

Workshop 2 : Farming and rural systems methodologies

**Du schéma de fonctionnement au modèle de simulation technico-économique :
une confrontation heuristique¹.**

"From the qualitative farm system model to a simulation model: an heuristic confrontation."

Marie-Françoise ZEBUS, APC, INRA Antilles-Guyane, Guadeloupe (France), corresponding author: E-mail: zebus@antilles.inra.fr

Jean-Luc PAUL, Département d'Agronomie Tropicale, Université Antilles-Guyane, Guadeloupe (France). E-mail: jlpauc@univ-ag.fr

Abstract :

The paper shows how quantitative modelling can contribute to the farming system approach. After a short survey of farming system research in the French Antilles, the authors expose their current project, the construction of a tool for public decision makers based on the simulation of farmers behaviour. Then case studies illustrate the heuristic richness of simultaneous use of the qualitative farm and programming models. The making of the programming model requires to propose a hierarchy among the goals, constraints and opportunities to agricultural production which drive the system. Hence the construction of a data-safe quantitative model is possible in spite of the complexity of the observed decision-making processes. Inversely, by objectivising the working of the system, the programming model somehow validates the qualitative model. In fact, it allows an efficient feed-back to its founder hypotheses and a more efficient collect of extra data. In other respects, the construction of the diagram of functioning still is a valuable rapid appraisal tool.

Résumé :

La communication porte sur l'apport de la modélisation quantitative à l'approche globale de l'exploitation agricole. Après un historique des recherches sur l'exploitation agricole dans les Antilles Françaises, les auteurs décrivent un programme actuel de construction d'un outil d'aide à la décision publique basé sur la simulation du comportement des agriculteurs. Ils illustrent ensuite la richesse heuristique de l'utilisation conjointe du schéma de fonctionnement et du modèle quantitatif par des études de cas. Le schéma de fonctionnement permet de poser des hypothèses fortes sur la hiérarchisation des objectifs et des contraintes qui aboutissent au fonctionnement de l'exploitation. Celles-ci guident ensuite l'élaboration d'un modèle quantitatif économe en information malgré la complexité des processus de prise de décision rencontrés. Inversement, l'objectivation du fonctionnement que propose le modèle quantitatif est une forme de validation du schéma de fonctionnement, il permet un retour efficace sur les hypothèses qui le fondent et guide de manière précise la collecte d'informations complémentaires. Par ailleurs, l'élaboration du schéma de fonctionnement reste en soi un outil précieux de diagnostic rapide.

Introduction

Depuis les années soixante-dix, l'approche globale de l'exploitation agricole a inspiré de nombreuses recherches en Guadeloupe, notamment à l'INRA dans les domaines de l'agronomie (Ney 1985; Pellerin and Ney 1987; Picard 1980) et de l'économie centrée sur les stratégies des acteurs (Benda et al. 1995; Deverre 1981; Moustier and Zébus 1997) et à l'Université des Antilles et de la Guyane au travers de recherches sur le fonctionnement des exploitations agricoles familiales dans la Caraïbe (DAC 1985). Au début des années quatre-vingt-dix, un programme de recherche fédérateur se fixait pour objectif "d'élaborer une théorie capable de rendre compte du fonctionnement global constaté des exploitations agricoles familiales régionales et d'anticiper leur comportement dans un environnement changeant, afin de disposer d'un outil d'aide à la décision en matière de développement agricole et économique" (Bory and Paul 1993, p. 199). La démarche s'appuyait sur un renouvellement de l'approche globale classique de l'exploitation agricole (Brossier et al. 1997) et aboutit à la formulation d'un modèle conceptuel spécifique à l'exploitation agricole familiale caraïbe (Paul et al. 1994). La notion de fonctionnement, considérée comme "l'enchaînement de prises de décisions dans un sous-ensemble de contraintes, en vue d'atteindre un ou plusieurs objectifs qui régissent des processus de production et que l'on peut caractériser par des flux divers (monnaie, matières, informations et travail) au sein de l'exploitation d'une part, entre l'exploitation et l'extérieur, d'autre part." (Capillon and Sebillotte 1980, p. 88), restait le cœur du modèle. Celui-ci se déclinait sous forme d'un organigramme essentiellement qualitatif ; quelques formalisations logiques avaient cependant été esquissées (Figure 1, Fabri and Paul 1990), s'inspirant de l'approche proposée par Dufumier (Dufumier 1996).

¹ Remerciements aux membres de l'équipe de recherche et aux agents de la SAFER de Guadeloupe sans la collaboration enthousiaste et intelligente desquels la recherche ne serait pas possible.

