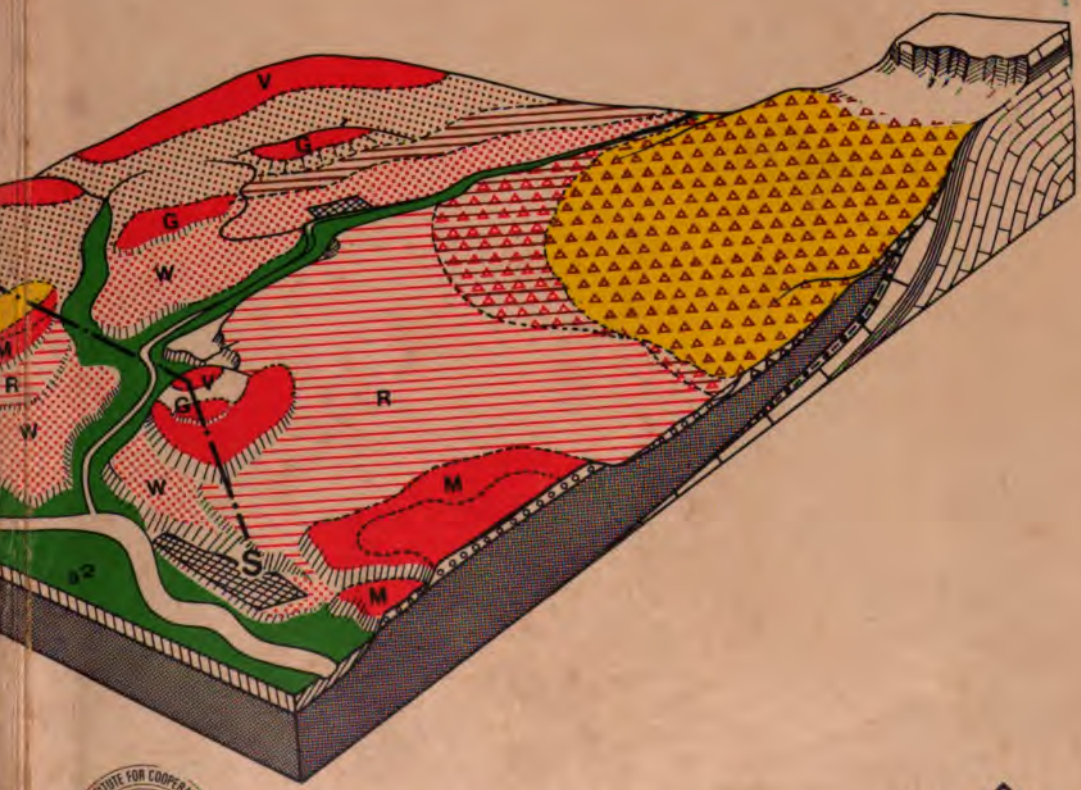
CARIBBEAN SEMINAR ON FARMING SYSTEMS RESEARCH METHODOLOGY



Erratum: p. 267, Fig. 2.

Coupe perspective du confluent Rhône-Isère
(Plaines de Valence).

CARIBBEAN SEMINAR ON FARMING SYSTEMS RESEARCH METHODOLOGY

SEMINARIO DEL CARIBE SOBRE METODOLOGÍAS PARA LA INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS AGRÍCOLAS

SÉMINAIRE CARAÏBE SUR LES SYSTÈMES DE PRODUCTION AGRICOLE-MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

CARIBBEAN SEMINAR ON FARMING SYSTEMS RESEARCH METHODOLOGY

CARIBBEAN SEMINAR ON FARMING SYSTEMS RESEARCH METHODOLOGY

Jean Servant
Antonio Pinchinat

Coordinators

Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, F.W.I.

May 4–8, 1980

Diseño de la cubierta: Imprenta IICA
Levantado de texto: Levantex S.A.

Editora de la obra: Fanny de la Torre.
Editor de la Serie: Rodolfo Chena G.

Esta obra contó con la colaboración técnica editorial de Rodolfo Chena G. y Julio Escoto B., en la sección de idioma español; Marigold Genis, en la sección de idioma inglés; Fanny de la Torre y Antonio Ybarra, en la sección de idioma francés.

IICA
PRRET-228

Caribbean Seminar on Farming Systems Research Methodology. Basse-Terre, Guadalupe, 5-8 mayo 1980
Caribbean seminar on farming systems research methodology/Coordinated by Jean Servant and Antonio Pinchinat. – San José, Costa Rica: IICA; INRA, 1982.
640 p. – (IICA: Serie ponencias, resultados y recomendaciones de eventos técnicos; Nº 228).

