J. of the Royal Statistical Society, Series A, Part III: 253-281.

- FAZUOLI, C.L., 1977.** Avaliação de progênies de café mundo novo (*Coffea arabica* L). Tese de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas. Escola Superior de Agricultura, Piracicaba, São Paulo, Brasil. 146 Pp.
- FIGUEROA, G., 1990.** Evaluación del método de poda B.F. en ciclos de tres, cuatro, cinco años, comparada con la poda selectiva por planta. Revista Cafetalera (Anacafe, Guatemala) No. 308: 25-26.
- FORSUND, F.R., LOVELL, C.A.K. and SCHMIDT, P., 1980.** A Survey of Frontier Production Functions and of their Relationship to Efficiency Measurement. J. of Econometrics 13: 5-25.
- GARCIA, P., SONKA, S.T. and YOO, M.S., 1982.** Farm Size, Tenure, and Economic Efficiency in a Sample of Illinois Grain Farms. Amer. J. Agric. Econ. 64: 119-123.
- GUYOMARD, H., 1989.** Progrès technique et productivité totale des facteurs : Analyse théorique et application à l'agriculture française (1960-1984). Economie Rurale n° 192-193: 81-87.
- GREENE, W.H., 1980.** On the Estimation of a Flexible Frontier Production model. J. of Econometrics. 13: 101-115.
- GREENE, W.H., 1980a.** Maximum Likelihood Estimation of Econometric Frontier Functions. J. Econometrics 13: 27-56.
- GUJARATI, D.N., 1988.** Basic Econometrics. Second edition, McGraw-Hill. New-York, 705 p.
- HALL, B.F. and LeVEEN, E.P., 1978.** Farm Size and Economic Efficiency: The Case of California. Amer. J. Agric. Econ. 60: 589-600.
- HUANG, C.J., TANG, A.M. and BAGI, F.S., 1986.** Two Views of Efficiency in Indian Agriculture. Cdn. J. Agric. Econ., 34: 209-226.
- JONDROW, J., C.A.K. LOWELL, I.S. MATEROV, and P. SCHMIDT., 1982.** On the Estimation of Technical Efficiency in the Stochastic Frontier Production Model. J. Econometrics. 19: 233-38.
- JUST, R.E., ZILBERMAN, D. and HOCHMAN, E., 1983.** Estimation of Multicrop Production Functions. Amer. J. Agric. Econ. 65: 770-780.
- KALIRAJAN, K.P. and SHAND, R.T., 1989.** A Generalized Measure of technical efficiency. Appl. Econ., 21: 25-34.
- KALIRAJAN, K.P., 1989.** On Measuring the Contribution of Human Capital to Agricultural Production. Indian Econ. Rev. 24: 247-261.

- KALIRAJAN, K.P. and FLINN, J.C., 1983.** The Measurement of Farm-Specific Technical Efficiency. *Pakistan J. Appl. Econ.*, 2: 167-180.
- KHAN, M.H., and D. MAKI, 1979.** The Effects of Farm Size on Economic Efficiency: The Case of Pakistan. *Amer. J. Agr. Econ.* 61: 64-69.
- KUMBHAKAR, S.C., BISWAS, B. and BAILEY, D.V., 1989.** A Study of Economic Efficiency of Utha Dairy Farmers: a System Approach. *Rev. Econ. Stat.*, 71: 595-604.
- LAU, L.J. and YOTOPOULUS, P.A., 1971.** A Test for Relative Efficiency and Application to Indian Agriculture. *Amer. Econ. Rev.* 61: 94-109.
- LINGARD, J., L. CASTILLO, and S.K. JAYASURIYA, 1983.** Comparative Efficiency of Rice Farms in Central Luzon, the Philippines. *J. Agr. Econ.* 34: 63-73.
- LOVELL, C.A.K., and R.C. SICKLES, 1983.** Testing Efficiency Hypotheses in Joint Production: A Parametric Approach. *Rev. Econ. and Statist.* 65: 51-58.
- LUND, P.J., HILL, P.G., 1979.** Farm Size Efficiency and Economies of Size. *Journal of Agricultural Economics*. Vol. XXX(2), 145-158.
- MEEUSEN, W. and van den BROECK, J., 1977.** Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error. *Int. Econ. Rev.*, 18: 435-444.
- MENDEZ, J.C., and BENOIT-CATTIN, M., 1994.** Intensificación de la caficultura de los pequeños productores de Guatemala. Una tipología. *Café Cacao Thé. CIRAD.* n°2, avril-juin 1994.
- MILLAN GOMEZ, J.A., 1993.** Eficiencia productiva y demanda de madera. Un analisis con datos de panel. *Invest. Agr.: Econ.* 8: 111-122.
- MURUA, J.R. y ALBISU, L.M., 1993.** Eficiencia tecnica en la producción porcina de Aragon. *Invest. Agr.: Econ.* 8: 239-251.
- NEFF, D.L., GARCIA, P. and NELSON, C.H., 1993.** Technical Efficiency: a Comparison of Production Frontier Methods. *J. Agric. Econ.* 44(3): 479-489.
- OLSON, J.A., SCHMIDT, P. and WALDMAN, D.M., 1980.** A Monte-Carlo Study of Estimation of Stochastic Frontier Production Functions. *J. of Econometrics.* 13: 67-82.
- PEERDEMAN, M., 1989.** Technology and Labour Scarcity: The Coffee Production in Nicaragua. Free University of Amsterdam, 24 p.
- PIOT, I., 1994.** Mesure non paramétrique de l'efficacité. *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, n°31: 13-41.