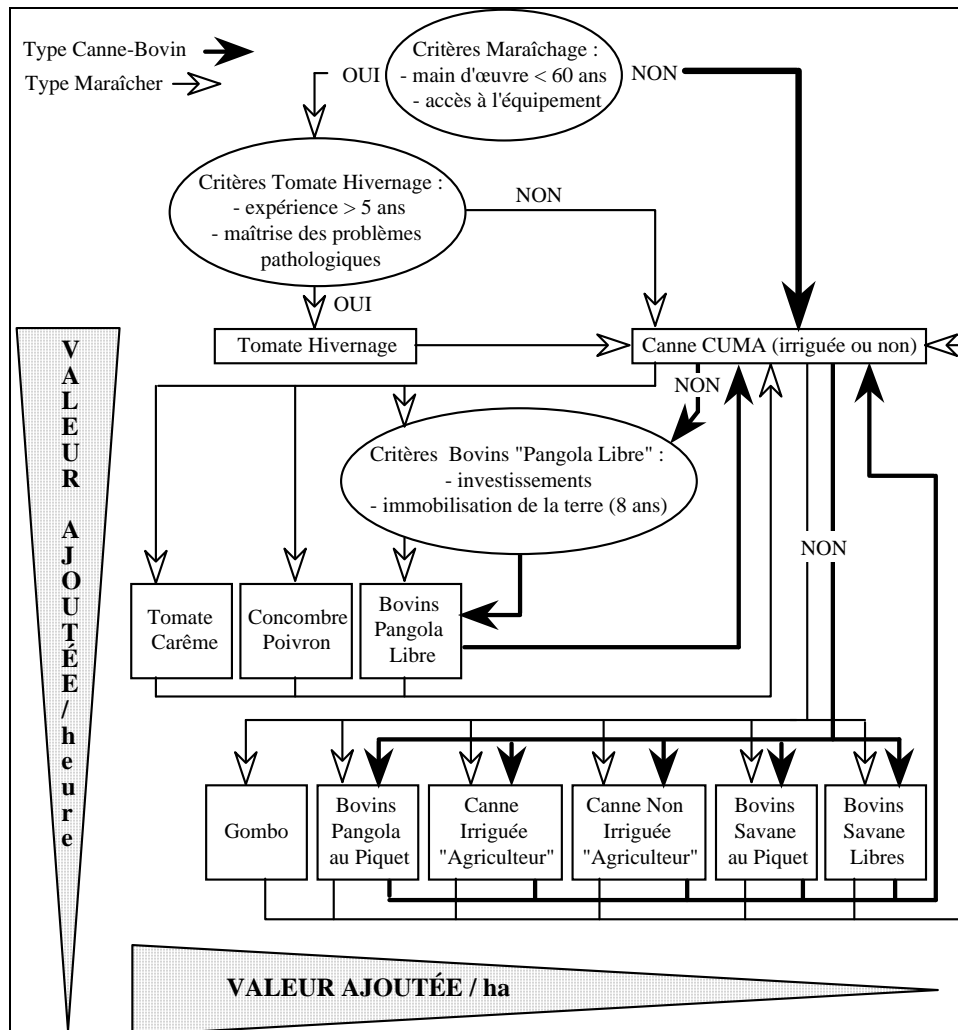


Figure 1 : Critères de choix des combinaisons de productions des exploitations d'un périmètre irrigué (Fabri and Paul 1990)

En 1998, les auteurs de cette communication décidèrent de prolonger le travail jusqu'alors réalisé par un programme axé sur la modélisation quantitative à partir de plusieurs considérations :

- Le modèle conceptuel débouchait sur des schémas de fonctionnement dont la validation était problématique. En l'absence d'une forme quelconque d'objectivation qui aurait imposé le recours à la quantification, ne portait-elle pas plus sur "la capacité de l'enquêteur à produire un schéma de fonctionnement que sur sa validité [du schéma]" ? (Sebillotte 1989, p. 11)
- Les développements de l'informatique avaient rendu facilement accessibles les techniques d'optimisation à des "non-modélisateurs". Ces outils, simples d'utilisation et riches de possibilités, rendaient possible l'intégration d'un nombre croissant d'exigences posées par les développement du modèle conceptuel et la prise en compte de la diversité des exploitations agricoles.
- Finalement, il apparaissait que l'utilisation d'un modèle quantitatif serait d'une utilisation plus aisée en matière d'aide à la décision, et donc d'une utilité sociale plus directe. Elle offrait un moyen pratique de communiquer avec le développement et la recherche, voire la formation.

C'est ainsi qu'a été élaboré le programme de recherche MICA dont l'objectif est l'élaboration d'un modèle d'offre permettant d'anticiper l'impact sur la production agricole de la Guadeloupe de mesures de politiques agricoles, de changements sur les marchés ou d'un changement quelconque de l'environnement productif (innovation technique, perturbations écologiques, évolution de la réglementation, etc.) (Paul and Zébus 1999). Ce modèle repose sur un certain nombre d'hypothèses restrictives :

- L'offre globale est considérée comme la somme des offres individuelles des unités de production, en l'occurrence dans leur grande majorité des exploitations agricoles familiales.
- La combinaison d'activités d'une exploitation exprime directement son fonctionnement et se traduit par

une offre en produits spécifique.

- Il est possible d'agréger les exploitations en types relativement homogènes du point de vue de leur fonctionnement. À chaque type correspond un fonctionnement, une combinaison de production, une offre et une pondération (représentativité au sein de la population totale).

S'inspirant du modèle conceptuel, le fonctionnement de chacun des types est reproduit par un modèle élémentaire d'optimisation basé sur la programmation linéaire. Ces modèles ne sont pas récursifs, les paramètres de l'environnement productif sont exogènes et la structure de l'exploitation est figée. Ainsi nous "raisonnons en statique dans un état donné des contraintes structurelles, c'est-à-dire de stabilité des facteurs fixes et du progrès technique" (Temple and Fadani 1997, p. 44).

Dans un premier temps, la typologie et l'élaboration des modèles élémentaires ont été réalisés sur une population restreinte constituée des exploitations issues de la dernière réforme foncière à la fin des années quatre-vingt. Ces exploitations ne sont pas représentatives de la diversité des types de fonctionnement présents sur l'île : elles ne couvrent pas la totalité des zones agro-écologiques, la pluriactivité y est moins présente qu'ailleurs et leur assise foncière est relativement homogène (une dizaine d'hectares) alors que la taille des exploitations guadeloupéenne varie considérablement autour de 3 ha seulement (SCEES 1999). Le contexte d'information limitée qui caractérise la recherche agro-économique en Guadeloupe fonde la pertinence de ce choix. L'absence de données statistiques sur la structure des exploitations et sur la production, d'enregistrements comptables et la faiblesse des moyens humains de l'équipe de recherche, nous ont conduit à élaborer et à tester la méthodologie à partir d'un sous-ensemble pour lequel on s'abstrait en partie de ce contexte d'information limitée.