Texto también en francés y español.

ISSN 0301-5378
ISBN 92-9039-004-2

1. Sistemas de producción agrícola – Congresos, conferencias, etc. I. Servant, Jean, coordinador. II. Pinchinat, Antonio, coordinador. III. Título. IV. Serie.

AGRIS E10 DEWEY 631.580631

Este libro es una coedición IICA-INRA que contó con el apoyo financiero del Gobierno de Francia. La labor de producción editorial estuvo a cargo de la Dirección de Información Pública y Comunicaciones del IICA

San José, Costa Rica, 1982.

CONTENIDO

PREFACE

Agricultural research in Tropical America, and particularly in the Caribbean, often does not adjust to the farming systems and technological priority needs of the farmers. Additionally serious conceptual and methodological deficiencies can be noted where research efforts are intended to back or stimulate regional agricultural development.

Aiming at the improvement of agricultural research in the Caribbean, the Institut National de Recherches Agronomiques (INRA) of France, in cooperation with the Inter-American Institute of Agricultural Sciences (IICA, now Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture) decided to organize the Caribbean Seminar on Farming Systems Research Methodology.

The Seminar's specific objectives were to:

1) Provide a multidisciplinary **forum** *for the discussion, revision and diffusion of technical criteria and methodological processes about farming systems research.*
2) Broaden and deepen the perception of research leaders in the Caribbean regarding the inter-relations among the physical, biological, economical and sociological components of farming systems.
3) Lead to the adjustment and increased relevance of agricultural research to the farming systems and technological priority needs of farmers, especially the small producers in the Caribbean.

The Seminar took place in Pointe-à-Pitre, Guadeloupe, F.W.I. from May 5 through 8, 1980 and was attended by more than 120 agricultural professionals and development leaders from 21 countries and over 30 institutions within and outside the Caribbean.

The papers in this publication were read or distributed without oral presentation in the Seminar. They cover both theoretical and actual case studies on concepts and methodological approaches in farming systems research. Their discussion was enriched with field visits to INRA's Antilles-Guyane Research Centre (INRA—AG) and the Les Mamelles *forest, in Guadeloupe. We hope that their messages will prove useful for strengthening and stimulating agricultural research and development oriented toward improving the farming systems, particularly at the small farmer level in the Caribbean.*

We acknowledge the invaluable assistance received from the INRA—AG staff assigned to the local organization of the Seminar. Specifically we thank Mr. Rodrigue Aristide, Documentation Regional Unit Specialist, for the diligent reproduction, classification and distribution of the documents; Mr. Yves-Marie Cabidoche, Research Assistant, for the flawless projection of visual aids; and Mr. Rene Pavot, Chief Secretary, Ms. Anne-Marie Pavot, Administrative Secretary, and Ms. Muguette Lerus, Secretary, for their excellent administrative and logistical support.

Jean Servant, INRA
Didier Picard, INRA
Antonio M. Pinchinat, IICA
Coordinators

May, 4—8, 1980

INAUGURAL SPEECH

José Emilio G. Araujo*

I feel very pleased to be here in this beautiful island of Guadeloupe and happy that INRA and IICA have cooperated in the organization of this Seminar on Production Systems, which not only is of great importance for the Caribbean countries, but also is of great interest to the Inter-American Institute of Agricultural Sciences.

In fact, IICA is almost a pioneer in this area in Central America and in the Amazon region of South America, where research programs along this line have been underway since 1973.

It is not my intention to talk at this time about the technical aspects of agricultural systems, which, I am sure, will be dealt with more adequately by the many distinguished scientists present at this event. I will just make a few brief statements on the importance of agricultural production systems and their relationship to the small farmer, and to some problems of great importance to the economy of our countries.

The approach to systems research, specifically in the biological areas of agriculture is rather new, perhaps only eight to 10 years old, when scientists in various fields began to realize that not all of the farmers were benefiting from new technologies developed through 'traditional' research, or the type of research on a specialty or product basis only, without interaction of the elements considered in the research itself.

(*) Inter-American Institute of Agricultural Sciences . . . now Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (Editor's note, February 1981).

Consequently, although productivity increased, many of the farmers in some countries (a majority perhaps) had not yet adopted the new varieties produced, nor were they using agricultural inputs such as chemicals, nor other production methods in general.

In looking for the reasons for the non-adoption of practices, it was discovered that scientists frequently ignore the causes involved. Also, farmers are often unwilling, through lack of knowledge, to join the process of integration of the various components of technology. This is another major factor, particularly when small farmers are concerned.