- RUSSELL, N.P. and YOUNG, T., 1983.** Frontier Production Functions and the Measurement of Technical Efficiency. *J. Agric. Econ.* 34: 139-149.
- SCHMIDT, P. and LOVELL, C.A.K., 1980.** Estimating Stochastic Production and Cost Frontiers When Technical and Allocative Inefficiency are correlated. *J. of Econometrics.* 13: 83-100.
- SEITS, W.D., 1970.** The Measurement of Efficiency Relative to a Frontier Production Function. *Amer. J. Agric. Econ.* 52: 505-511.
- SEPIEN, A.B., 1978.** Technical and Allocative Efficiency in Malaysian Rubber Smallholdings: a Production Function Approach. Ph. D. thesis, Australian National University, Canberra.
- STEFANO, S.E and SAXENA, S., 1983.** Education, Experience, and Allocative Efficiency: a Dual Approach. *Amer. J. Agric. Econ.* 65: 829-831.
- STEVENSON, R.E., 1980.** Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation. *J. Econometrics,* 13: 57-66.
- STIGLER, G.J., 1976.** The Existence of X-Efficiency. *Amer. Econ. Rev.* 66: 213-216.
- TAYLOR, T.G., DRUMMOND, H.E., and GOMES, A.T., 1986.** Agricultural Credit Programs and Production Efficiency: an Analysis of Traditional Farming in Southeastern Minas Gerais, Brasil. *Amer. J. Agric. Econ.,* 68: 110-119.
- TEO, C.K., 1976.** Production Function Analysis of Small Rubber Farms in Sri Lanka. MAE Thesis, Australian National University, Canberra, Australia.
- TIMMER, C.P., 1970.** On Measuring Technical Efficiency. *Food Res. Inst. Stud. in Ag. Econ., trade, and Development.* Vol.(9) NO. 2: 99-171.
- TRAN, V.H.S., 1992.** Analysis of the Technical Efficiency of Rubber Farms in Vietnam. M.Ec. dissertation, University of New England, Armindale, N.S.W., Australia.
- TRAN, V.H.S., COELLI, T. and FLEMING, E., 1993.** Analysis of the Technical Efficiency of State Rubber Farms in Vietnam. *Agricultural Economics.* 9: 183-201.
- YOTOPOULOS, P.A., and L. LAU, 1973.** A Test for Relative Economic Efficiency: Some Further Results. *Amer. Econ. Rev.* 63: 214-23.

Annexes

1. Questionnaires d'enquête
2. Questionnaire de l'étude monographique
3. Itinéraires techniques
 - Le café intensif
 - Le café moyennement intensif
 - Le café traditionnel
 - La canne à sucre
 - La rotation maïs/haricot
4. Le revenu familial minimum
5. Indices d'efficacité productive par exploitation et par période étudiée.
 - Indices corrigés par l'âge de la plantation
 - Indices non corrigés

ESTUDIO SOBRE LA INTENSIFICACION DE LA PRODUCCION DE CAFE DE LOS
PEQUEÑOS PRODUCTORES EN GUATEMALA.