Une première typologie des exploitations de la réforme foncière a été dressée. Un modèle élémentaire (programmation linéaire) a ensuite été élaboré pour chacun des types obtenus. La première validation de ce modèle fut sa capacité à reproduire le fonctionnement du type, le choix de la combinaison d'activités et l'offre correspondantes, à partir d'une hiérarchisation, s'appuyant sur le modèle conceptuel initial, des objectifs et des contraintes propres au type. Cet étalonnage par type fut ensuite complété par un sondage où quelques exploitations réelles furent enquêtées. Par hypothèse, chacune des exploitations particulières du type devait être aisément interprétée à partir du modèle élémentaire. À cette étape, l'objectif dépassait le simple ajustement des limites admissibles de l'agrégation en type. Le fait que l'éventail des données disponibles était restreint et que leur fiabilité était limitée faisait peser une certaine suspicion sur la réalité même du type. Le travail d'analyse des enquêtes était donc susceptible de déboucher sur une remise en cause plus fondamentale du type.

De la conduite de l'enquête à l'ajustement du modèle élémentaire à l'exploitation enquêtée, les confrontations successives des différentes formalisations du fonctionnement se sont révélées d'une grande valeur heuristique. C'est plus particulièrement l'intérêt de la confrontation d'un modèle qualitatif du type "schéma de fonctionnement" à un modèle quantitatif basé sur la programmation linéaire que nous présenterons ici.

1. Techniques de modélisation d'une exploitation réelle

1.1. De l'enquête au schéma de fonctionnement

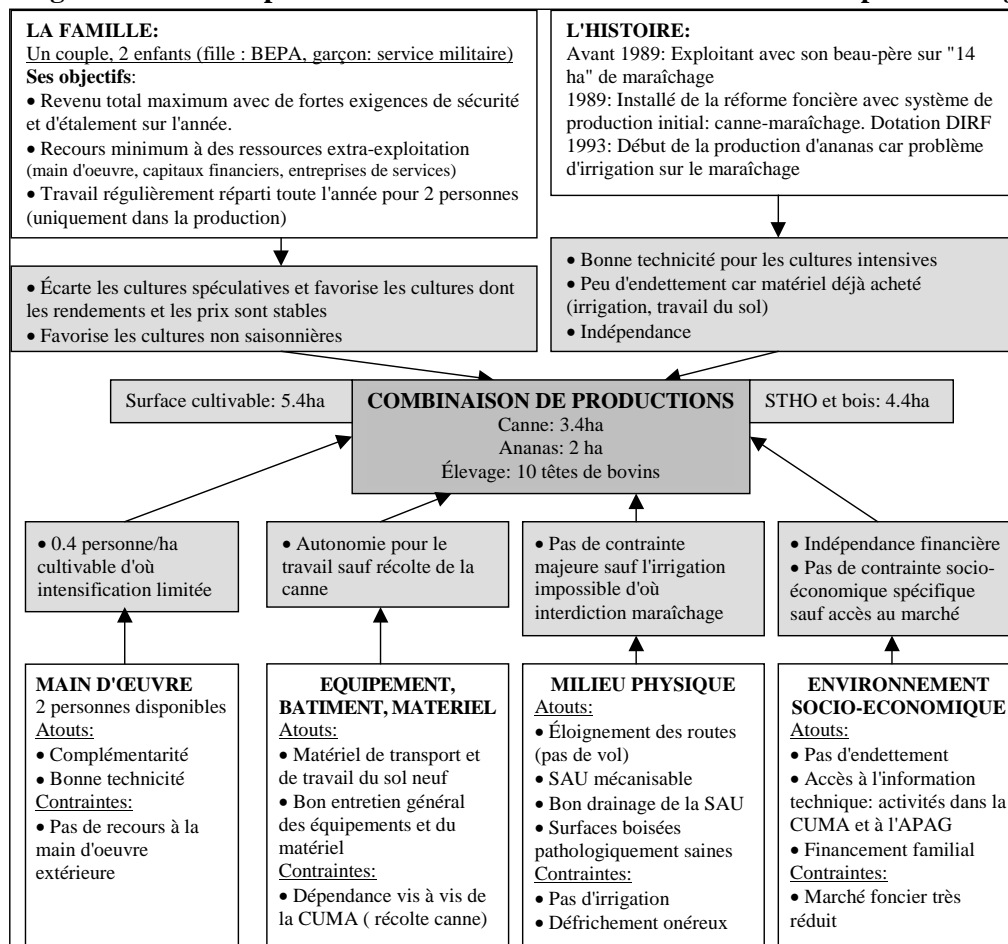
Les exploitations ont été enquêtées selon les modalités classiques de l'approche globale de l'exploitation agricole. Il faut cependant rappeler ici quelques-unes des spécificités des exploitations agricoles familiales de la zone auxquelles une attention particulière a dû être portée :

- La pluri-activité de l'agriculteur et la pluri-activité familiale sont très répandues et la cohérence des prises de décisions se dégage au niveau du système d'activités et non au niveau du système de production agricole (Paul et al. 1994).
- La grande majorité des exploitations pratiquent une polyculture-élevage où les cultures à cycle court (maraîchage, vivrier) occupent une place importante, où les rotations régulières sont absentes et où l'on observe une grande plasticité de la combinaison des productions, tant dans la nature des productions choisies que dans leur conduite.
- Pour une même production, les stratégies de commercialisation sont souvent très variées et elles sont très étroitement liées aux conduites de la production (Benda et al. 1995).