Research programs now underway elsewhere, which focus on the systems approach for small farmers, in no way diminishes the importance of basic research; what is needed is a methodology to adapt existing technology to be put to use by small farmers, or to redirect the research process toward the development of technologies appropriate for small farmers.

In designing a technology for small farmers and especially low-income farmers in the tropics, with limited resources, the key problem seems to lie in adapting existing know-how to meet their needs, suited to their environment and making use of the resources available to them; in other words, that technology which integrates different crops into production systems; or crops with fruit or forest trees in agroforestry systems; or crops, trees and livestock, in agro-silvo-pastoril systems.

Basic surveys carried out in various tropical regions of Latin America and the Caribbean, shows that:

1) In Central America small farmers contributes significantly to the national economy by producing most of the basic food crops and a considerable amount of some of the export crops such as cacao and coffee, using low level or traditional technology.
2) In the humid tropics of the Amazon region in South America, shifting agriculture is still predominant among small farmers and the need to develop appropriate systems adapted to the region is in high demand, and a great challenge to scientists.
3) In the Caribbean region, our experience to date in Jamaica and in St. Lucia proves the feasibility and the potential for developing production systems in hillside areas where farming is

based mainly on yams (Jamaica) or bananas (St. Lucia); however, other native crops such as corn, beans and peas, can be grown alongside in production systems that prove to be economically sound and agronomically feasible.

However, further experience is needed, with more and more intensive research taking into consideration additional aspects other than just food production, such as energy production. Nowadays energy, from non-renewable sources, is rapidly becoming the limiting factor most affecting the economy of developed, developing and undeveloped countries, mainly due to the continuous increase in fuel prices, which is even more exacerbating for those countries known to be non-fuel producers.

Agricultural products or renewable energy sources of agricultural origin are being viewed as a possible solution to the energy problem. Thus, in generating production systems the following needs of the small farmer in the tropics should be taken into consideration:

1) Sources of staple foods.

a) native non-traditional crops (including vegetable and fruits)
b) introduced or new production alternatives.

2) Sources of fiber crops.

3) Sources of meat.

a) cattle.
b) poultry and swine.

4) Sources of steady cash income.

a) perennial cash crops.
b) forest trees.

5) Sources of fuel-energy crops.

6) Sources of fuel for cooking.

Our goal should be to generate diversified productive systems where farmers may make efficient use of existing resources to meet their needs. Laborintensive farming systems should be well diversified if they are to be productive; i.e., the combination of more than

one kind of animal enterprise with a mixture of crop and crop plus trees enterprises. Undoubtedly, a diversified farm consisting of a combination of production systems, in addition to making more efficient use of labor also provides better conditions to meet the needs of the small farmer and his family. Moreover, there is a steadier supply of food crops, along with cash crops, which in turn means more regular income; in this manner, the whole farm system tends to be more stable.

I wish to call your attention to the importance of considering native food crops or the non-conventional type of crops (food crops and fruit trees), in the building up of production systems, since the tendency in many research programs is to use and produce introduced or improved crops species which, in the short or long term, tend to replace native crops that are ecologically suited to the region, not as highly productive perhaps, as the improved lines, but suited better to the habits of the farmer and his family. If research in these non-conventional crops is not done, many of our native crops rich in protein as in the case of legumes (beans, peas) or in carbohydrates (energy food crops) such as dasbeen, eddoe, yams and others, just to mention a few, will be forgotten and excluded from the farming family's diet.

This aspect of promoting the use of these food and fruit crops is also of interest to IICA; so much so that, at this very moment, we are in the process of organizing a Seminar on non-conventional fruit crops of the Caribbean region, to be held shortly, possibly in Grenada, in order to identify factors limiting fruit production, and to establish the bases and strategies to increase, at the regional level, crop production and improve marketing conditions of non-conventional fruit crops such as guavas, custard apples, star apples, soursop, cashew nuts and fruit, bread fruit and many others.

For you, scientists, let me stress that research should not be the only means of creating technology to increase food production, or to create new varieties, it should be far more than that; it should also include the improvement of social and economic conditions of the farmer or, better, the overall improvement of human welfare, especially of the low-income small farmer and his family.

Finally, let me congratulate those who have organized this Seminar, for their efforts in bringing together distinguished scientists from various countries.

I hope that the output of this event will not only be a set of proceedings; there should be something more: perhaps as a preliminary project on production systems to be implemented, not only in Guadeloupe, but throughout the Caribbean. Scientists should produce not only ideas, they should also be able to put ideas together in a sound project whose implementation is feasible; it is up to you, to meet this challenge.