CUESTIONARIO DE ENCUESTA

I. INFORMACION GENERAL

1.1 Localización

- Aldea _____

1.2 Del Informante (Jefe de familia)

- Nombre _____

- Edad _____

- Origen De la zona _____ Fuera de la zona _____

- Escolaridad Si _____ NO _____

* Cuantos años de estudio _____

* Donde estudio _____

* Porque estudio _____

- Años de ser agricultor _____

- Forma de posesión Propietario _____ Arrendatario _____

- Ingresos no agrarios Si _____ No _____

* Tipo de ingresos _____

* Nivel de importancia _____

II. INFORMACION DE LA FINCA

2.1 Area:

- Total _____

- Con café _____

- Con maíz _____

- Con frijol _____

- Con otros cultivos _____

* Cuales a. _____ b. _____

c. _____ d. _____

2.2 Mano de obra:

- Utiliza mano de obra familiar Si _____ No _____

* Para que labores

a. _____ b. _____

c. _____ d. _____

e. _____ f. _____

- Utiliza mano de obra contratada Si _____ No _____

* Para que labores

a. _____ b. _____

c. _____ d. _____

e. _____ f. _____

III. TECNICA DEL CULTIVO DEL CAFE

3.1 Semillero

- Hace su propio semillero Si _____ No _____

- Selecciona la semilla Si _____ No _____

- Tiempo del semillero _____

- Practica el injerto _____

3.2 Vivero

- Hace su propio vivero Si _____ No _____

* Cantidad de plantas _____

* Tipo de vivero Suelo _____ Bolsa _____

* Distanciamiento vivero en suelo _____

* Tamaño y tipo de bolsa _____

- Compra vivero Si _____ No _____

* Lugar de compra _____

* Cantidad _____

- Fertiliza el vivero Si _____ No _____

* Clase de fertilizante _____

* Cantidad por planta _____

* Frecuencia _____

- Controla enfermedades en el vivero Si _____ NO _____

* Que producto utiliza _____

* Dosis y frecuencia _____

- Controla plagas en el vivero Si _____ NO _____
 * Que producto utiliza _____
 * Dosis y frecuencia _____
- Hace limpias en el vivero Si _____ No _____
 * Sistema de limpias Manual _____ Químico _____
 * Cuantas limpias _____
 * Producto y dosis _____
- Duración de plantas en el vivero _____

3.3 Campo definitivo

- Variedad:
- a. _____ Area _____
 b. _____ Area _____
 c. _____ Area _____
 d. _____ Area _____
- Distanciamientos:
- a. _____ Area _____
 b. _____ Area _____
 c. _____ Area _____
 d. _____ Area _____
- Cuantas plantas por postura _____
- Edad de la plantación
- a. _____ Area _____
 b. _____ Area _____
 c. _____ Area _____
 d. _____ Area _____
- Fertilización Si _____ No _____
 * Antes de la producción

Fórmula	Cantidad	Número/Epoca	Jornales

* En producción

Fórmula	Cantidad	Número/Epoca	Jornales

- Controla enfermedades Si _____ No _____

* Antes de la producción

Fórmula	Cantidad	Número/Epoca	Jornales

* En producción

Fórmula	Cantidad	Número/Epoca	Jornales

- Controla plagas Si _____ NO _____

* Antes de la producción

Fórmula	Cantidad	Número/Epoca	Jornales

* En producción

Fórmula	Cantidad	Número/Epoca	Jornales

- Controla malezas Si _____ No _____

* Control químico antes de la Producción

Producto	Cantidad	Número/Epoca	Jornales

* Control químico en producción

Producto	Cantidad	Número/Epoca	Jornales

* Control manual antes de la producción

Número _____

Epocas _____

Jornales _____

* Control manual en producción

Número _____

Epocas _____

Jornales _____

- Hace podas en el cafetal Si _____ No _____

Tipo de poda	Epoca de poda	Jornales
Saneamiento		
Recepa		
Agobio		
Otra		

- Sistema de cultivo Sol _____ Sombra _____

- Arboles de sombra

a. _____ Area _____ Densidad _____

b. _____ Area _____ Densidad _____

c. _____ Area _____ Densidad _____

d. _____ Area _____ Densidad _____

- Frecuencia de la poda de la sombra _____

- Epocas de poda _____

IV. COSECHA

4.1 Producción total _____

4.2 Area cosechada _____

4.3 Cantidad de Jornales _____

- Mano de obra familiar _____

- Mano de obra contratada _____

4.4 Venta Maduro _____ Pergamino _____

4.5 Precio de venta _____

4.6 Comprador _____

V. ASISTENCIA TECNICA

5.1 Recibe asistencia técnica Si _____ No _____

5.2 Cuántas veces por mes lo visitan _____

5.3 En qué prácticas de cultivo lo asesoran _____

**ESTUDIO SOBRE LA INTENSIFICACION DE LA PRODUCCION DE CAFE DE LOS
PEQUEÑOS PRODUCTORES EN GUATEMALA.**

AÑO CAFETALERO 1993/94

ESTUDIO DE CASOS TIPICOS

I. INFORMACION GENERAL

- 1.1 Grupo al que pertenece
- 1.2 Nombre del jefe de familia
- 1.3 Edad
- 1.4 Origen
- 1.5 Años de ser agricultor
- 1.6 Forma de tenencia de la tierra
- 1.7 Estado civil
- 1.8 Número de hijos