Les enquêtes sont réalisées en deux à trois passages. Elles se déroulent sur l'exploitation. On obtient alors un

ensemble de données de structure et de fonctionnement avec, entre autres, la combinaison des activités et des indications sur les niveaux de performances techniques et économiques de ces activités et de l'exploitation agricole dans son ensemble. Ces données sont ensuite traitées pour élaborer un schéma de fonctionnement qui décrit le processus de prise de décision de l'agriculteur à moyen ou long termes, c'est-à-dire aux niveaux global et stratégique (Capillon and Sebillotte 1980; Petit 1981). On note qu'ici le niveau tactique (les décisions à court terme) est abandonné. Dans un souci de constitution d'une base de données sur le fonctionnement des exploitations agricoles de la région et de collaboration avec des responsables du développement et d'autres chercheurs, la formalisation du schéma de fonctionnement s'inspire directement des propositions de Capillon et Manichon (Capillon and Manichon 1991) et se décline sous la forme de plusieurs organigrammes. Dans notre démarche, celui qui récapitule les déterminants du choix de la combinaison de productions (ou d'activités) est central (Figure 2).

Figure 2 : Un exemple de modélisation du fonctionnement d'une exploitation agricole



1.2. La formalisation quantitative

La fonction-objectif

Le choix d'un modèle monocritère a été fait. On a donc hiérarchisé les objectifs pour distinguer un objectif principal d'objectifs secondaires, ces derniers étant modélisés sous forme de contraintes.

Les exploitations généralement étudiées produisent essentiellement pour le marché et ont accès aux biens de consommation, l'autoconsommation y est négligeable. La fonction-objectif est une espérance d'utilité $E(U)$, en l'occurrence celle de la marge brute totale, que l'on cherche à maximiser. Cet objectif principal n'est pas discriminant puisqu'on le prête à toutes les exploitations. Le travail sur les objectifs secondaires devient donc déterminant. Ceci nous renvoie bien à l'insuffisance de la théorie de la firme (Petit 1981).

On se heurte cependant à une double difficulté. La première est d'identifier et de hiérarchiser les objectifs secondaires : gestion du temps de travail (loisirs plus ou moins saisonniers, minimisation d'astreinte quotidienne, minimisation saisonnalité du travail, etc.), volonté d'indépendance (minimisation de l'embauche,

recours minimum au crédit), etc. La seconde difficulté réside dans la traduction de ces objectifs secondaires en contraintes mathématiques. Une bonne illustration en est les nombreux développements sur la prise en compte de l'aversion au risque de l'agriculteur (Anderson and Dillon 1992; Jourdain 1999).

La prise en compte du risque

Très vite dans le processus de modélisation est apparue la nécessité de prendre en compte l'aversion au risque de l'agriculteur. Sinon, les activités les plus rémunératrices étant en général les plus risquées auraient été les seules à être choisies dans les simulations.

Les approches probabilistes ont été écartées à cause, d'une part, de la difficulté à supposer une distribution normale du risque, et, d'autre part, du manque d'ancienneté des séries de données. On a choisi la version de la "perte possible" (Boussard 1970; Boussard and Petit 1967) du modèle de "Focus-Loss". Si l'agriculteur veut maximiser sa fonction-objectif, il veut se garantir aussi un revenu minimum dans le plus défavorable des cas, lui permettant par exemple d'assurer la consommation du ménage et l'alimentation des animaux. Ce seuil traduit l'aversion au risque de l'agriculteur. Il dépend en grande partie de sa situation patrimoniale, un agriculteur ayant des économies prenant plus de risque qu'un agriculteur en difficulté.

Pour chaque activité l'agriculteur a une idée de l'objectif espéré en moyenne et de l'objectif attendu dans le plus défavorable des cas. On introduit donc une nouvelle contrainte : l'espérance de la marge brute totale minimum de la combinaison d'activités choisie (somme des marges brutes minimum des activités) doit être supérieure à un seuil choisi par l'agriculteur.

On prend en compte deux types de risques, la variabilité des rendements (milieu physique et itinéraire technique) et celle des prix de vente ; le risque sur les volumes commercialisables ou sur le marché des intrants est négligé pour l'instant.

Les contraintes

Outre les objectifs secondaires, le modèle intègre à titre de contrainte deux grands types de facteurs. Il s'agit, d'une part, des ressources à la disposition de l'agriculteur et, d'autre part, des exigences propres aux activités. En ce qui concerne les ressources (terre, travail, capital technique, capital financier, ...) le modèle permet la prise en compte des limites quantitatives (volume disponible) et qualitatives (technicité, catégorie de sol, etc.). En ce qui concerne les contraintes propres aux activités, le modèle intègre les exigences agro-écologiques, les seuils (surfaces minimum ou maximum), etc.

L'univers des possibles

La création du modèle basé sur la programmation linéaire a également exigé la construction d'un "univers des activités possibles" à partir duquel l'agriculteur élabore la combinaison spécifique de son exploitation. Cet univers des possibles se présente sous la forme d'une matrice technico-économique. Les colonnes correspondent aux activités : systèmes de culture et systèmes d'élevage essentiellement. Les lignes correspondent aux critères de caractérisation de ces activités : ressources mobilisées (heures de travail par hectare, coûts de production hors travail, etc.), performances techniques (rendement) et économiques (marge brute par hectare ou par unité de surface), risque. Pour des conduites différentes d'une même espèce, ces critères varient et plusieurs activités doivent être créées. C'est ainsi qu'il existe cinq activités correspondantes à la production de canne à sucre. L'univers des possibles est élaboré à l'échelle de la Guadeloupe, à partir d'une typologie des différents systèmes de culture et d'élevage existants. Il est replacé dans le cadre d'un zonage agro-écologique limitant certaines productions à certaines zones. Cette restriction étant posée, une exploitation donnée continue de disposer d'un univers des possibles relativement ouvert. On peut expliquer cette situation par des facteurs historiques et/ou socio-économiques précis :

- L'appareil de production des exploitations agricoles est essentiellement constitué par le foncier. Le capital technique est limité et les actifs spécifiques sont faibles. La nature et le niveau des investissements ne figent donc pas la combinaison de productions. Même dans le cas d'investissements importants, pour la zone, comme c'est le cas de la production porcine intensive, l'importance des subventions de l'Etat et/ou des collectivités réduit considérablement leurs poids dans le processus de prise de décision.
- Les caractéristiques du marché sont un important facteur d'instabilité des combinaisons de productions. Pour un même produit, il existe de nombreux circuits de commercialisation qui correspondent souvent à des manières de produire différentes. L'agriculteur utilise toujours une combinaison de ces circuits et cette combinaison est instable.