POUR UNE APPROCHE INTÉGRÉE DU PROBLEME DE LA STABILISATION DE LA PETITE EXPLOITATION EN RÉGION TROPICALE HUMIDE

Cl. Bailly
J. Kilian
B. Simon (*)

INTRODUCTION

L'approche intégrée des problèmes agricoles complexes, c'est-à-dire d'ordre agro-socio-économique, touchant à la mise en valeur d'une petite région de caractéristiques généralement homogènes, est de type interdisciplinaire et doit être conduite par une équipe pluridisciplinaire.

Il s'agit particulièrement du problème de la stabilisation de la petite exploitation. Elle a pour objet de prendre en considération tous les facteurs du système qui interviennent dans la stabilisation de l'exploitation. On fait porter l'accent sur les interelations entre ces différents facteurs, qu'ils soient physiques, chimiques, biologiques ou humains.

Pour la clarté de cette note, et pour lui conserver un caractère général, on a considéré que le problème des recherches thématiques était résolu, soit parce que les acquis de la recherche agronomique

(*) Groupement d'étude et de recherche pour le développement de l'agriculture tropicale, France.

sont considérés comme suffisants, soit parce que les recherches thématiques nécessaires pour combler les lacunes de la connaissance ont été mises en place par ailleurs et donneront rapidement des premiers résultats exploitables; que **l'analyse et le suivi économiques des exploitations agricoles** de la région sont opérées, qu'ils aient été effectués antérieurement au démarrage du programme ou qu'ils aient été mis en place dans une phase préalable. Toutefois, ce point, mérite d'être explicite pour la compréhension de la démarche. Il fait l'objet d'une note annexe.

Aussi, on a considéré qu'un dispositif **d'encadrement des producteurs** existe et possède déjà une bonne expérience; qu'ont été préalablement définies les finalités, la politique et les modalités d'intervention de **l'organisme de développement** qui aura la charge de réaliser le programme; enfin, que des **moyens** quantitatifs et qualitatifs suffisants existent ou seront disponibles à brève échéance chez les différents partenaires impliqués dans le programme (recherche-formation-encadrement-développement).

LE SYSTEME INTEGRÉ DE CRÉATION-DIFFUSION

Le fondement doctrinal de cette aproche est résumé dans le schéma d'un **système intégré de création-diffusion** présenté page suivante. (cf. Fig. 1). Tout processus de développement comporte deux phases: la **création**, qui est du ressort de la recherche et la **diffusion**, qui est du ressort de la vulgarisation, toutes deux dépendant d'une politique économique.

Par système intégré de création-diffusion des systèmes agricoles de production, on entend un processus contrôlé, dans un contexte socio-économique déterminé, de recherche et d'application des recherches, comportant des mécanismes permanents d'ajustement.

Les propositions des agronomes aboutissent à la formulation de **systèmes techniques de production**. Ces systèmes représentent, sous une forme **opérationnelle**, l'aboutissement des travaux de la recherche: ils procèdent d'une exploration du champ du possible agronomique. L'évaluation économique de ces systèmes au niveau des stations agronomiques, ou mieux, de **centres d'expérimentation** permet d'estimer les **potentialités agronomiques d'une zone**.