II. EL MODELO

1.1 Objetivos

- * Ingreso bruto MAX
- * Capital de trabajo MIN
- * Mano de obra contratada MIN
- * Dificultad de manejo MIN
- * Riesgo (MOTAD) MIN
- * Trabajo estacional MIN
- * Auto-consumo MAX
- * Ingreso B./Cap. de Trab. MAX

1.2 Condicionantes

- * Tipo de suelo y disponibilidad
- * Condicionamiento agronómico para cada cultivo
- * Limitaciones del flujo de caja
- * Limitaciones en la inversión de capital
- * Uso de mano de obra por períodos
- * Tipo de mano de obra y disponibilidad

III. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

- 3.1 Tierra: Diferentes tipos de suelo y extensión

3.2 Capital

* Plantaciones: Tipo y extensión

* Instalaciones, equipo y aperos de labranza: Costo aproximado.

* Recurso Humano: Capacitación formal e informal.

* Ingresos no agrícolas:

3.3 Trabajo familiar: Tipo de jornales y disponibilidad por año.

IV. ITINERARIO DE CULTIVOS: Cuadros trimestrales con utilización y costos de recursos por actividad.

4.1 Café: Usar la estructura de costos de ANACAFE de los pequeños productores.

* Café tradicional

* Café semi-intensivo

* Café intensivo

4.2 Maíz

4.3 Frijol

4.4 Otros cultivos

V. FLUJO DE CAJA

5.1 Flujo de caja agrícola

* Por cultivo

* General

5.2 Flujo de caja no agrícola

5.3 Balance general

VI. AUTO-CONSUMO

6.1 Necesidades básicas por persona

6.2 Auto-consumo familiar

6.3 Capacidad de auto-consumo

VII. MANO DE OBRA

7.1 Disponibilidad de mano de obra familiar

7.2 Actividades agrícolas y tipo de mano de obra

7.3 Estacionalidad de la mano de obra

7.4 Mano de obra contratada: Disponibilidad y costos.

VIII. CAPACIDAD DE INVERSION Y POSIBILIDADES DEL CREDITO

- 8.1 Disposición a la inversión y crédito
- 8.2 Ambiente institucional crediticio
- 8.3 Aspectos legales.

IX. POSIBILIDADES DE LA ORGANIZACION PARA EL BENEFICIADO

- 9.1 Disposición a la organización: Tipos de organización.
- 9.2 Disposición a el beneficiado.

X. ENCADENAMIENTO HACIA ATRAS Y ADELANTE DE LA EXPLOTACION

- 10.1 Mercado de insumos
 - * Proveedores
 - * Mecanismos de compra
 - * Costos
- 10.2 Mercado de productos
 - * Compradores
 - * Mecanismos de venta
 - * Precios

XI. ASISTENCIA TECNICA

- 11.1 Tipo de asistencia técnica que recibe
- 11.2 Número de visitas por mes que recibe
- 11.3 En que cultivos y en que practicas lo asesorán

CAFE. COSTO DE PRODUCCION : ITINERARIO TECNICO "intensivo"

Numero de plantas por Mz.	3500
Precio del jornal Q. */	10,00
Precio del Cafe FOB US\$/qq oro	79,00

Concepto	Cantidad Jornales	Precio/unidad	COSTO POR MANZANA
I.COSTO DIRECTO			3 420,00
A.Mano de Obra	182		1 964,00
-SALARIOS:			1 820,00
Ahoyado	2	10,00	20,00
Almacigo	2	10,00	20,00
Resiembra	3	10,00	30,00
Limpias	16	10,00	160,00
Deshijes	8	10,00	80,00
Fertilizaciones	15	10,00	150,00
Manejo de sombra	4	10,00	40,00
Podas	8	10,00	80,00
Control Plagas foliar	4	10,00	40,00
Cosecha	120	10,00	1 200,00
OTROS:			144,00
Comisiones(contratista)**	120	0,40	48,00
Transporte**	120	0,80	96,00
B.INSUMOS			1 456,00
Fertilizantes	15	55,00	825,00
Pesticidas:**			289,00
Comb-Lubric.**			342,00
II.COSTO INDIRECTO			0,00
III.COSTO TOTAL			3 420,00
Rend./Mz. cafe cereza qq.			108,00
=====			=====
Costo por qq. cereza Q.			31,67
Precio Venta US\$/qq.Cereza ***/	11,00		1 188,00
=====			=====
INGRESO BRUTO PRODUCTOR US\$	11,00		1 188,00
TIPO DE CAMBIO ****/	5,86		5,86
INGRESO BRUTO PRODUCTOR Q.	64,43	Q/Mz	6 958,72
=====			=====
(-) COSTO PRODUCCION (Q/qq)	31,67	Q/Mz	3 420,00
=====			=====
UTILIDAD O PERDIDA (Q/qq)	32,77	Q/Mz	3 538,72
=====			=====
		Utilidad/Costo	1,03
=====			=====