- Ces caractéristiques du marché expliquent également l'importance des marges brutes qu'on peut obtenir sur certaines productions à certaines périodes (cycliques ou non). Cette importance peut rendre la technicité secondaire dans le choix d'une production.

Finalement, ces différents modules, matrice technico-économique, objectif et contraintes sont saisis sur une feuille de calcul du tableur Excel selon la configuration classique des problèmes de programmation linéaire. La simulation est ensuite réalisée grâce au "solveur", outil d'optimisation du logiciel.

2. La confrontation des résultats à la réalité

Le fonctionnement du modèle permet donc d'obtenir une combinaison d'activités, une valeur pour la fonction-objectif, un niveau de consommation d'intrants et de production d'activités, ceci accompagné des rapports de sensibilité et aux limites. Il s'agit de comparer ces valeurs, en particulier la combinaison d'activités et le niveau de la fonction-objectif à ce qui a été observé sur le terrain lors de l'enquête et d'essayer d'en réduire l'écart. Ce dernier peut être attribué à différents facteurs que l'on choisit de considérer selon la nature de l'écart. On localise l'erreur aux étapes suivantes du processus de modélisation (Figure 3) :

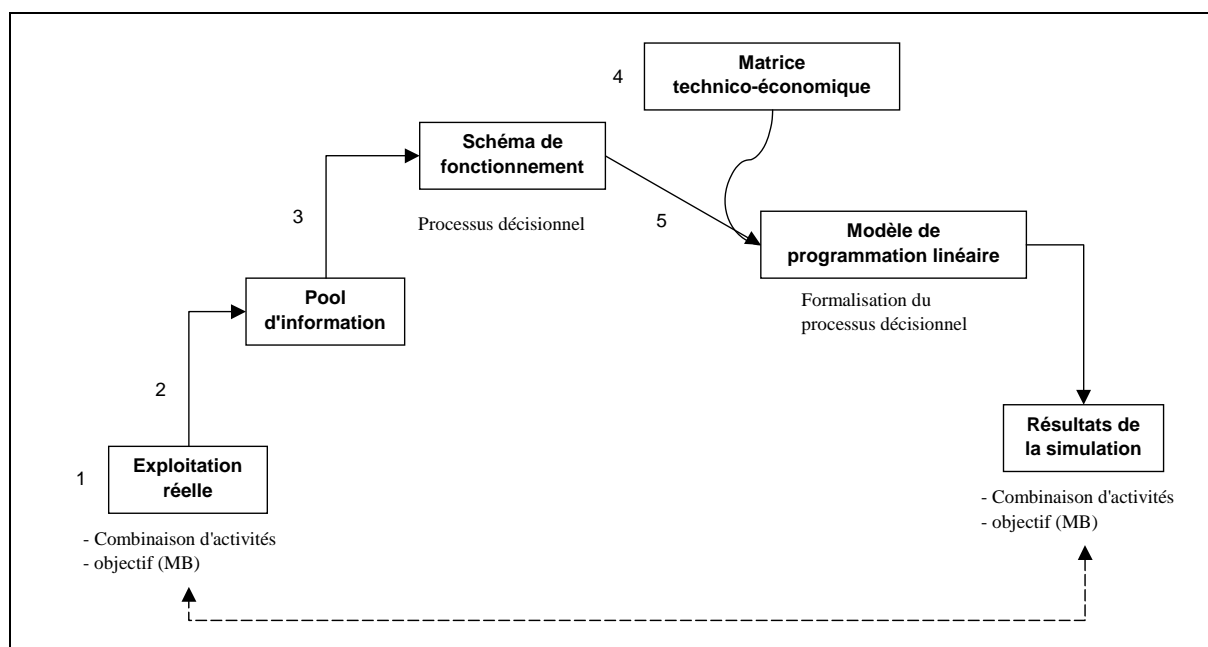


Figure 3 : De l'enquête à la simulation

- Etape 1. L'exploitation se trouve en dehors du domaine de validité du modèle. C'est principalement le cas quand elle est dans une période d'ajustement dont les caractéristiques ne peuvent être prises en compte par le modèle, celui-ci représentant une image à l'équilibre.
- Etape 2. L'ensemble d'informations fourni par l'enquête est lacunaire, ce qui aboutit à une image erronée ou au moins incomplète de l'exploitation. Il faut donc retourner sur le terrain.
- Etape 3. Les données d'enquête ont été mal interprétées et le schéma de fonctionnement est erroné. C'est un biais fréquent en ce qui concerne l'identification des objectifs et contraintes.
- Etape 4. La traduction du schéma de fonctionnement en modèle mathématique est déficiente : erreur de choix et de hiérarchisation des critères déterminants, mauvaise quantification.
- Etape 5. Il y a un problème dans la caractérisation de "l'univers des possibles" (matrice technico-économique) dans lequel l'agriculteur choisit ses productions.

Puis une nouvelle simulation est faite dont les résultats sont encore comparés à la réalité, ceci jusqu'à l'obtention d'un écart acceptable, ce va et vient étant permis par la puissance de l'outil informatique.

Nous avons donc choisi de présenter trois cas contrastés malgré la difficulté d'illustrer la richesse de la confrontation des modèles qualitatif et quantitatif dans un texte aussi court.