*/Costo de la mano de obra contratada

**/ Se dan unicamente las estimaciones globales

***/Precio de referencia al 15 de nov./93

****/Tasa de referencia tipo comprador Banco de Guatemala Q. 5.85751

CAFE. COSTO DE PRODUCCION: ITINERARIO TECNICO "semi-intensivo"

Numero de plantas por Mz.	2 300
Precio del jornal Q. */	10,00
Precio del Cafe FOB US\$/qq oro	79,00

Concepto	Cantidad Jornales	Precio/unidad	COSTO POR MANZANA
I.COSTO DIRECTO			2 532,40
A.Mano de Obra	141		1 514,40
-SALARIOS:			1 410,00
Ahoyado	2	10,00	20,00
Almacigo	0	10,00	0,00
Resiembræ	2	10,00	20,00
Limpias	16	10,00	160,00
Deshijos	8	10,00	80,00
Fertilizaciones	10	10,00	100,00
Manejo de sombra	4	10,00	40,00
Podas	8	10,00	80,00
Control Plagas foliar	4	10,00	40,00
Cosecha	87	10,00	870,00
OTROS:			104,40
Comisiones(contratista)**	87	0,40	34,80
Transporte**	87	0,80	69,60
B.INSUMOS			1 018,00
Fertilizantes	10	55,00	550,00
Pesticidas:**			194,00
Comb-Lubric.**			274,00
II.COSTO INDIRECTO			0,00
III.COSTO TOTAL			2 532,40
Rendimiento/Mz. cafe cereza			78,00
Costo por qq. cereza Q.			32,47
Precio Venta US\$/qq. Cereza ***/	11,00		858,00
INGRESO BRUTO PRODUCTOR US\$	11,00		858,00
TIPO DE CAMBIO ****/	5,86		5,86
INGRESO BRUTO PRODUCTOR Q.	64,43	Q/Mz	5 025,74
(-) COSTO PRODUCCION (Q/qq)	32,47	Q/Mz	2 532,40
UTILIDAD O PERDIDA (Q/qq)	31,97	Q/Mz	2 493,34
		Utilidad/Costo	0,98

*/Costo de la mano de obra contratada

**/ Se dan unicamente las estimaciones globales

***/Precio de referencia al 15 de nov./93

****/Tasa de referencia tipo comprador Banco de Guatemala Q. 5.85751

CAFE. COSTO DE PRODUCCION: ITINERARIO TECNICO "tradicional"

Numero de plantas por Mz.	1 750
Precio del jornal Q. */	10,00
Precio del Cafe FOB US\$/qq oro	79,00

Concepto	Cantidad Jornales	Precio/unidad	COSTO POR MANZANA
I.COSTO DIRECTO			1 326,60
A.Mano de Obra	84		897,60
-SALARIOS:			840,00
Ahoyado	0	10,00	0,00
Almacigo	0	10,00	0,00
Resiembra	0	10,00	0,00
Limpias	16	10,00	160,00
Deshijes	5	10,00	50,00
Fertilizaciones	5	10,00	50,00
Manejo de sombra	6	10,00	60,00
Podas	0	10,00	0,00
Control Plagas foliar	4	10,00	40,00
Cosecha	48	10,00	480,00
OTROS:			57,60
Comisiones(contratista)**	48	0,40	19,20
Transporte**	48	0,80	38,40
B.INSUMOS			429,00
Fertilizantes	5	55,00	275,00
Pesticidas:**			0,00
Comb-Lubric.**			154,00
II.COSTO INDIRECTO			0,00
III.COSTO TOTAL			1 326,60
Rendimiento/Mz. cafe cereza			43,00
=====	=====	=====	=====
Costo por qq. cereza Q.			30,85
Precio Venta US\$/qq. Cereza ***/	11,00		473,00
INGRESO BRUTO PRODUCTOR US\$	11,00		473,00
TIPO DE CAMBIO ****/	5,86		5,86
INGRESO BRUTO PRODUCTOR Q.	64,43	Q/Mz	2 770,60
(-) COSTO PRODUCCION (Q/qq)	30,85	Q/Mz	1 326,60
UTILIDAD O PERDIDA (Q/qq)	33,58	Q/Mz	1 444,00
=====	=====	=====	=====
		Utilidad/Costo	1,09
=====	=====	=====	=====

*/Costo de la mano de obra contratada

**/ Se dan unicamente las estimaciones globales

***/Precio de referencia al 15 de nov./93

****/Tasa de referencia tipo comprador Banco de Guatemala Q. 5.85751

Caña de azucar : itinerario técnico de los productores

Concepto	Cantidad Jornales	Precio/unidad	COSTO POR MANZANA
I.COSTO DIRECTO			689,00
A.Mano de Obra	26	10,00	260,00
-SALARIOS:			260,00
Alineado Basura	8	10,00	80,00
Limpias	16	10,00	160,00
Fertilizaciones	2	10,00	20,00
Corte	0	10,00	0,00
Transporte	0	10,00	0,00
B.INSUMOS			429,00
Fertilizantes	5	55,00	275,00
Comb.y lubricantes */			154,00
II.COSTO INDIRECTO			0,00
III.COSTO TOTAL			689,00
Rendimiento Ton/Mz.			35,00
=====			=====
Costo por Ton.			19,69
Precio Venta Q/Ton **/	50,00		1 750,00
INGRESO BRUTO PRODUCTOR			1 750,00
(-) COSTO PRODUCCION (Q/To	19,69	Q/Mz	689,00
UTILIDAD O PERDIDA (Q/Ton)			1 061,00
=====			=====
Utilidad/Costo			1,54

*/ Se dan unicamente las estimaciones globales

**/Precio de referencia al 15 de nov./93, precio en pie.

MAIZ. COSTO DE PRODUCCION : itinerario técnico de los productores

Concepto	Cantidad Jornales	Precio/unidad	COSTO POR MANZANA
I.COSTO DIRECTO			1 494,00
A.Mano de Obra	78	10,00	780,00
-SALARIOS:			780,00
Guataleo	16	10,00	160,00
Siembra	4	10,00	40,00
Limpia	8	10,00	80,00
Calza	16	10,00	160,00
Fertilizaciones	6	10,00	60,00
Dobla	6	10,00	60,00
Tapisca	16	10,00	160,00
Desgranada	6	10,00	60,00
B.INSUMOS			714,00
Fertilizantes	8	55,00	440,00
Comb.y lubricantes */			274,00
II.COSTO INDIRECTO			0,00
III.COSTO TOTAL			1 494,00
Rendimiento q/Mz.			56,00
=====			=====
Costo por q			26,68
Precio Venta Q/q **/	50,00		2 800,00
INGRESO BRUTO PRODUCTOR			2 800,00
		Q/Mz	
(-) COSTO PRODUCCION (Q/q)	26,68	Q/Mz	1 494,00
UTILIDAD O PERDIDA (Q/q)			1 306,00
	23,32	Q/Mz	
=====			=====
		Utilidad/Costo	0,87

*/ Se dan unicamente las estimaciones globales

**/Precio de referencia al 15 de nov./93

FRIJOL. COSTO DE PRODUCCION : itinerario técnico de los productores

Concepto	Cantidad Jornales	Precio/unidad	COSTO POR MANZANA
I.COSTO DIRECTO			620,00
A.Mano de Obra	40	10,00	400,00
-SALARIOS:			400,00
Limpia	4	10,00	40,00
Siembra	8	10,00	80,00
Limpia	0	10,00	0,00
Calza	0	10,00	0,00
Fertilizaciones	4	10,00	40,00
Corte	16	10,00	160,00
Aporreo	4	10,00	40,00
Ventilado	4	10,00	40,00
B.INSUMOS			220,00
Fertilizantes	4	55,00	220,00
Comb.y lubricantes			0,00
II.COSTO INDIRECTO			0,00
III.COSTO TOTAL			620,00
Rendimiento q/Mz.			10,00
=====			=====
Costo por q			62,00
Precio Venta Q/q */	125,00		1 250,00
INGRESO BRUTO PRODUCTO			Q/Mz 1 250,00
(-) COSTO PRODUCCION (Q/q	62,00	Q/Mz	620,00
UTILIDAD O PERDIDA (Q/qq			Q/Mz 630,00
=====			=====
			Utilidad/Costo 1,02

*/Precio de referencia al 15 de nov./93

Revenu familial minimum des exploitations représentatives des petites exploitations caféières du Guatemala, calculé à partir des informations collectées au cours des études monographiques en juillet-août 1994.