Cas n°1 : Retour à l'étape n°5

Pour la mise au point d'un prototype du modèle, on a cherché à modéliser une exploitation, de type classique dans la région, consacrant une grande partie de sa surface à la canne. Nous avons alors utilisé une première version de matrice technico-économique, construite à partir d'un référentiel technico-économique publié (Chambre d'Agriculture de la Guadeloupe 1996) que nous avons en partie corrigé grâce à des avis d'experts. Avant de prendre en compte le risque, nous obtenons une combinaison d'activités très rémunératrices, principalement du maraîchage et de l'ananas (Tableau 1 : scénario 1).

Sachant qu'un des principaux attraits de la canne est la sécurité qu'elle représente, nous décidons de prendre en compte le risque (scénario 2). Mais nous n'obtenons toujours pas de canne, même en augmentant l'aversion au risque dans le modèle, celle-ci n'étant de toute manière pas active. Une analyse de la matrice nous permet de voir que l'écart entre l'ananas et la canne en ce qui concerne la sécurité est loin de compenser la position favorable de l'ananas sur tous les autres points (marge brute par hectare ou par heure de travail).

Une vérification des valeurs des caractéristiques technico-économiques de l'ananas, en particulier du nombre d'heures de travail, s'impose donc à ce stade, celles de la canne étant plus sûres. Les chiffres du référentiel officiel ayant été confirmés par son concepteur, il ne nous reste plus qu'à nous intéresser à des cas particuliers. La consultation de deux monographies d'exploitation nous conduit à des valeurs de 3 800 et 1 800 heures de travail/ha d'ananas. Nous sommes bien loin des 318 heures du référentiel officiel ! L'introduction d'une valeur de 3 000 donne tout de suite des résultats intéressants puisque nous voyons apparaître la canne de manière significative en introduisant le risque (scénarios 3 et 4). La canne "apparaît" à partir de 1 800 heures de travail par hectare d'ananas.

Scénario	1	2	3	4
Main d'oeuvre ananas	318	318	3000	3000
Risque	non	oui	non	oui
Maraîchage	oui	oui	oui	oui
achat travail (heures)				
Porcins (truies suitées)			3,78	3,25
canne intensive mécanisée				3,11
ananas	4,95	4,95	0,87	1,08
banane plantain	0,75	0,75		
pastèque	2,30	2,30	7,12	3,80

Tableau 1 : Choix d'une combinaison parmi une vingtaine d'activités

En fait pour 318 h/an, l'ananas était toujours préféré à la canne parce que la sous-estimation du temps de travail donc de son coût de production aboutit non seulement à surestimer la marge brute moyenne espérée mais aussi la marge brute espérée minimum qui dans le modèle exprime le risque.

Cas n°2 : Retour à l'étape n°2

Une seconde exploitation, telle qu'elle nous apparaît après une première enquête, a une combinaison de productions relativement simple : 20 hectares en canne à sucre et 2 hectares en ananas sur 22 hectares de surface agricole totale (Tableau 2). La surface d'ananas a diminué de manière importante depuis 1996 où la proportion entre les deux cultures était inverse ; et la dernière parcelle sera arrachée dans les prochains mois.

On accepte sans problème la cause avancée par l'agriculteur à cette évolution spectaculaire : une diminution du profit tiré de l'ananas due à une baisse des prix puis à une baisse des rendements sous l'effet du wilt (maladie virale). La parenté des deux productions en termes de sécurité est évidente et nous encourage à prêter à l'agriculteur une forte aversion au risque. Mais elle n'explique a priori pas le remplacement de l'ananas par une culture procurant un revenu beaucoup plus faible (marge brute totale divisée par 1,9). Comme la canne consomme aussi beaucoup moins de travail, et que l'agriculteur a un projet de mécanisation à court terme on s'oriente vers l'hypothèse d'un projet de pluriactivité.

La première simulation nous donne la combinaison de productions suivante : 15 ha de canne, 7 ha de pastèque. On s'assure que les principales contraintes ont bien été posées. Dans ce modèle statique (Cf. étape n°1), on ne s'étonne pas de ne pas obtenir d'ananas, qui n'est qu'un reliquat, la situation d'équilibre étant celle prévue pour l'an 2000 avec seulement de la canne. Dans la version actuelle de la matrice technico-économique peu détaillée en ce qui concerne le maraîchage, la pastèque est représentative d'une activité

maraiçhère à haut revenu mais à haut risque. Le maraiçhage reste même lorsque l'on diminue la disponibilité de travail familial, pour traduire une volonté de pluriactivité. C'est que la surface élevée en canne permet de prendre des risques en faisant du maraiçhage, ceci dans presque toutes les situations.

Vu cet écart entre les résultats du modèle et de la réalité, une seconde enquête est organisée. L'agriculteur nous apprend alors qu'il associe une culture maraiçhère dérobée à toutes ses parcelles de canne plantée, soit 4 à 5 hectares annuellement (la canne est replantée tous les 5 ans). Pour réparer cet "oubli" de l'agriculteur, il a fallu créer une nouvelle activité : "concombre dérobé en canne" (Simulation n°2). Le haut niveau de maîtrise du maraiçhage et de la gestion du temps que nécessite cette activité doit expliquer en grande partie sa faible occurrence dans la région.

Scénario	Assolement		
Enquête n°1	20 ha canne		2 ha ananas
Situation d'équilibre supposée	22 ha canne		
Simulation n°1	15 ha canne	7 ha pastèque	
Enquête n°2	15 ha canne	4-5 ha maraiçhage dérobé	2 ha ananas
Simulation n°2	16 ha canne	4,4 ha concombre dérobé	

Tableau 2 : Déficit d'information

On se trouve ici dans le cas où c'est un déficit d'information qui cause l'écart entre les résultats de la simulation et la réalité (Figure 3/Etape n°1).