Dépense	"Capitalisés"	"Jeunes"	"Diversifiés"	"Traditionnels"
Alimentation	9.600,00	6.500,00	9.400,00	8.000,00
Logement	6.000,00	4.000,00	5.500,00	5.000,00
Habillement	2.400,00	3.000,00	2.200,00	2.000,00
Obligations financières*	7.000,00		5.500,00	3.500,00
Autres**	3.000,00	2.500,00***	2.400,00	1.500,00
Total	28.000,00	16.000,00	25.000,00	20.000,00

* Pour les exploitations "Capitalisés" et "Diversifiés", la dépense représente les obligations sur la construction des usines de transformation de café et canne à sucre, respectivement, tandis que pour l'exploitation "Traditionnels" elle représente les obligations sur l'achat d'un camion.

** Autres dépenses incluent : Education, santé, loisirs, et miscellanées.

*** 80 % des dépenses correspondent à des charges liées à l'éducation des enfants.

Indices d'efficacité productive chez les petits producteurs de café
du Guatemala corrigés par l'âge de la plantation (ordre ascendant)

Numéro d'exploitation	Efficacité 1991	Efficacité 1994	Moyenne globale
38	0,453804	0,372260	0,413032
5	0,459633	0,378258	0,418945
97	0,468475	0,387393	0,427934
18	0,469698	0,388660	0,429179
59	0,496070	0,416181	0,456126
92	0,501058	0,421428	0,461243
8	0,523205	0,444885	0,484045
93	0,527703	0,449679	0,488691
61	0,539361	0,462155	0,500758
27	0,557548	0,481754	0,519651
54	0,566074	0,490998	0,528536
66	0,568653	0,493800	0,531227
17	0,569538	0,494764	0,532151
14	0,572235	0,497699	0,534967
52	0,572953	0,498481	0,535717
51	0,581687	0,508016	0,544851
34	0,585133	0,511788	0,548461
23	0,596770	0,524566	0,560668
72	0,608342	0,537337	0,572840
79	0,613420	0,542959	0,578189
57	0,624184	0,554918	0,589551
76	0,628691	0,559941	0,594316
96	0,630992	0,562508	0,596750
2	0,638210	0,570579	0,604394
91	0,646215	0,579556	0,612885
64	0,651621	0,585633	0,618627
70	0,657365	0,592106	0,624735
42	0,658986	0,593935	0,626460
53	0,662748	0,598185	0,630466
55	0,669542	0,605874	0,637708
75	0,669931	0,606314	0,638122
69	0,676209	0,613439	0,644824
83	0,681879	0,619887	0,650883
73	0,701593	0,642412	0,672003
78	0,702396	0,643334	0,672865
87	0,706013	0,647485	0,676749
71	0,723229	0,667317	0,695273
65	0,741448	0,688433	0,714941
6	0,756991	0,706548	0,731770
77	0,760808	0,711011	0,735910
63	0,764342	0,715148	0,739745
80	0,767776	0,719172	0,743474
95	0,785693	0,740235	0,762964
74	0,792082	0,747775	0,769929
10	0,802742	0,760383	0,781562
85	0,816385	0,776574	0,796480
68	0,846204	0,812166	0,829185
81	0,852550	0,819774	0,836162
82	0,880487	0,853408	0,866947
56	0,882848	0,856261	0,869554
88	0,890261	0,865226	0,877744
100	0,892688	0,868165	0,880427
60	0,902961	0,880622	0,891792
90	0,903246	0,880968	0,892107
Moyenne	0,670383	0,610155	0,640269

Indices d'efficacité productive chez les petits producteurs de café
du Guatemala (ordre ascendant)

Numéro d'exploitation	Efficacité 1991	Efficacité 1994	Moyenne globale
59	0,390472	0,314994	0,352733
38	0,411068	0,335547	0,373307
18	0,411738	0,336220	0,373979
5	0,417083	0,341595	0,379339
97	0,417588	0,342104	0,379846
8	0,457629	0,382875	0,420252
27	0,477213	0,403122	0,440168
92	0,480106	0,406128	0,443117
54	0,480131	0,406155	0,443143
51	0,487681	0,414022	0,450851
61	0,488549	0,414928	0,451738
93	0,490915	0,417401	0,454158
72	0,501230	0,428212	0,464721
34	0,503243	0,430328	0,466786
17	0,515101	0,442830	0,478966
79	0,519194	0,447160	0,483177
14	0,521876	0,450002	0,485939
66	0,522421	0,450581	0,486501
96	0,526190	0,454581	0,490385
55	0,529774	0,458391	0,494083
2	0,535122	0,464089	0,499605
52	0,535408	0,464394	0,499901
23	0,544715	0,474340	0,509528
76	0,560052	0,490816	0,525434
75	0,562040	0,492959	0,527500
42	0,564325	0,495424	0,529875
57	0,564525	0,495640	0,530083
69	0,573430	0,505272	0,539351
53	0,580720	0,513182	0,546951
83	0,585170	0,518023	0,551596
70	0,587023	0,520040	0,553532
64	0,587165	0,520195	0,553680
91	0,605690	0,540449	0,573070
63	0,634062	0,571745	0,602904
87	0,640297	0,578667	0,609482
78	0,641403	0,579896	0,610649
73	0,644044	0,582833	0,613439
65	0,650151	0,589636	0,619894
71	0,658672	0,599154	0,628913
6	0,665294	0,606570	0,635932
10	0,669680	0,611490	0,640585
77	0,674274	0,616653	0,645464
80	0,677431	0,620205	0,648818
74	0,713737	0,661325	0,687531
85	0,715229	0,663025	0,689127
100	0,741901	0,693555	0,717728
95	0,748847	0,701545	0,725196
68	0,754183	0,707696	0,730939
81	0,786790	0,745483	0,766137
88	0,815757	0,779329	0,797543
60	0,831866	0,798255	0,815060
56	0,850988	0,820813	0,835900
82	0,862107	0,833975	0,848041
90	0,879119	0,854172	0,866646
Moyenne	0,596119	0,533112	0,564615

QUICK PRINT
Rue du Belvédère (par Rue Marius Carrieu)
34080 MONTPELLIER - Tél : 67.63.32.05

Résumé

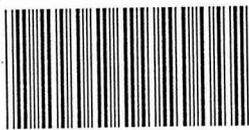
Dans la quasi-totalité des projets du développement rural en l'Amérique latine, l'intensification est de façon implicite l'alternative proposée pour atteindre les objectifs. L'évaluation des actions de vulgarisation agricole dans le contexte de ces projets de développement montre que les options technologiques proposées ne sont pas totalement satisfaisantes dans tous les cas, et partant le "bénéfice/coût" des activités de vulgarisation représente un gaspillage des ressources rares assignées au développement rural. L'objet général de cette thèse est donc de répondre aux questions suivantes : qui sont les producteurs qui intensifient leur production ? Comment et pourquoi ?

Pour l'étude de l'intensification de la production de café chez les petits producteurs du Guatemala, on pose comme hypothèse générale que l'intensification est fonction de la structure, du fonctionnement et de la performance des exploitations dans un contexte économique, social et institutionnel spécifique. En termes méthodologiques la thèse présente l'analyse de données (analyses factorielles et classifications) et la modélisation par programmation mathématique (multi-critère) et économétrique (fonctions de production frontières) comme des techniques complémentaires et non exclusives, tel que présenté normalement par la littérature.

Dans une première phase de la recherche, une typologie des exploitations a été élaborée, elle a mis en rapport la structure des exploitations et le niveau d'intensification de la caféiculture. Une deuxième période d'analyse, a permis d'établir les trajectoires des exploitations au cours d'un scénario économique caractérisé par une crise des prix du café. Dans une deuxième phase, une étude complémentaire sur la détermination des objectifs propres aux petits producteurs a permis de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes de production de café. Finalement, la détermination des performances des exploitations en termes d'efficacité productive a permis de différencier les exploitations par leur niveau de productivité globale de facteurs.

De façon générale, on montre que l'intensification de la production de café des petits producteurs du Guatemala n'est pas un processus spontané lié seulement à un environnement économique favorable, comme le suggère la théorie, mais qu'elle est plutôt le résultat de la combinaison de facteurs liés à la structure productive et sociale des exploitations, comme : l'âge de la plantation, le cycle de vie de la famille et le niveau de scolarité des producteurs qui permet la "spécialisation" dans la caféiculture. Cette spécialisation est la conséquence d'une rationalité économique dont l'objectif est la maximisation de la marge brute, et qui permet la captation des excédents qui ont permis l'investissement dans des systèmes de production plus intensifs proposés par le contexte institutionnel à travers la vulgarisation agricole. L'efficacité productive des exploitations joue un rôle déterminant dans la stabilité du niveau d'intensification, surtout en périodes de crise des prix. Un niveau des prix adéquat est donc une condition préalable qui facilite l'intensification de la production des petits caféiculteurs du Guatemala.

Mot clés : Café, Guatemala, petits producteurs, intensification, typologie des exploitations, analyse de données, programmation multi-critère, fonctions de production frontière, frontière stochastique, efficacité technique, productivité.



* TH00152 *