Ce faisant, on peut remarquer qu'à moins d'un calcul technico-économique supplémentaire, on ne se serait jamais posé la question de l'intérêt du maraiçhage, en tout cas pas dans des termes aussi précis, à la seule vue du schéma de fonctionnement n°1. On retrouve ici le problème de la validation des schémas de fonctionnement.

Cas n°3 : Retour aux étapes 3 à 5

L'exploitation est tenue par un pluriactif, technicien supérieur en agriculture qui ne peut y consacrer que 20 heures par semaine au maximum, étant par ailleurs salarié à plein-temps. Après avoir essayé de cultiver de la canne sans succès pendant 3 ans, il produit principalement de l'ananas. Il a acheté un tracteur récemment pour mécaniser les traitements phytosanitaires et la fertilisation. Mais d'une part une partie de sa sole en ananas reste non mécanisée et d'autre part il continue à faire faire les travaux du sol par une entreprise extérieure, comme la plupart des planteurs d'ananas de la région.

Au moment de la modélisation (Tableau 3), se pose le problème de la prise en compte de l'achat récent du tracteur équipé. La formule la plus évidente est de le considérer comme un investissement spécifique à l'ananas et d'imputer donc l'équivalent d'un amortissement (50 000 F) à l'activité ananas. Dans ce cas (scénario 2) la simulation ne comprend pas d'ananas alors que l'agriculteur y consacre en réalité plus de 4 de ses 7,3 hectares. En fait l'économie de temps s'avère trop faible pour justifier l'équipement. Sans cet amortissement l'ananas apparaît dans la combinaison de production simulée (scénario 1).

Cela amène à réfléchir sur le processus qui a mené à l'achat de cet équipement. En fait l'agriculteur enquêté ne peut s'approvisionner en eau qu'à son domicile qui est relativement éloigné de l'exploitation. Sans tracteur, il ne pourrait donc entreprendre que des cultures pluviales dépourvues d'opérations techniques nécessitant de grandes quantités d'eau (traitements phytosanitaires, induction florale, désherbage, etc.), ce qui n'est pas le cas de l'ananas.

Il n'est par ailleurs pas sûr que ce jeune agriculteur ait échappé à la fascination de l'image du gros planteur ayant des profits élevés et travaillant peu apparemment grâce à la mécanisation des traitements. En effet, le niveau d'équipement des exploitations agricoles est très faible d'une manière générale en Guadeloupe. Et dans une situation de déficit de valorisation du statut d'agriculteur, le tracteur ou le 4x4 apparaît comme un signe extérieur de richesse, donc de parité avec les autres secteurs. Par ailleurs, il y a souvent une pression de la part de l'encadrement technique et financier à ce genre d'investissement vu aussi comme signe d'une agriculture moderne. En outre, les agriculteurs ont beaucoup de difficultés à se partager les équipements de ce genre. Ceci explique en grande partie des décisions d'équipement non rentables du point de vue économique.

Si l'on accepte ces deux explications, on peut imputer l'achat de l'équipement à l'ensemble de l'exploitation ce qui est réalisé en augmentant d'autant la contrainte de marge brute minimum (scénario 3). Cette contrainte était jusqu'alors nulle car on considère que ce pluriactif peut prendre le risque d'avoir une marge brute

agricole nulle.

On peut considérer que son temps de présence sur l'exploitation conditionne fortement le recours à l'achat de main d'œuvre. En effet, non seulement il ne peut contrôler le travail de nombreux ouvriers mais aussi il a besoin d'un ouvrier permanent en qui il a toute confiance. On fixe donc la main d'œuvre salariée à un seul ouvrier à temps plein (scénario 4). Dans ce cas on arrive à une combinaison de productions proche de la réalité.

Dans ce cas, on a remis en question les étapes 3 à 5 du processus de modélisation (Figure 3).

Scénarios	1	2	3	4	Réel
"Amortissement" tracteur	oublié	Sur ananas	Sur exploitation	Sur exploitation	
Marge brute minimum	0	0	50 000	50 000	
Coût de production de l'ananas	20 000	70 000	20 000	20 000	
Limitation du nombre de salariés				1 seul permanent	
Canne intensive	non	non	non	non	
Maraîchage	non	non	non	non	
achat travail (heures)	5 640	2 816	5 640	2 400	2 400
ananas mécanisé	7,60		7,60	3,88	4
ananas intensif non mécanisé		1,18			
canne à rendement faible		6,42			
bovins en clôture				3,37	3,6

Tableau 3 : Retour aux références technico-économiques

Conclusion

Toute entreprise de modélisation des exploitations agricoles de Guadeloupe est rendue délicate par leur complexité. Pour mémoire, on peut rappeler l'importance de la pluriactivité, la diversité et la variabilité des productions, l'importance des cultures à cycle court, la faible spécialisation souvent liée à une capitalisation limitée.

La perplexité du modélisateur est encore augmentée par le contexte d'information limitée à laquelle il doit faire face. Celle-ci concerne autant la description des systèmes de production que la caractérisation des activités (systèmes de culture et d'élevage).

Dans cette situation l'utilisation combinée de schémas de fonctionnement et d'un modèle quantitatif se révèle particulièrement pertinente. Le schéma de fonctionnement permet de poser des hypothèses fortes sur la hiérarchisation des objectifs et des contraintes qui aboutissent au fonctionnement de l'exploitation. Celles-ci guident ensuite l'élaboration d'un modèle quantitatif économe en information malgré la complexité des processus de prise de décision rencontrés. En outre, l'objectivisation du fonctionnement que propose le modèle quantitatif est une forme de validation du schéma de fonctionnement, il permet un retour efficace sur les hypothèses qui le fondent et guide de manière précise la collecte d'informations complémentaires. Cependant, loin de n'être qu'une étape de la modélisation quantitative, l'élaboration du schéma de fonctionnement reste en soi un outil précieux de diagnostic rapide.

Le caractère heuristique de la confrontation des deux types de modélisation dépasse sans doute la situation de l'agriculture guadeloupéenne pour englober la plupart des situations où la recherche doit s'effectuer en contexte d'information limitée et/ou avec des moyens restreints d'enquêtes et de suivi des exploitations agricoles.

Sélection bibliographique

- Anderson, J. R., and Dillon, J. L. (1992). *Risk analysis in dryland farming systems*, Farm Systems Management Series. FAO, Rome
- Benda, C., Ritzenthaler, D., and Zébus, M.-F. (1995a). "Étude des producteurs maraîchers du sud-est de la Grande-Terre (Guadeloupe). *Note de Synthèse* (1-2), 8.
- Bory, A., and Paul, J.-L. (1993). "Approche systémique et fonctionnement de l'exploitation agricole : questions théoriques et méthodologiques pour une mise en œuvre dans la zone Caraïbe." In H. Navarro Garza, J.-P. Colin, and P. Milleville, (eds.), *Sistemas de producción y desarrollo agrícola*, ORSTOM, Mexico, 199-206.
- Boussard, J.-M. (1970). *Programmation mathématique et théorie de la production agricole*, . Edited by L. Fauvel, *Marchés et structures agricoles*. Editions Cujas, Paris.
- Boussard, J.-M., and Petit, M. (1967). "Representation of farmers' behavior under uncertainty with a focus-loss constraint." *Journal of Farm Economics*(62), 395-407.
- Brossier, J., Chia, E., Marshall, E., and Petit, M. (1997). *Gestion de l'exploitation agricole familiale. Eléments théoriques et méthodologiques*, . ENESAD-CNERTA.
- Capillon, A., and Manichon, H. (1991). *Guide d'étude de l'exploitation agricole à l'usage des agronomes*, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture, Paris, 65.
- Capillon, A., and Sebillotte, M. (1980). "Étude des systèmes de production des exploitations agricoles. Une typologie." In J. Servant and A. Pinchinat, (eds.), *Caribbean Seminar on Farming Systems Research*, INRA, IICA, 85-111.
- Chambre d'Agriculture de la Guadeloupe. (1996). *Référentiel technico-économique du Département de la Guadeloupe*, DAC, (ed.) (1985). *Systèmes de production agricole caribéens et alternatives de développement*. Edited by UAG/DAC.
- Devaux, J.-C. (1990). *Etude du fonctionnement de l'exploitation agricole de Monsieur Romuald D.*, Rapport de stage, Département d'Agronomie Tropicale, Université Antilles-Guyane, .
- Deverre, C. (1981). *L'agriculture familiale sur les plateaux orientaux de la Grande-Terre de Guadeloupe*, INRA ESR Antilles-Guyane, Petit-Bourg, 31.
- Dufumier, M. (1996). *Les projets de développement agricole*, . CTA, Karthala, Paris.
- Fabri, A., and Paul, J.-L. (1990). *Irrigation et réforme foncière, une nouvelle donne. Nécessité d'une nouvelle approche du développement agricole.*, Magistère DAC, ARECA, 29.
- Jourdain, D. (1999). *Introduction du risque dans les modèles de décision: une synthèse bibliographique*, 1-99, CIRAD-CA,
- Moustier, P., and Zébus, M.-F. (1997). "Vegetable Commodity Systems in Tropical Countries: a Comparative Perspective." Paper read at *Agricultural Commodity Systems in Comparative Perspective*, Research Committee on Agriculture and Food (International Sociological Association), at Toronto, 16-17 august 1997, 26.
- Paul, J.-L., Bellande, A., Bory, A., Fabri, A., and Garganta, E. (1994). "Quel système de référence pour la prise en compte de la rationalité de l'agriculteur : du système de production au système d'activité." *Les Cahiers de la Recherche-Développement*(39), 7-19.
- Paul, J.-L., and Zébus, M.-F. (1999). "A tool for monitoring agricultural policies: Modelling farming systems in the Caribbean to build an agricultural supply model." Paper read at *Sixth International Conference of ALACEA, "Rural Development Challenges in the next Century"*, Latin American & Caribbean Association of Agricultural Economics, at Port of Spain (Trinidad and Tobago), June 30th to July 2nd 1999, , 12.
- Pellerin, S., and Ney, B. (1987). "Diversité des systèmes de production agricole dans le périmètre irrigué de l'Est de la Grande-Terre (Guadeloupe, F.W.I.)." *Agronomie*, 7(7), 497-505.
- Petit, M. (1981). "Théorie de la décision et comportement adaptatif des agriculteurs." In M. Petit, (ed.), *Formation des agriculteurs et apprentissage de la décision*, ENSAA-INPSA-INRA-INRAP, Dijon, 1-36. .
- Picard, D. (1980). "Analyse diachronique des systèmes maraîchers en Guadeloupe." In J. Servant and A. Pinchinat, (eds.), *Caribbean Seminar on Farming Systems Research*, INRA, IICA, 287-301.
- SCEES. (1999). "Regard sur l'Agriculture dans les Départements d'Outre-Mer." *Agreste. La Statistique Agricole. DOM*, 56.
- Sebillotte, M. (1989). "Préface." In J.-R. Bonneville, R. Jussiau, and E. Marshall, (eds.), *Approche globale de l'exploitation agricole. Comprendre le fonctionnement de l'exploitation agricole : une méthode pour la formation et le développement*, INRAP-Foucher, Dijon, 9-14.
- Temple, L., and Fadani, A. (1997). "Cultures d'exportation et cultures vivrières au Cameroun." *Economie Rurale*(239), 40-48.