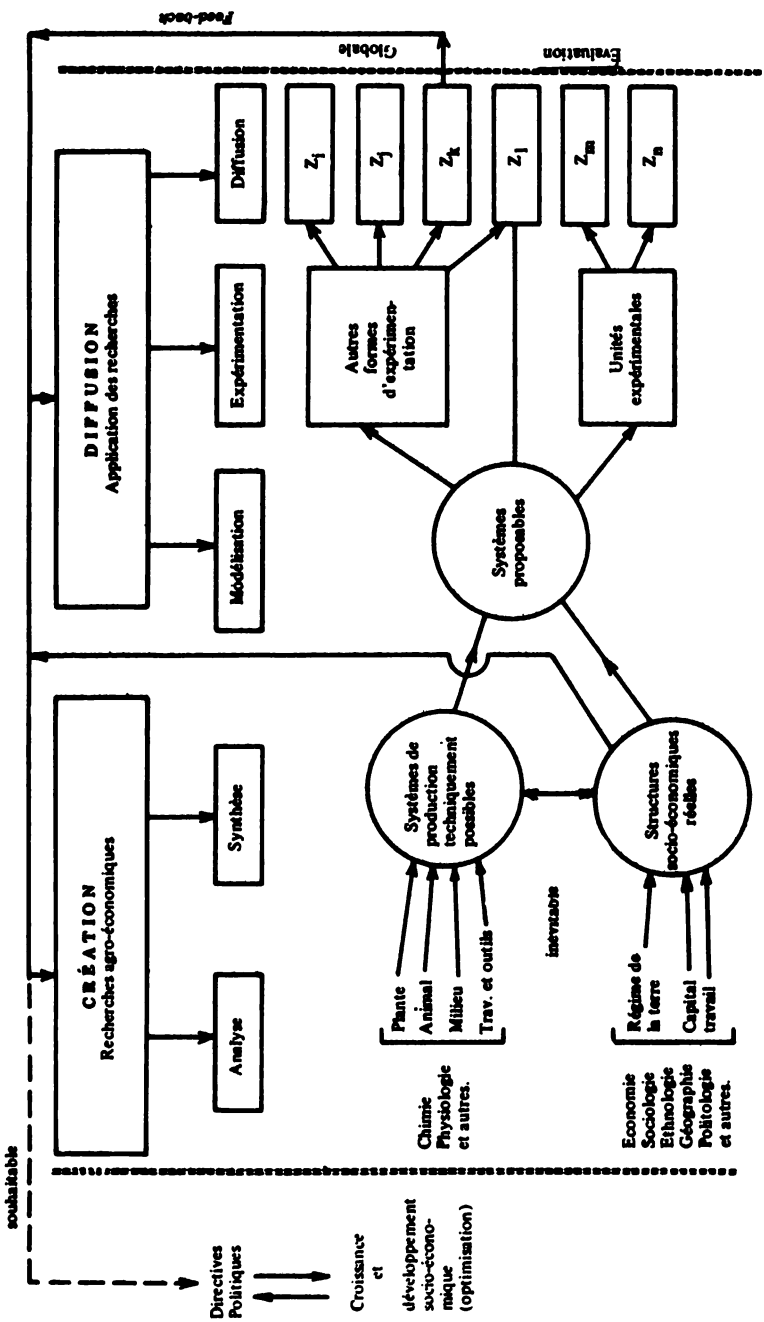


Fig. 1. Système intégré de création-diffusion.

Ce schéma a été mis au point par le Professeur Malassis à la suite de missions au Sénégal (Bambey) et perfectionné au cours des différents séminaires d'Economie Rurale du G.E.R.D.A.T.

Il existe le plus souvent, dans le cadre de stations de recherche, une masse d'informations techniques sous-exploitées, car ne donnent pas lieu à la formulation concrète de systèmes de production évalués. Il faut organiser un système permanent de mobilisation de l'information agronomique sous une forme opérationnelle (systèmes techniques de production, économiquement évalués).

Les systèmes vulgarisables dépendent à la fois des propositions des agronomes, et des **conditions socio-économiques réelles de la production.** Il appartient aux agro-économistes (et agro-sociologues) de procéder à l'analyse des structures réelles de la production. Les formes d'organisation socio-économiques réelles de la production sont en effet, complexes et revêtent souvent des formes traditionnelles dont la connaissance préalable est nécessaire.

Il ne s'agit pas seulement d'envisager ces formes d'organisation dans le but d'enrichir le patrimoine scientifique, mais aussi dans un but opérationnel, c'est-à-dire de mise en oeuvre **d'un processus de transformation accepté de ces formes d'organisation.**

Il convient donc de représenter les structures réelles et s'attacher particulièrement à la définition des centres et processus de décision, aux rapports de production, à la capacité de production (travail disponible, autres moyens), aux facteurs de freinage et de blocage internes ou externes (problèmes sociaux, possibilité d'accès à la terre, infrastructure préalable, approvisionnement en moyens de production, et autres).

La confrontation des systèmes techniquement possibles (recherche agronomique) et des structures d'accueil et conditions réelles de production (recherche socio-économique) permet de définir **les systèmes socio-économiques possibles.** Ces systèmes sont en nombre variable dans une région: ils doivent à la fois satisfaire les normes de l'économie privée et celles de l'économie globale.

Au stade du passage de l'agriculture de quasi-subsistance à l'agriculture commerciale, une **culture de démarrage**, qui produise une marge monétaire nette élevée, joue un rôle décisif dans la dynamique des systèmes. Cette culture de démarrage est souvent une culture d'exportation.

Elle peut contribuer à la diversification des systèmes avec la production d'un surplus monétaire et ainsi constituer la base économique d'une agriculture diversifiée, ou du développement de l'élevage.

Les systèmes socio-économiques possibles permettent d'estimer les **potentialités économiques** d'une région. Mais une démarche supplémentaire est encore, nécessaire pour aboutir à des **systèmes de productions vulgarisables** car, pour être **vulgarisables**, les systèmes ne doivent pas être seulement **possibles** du point de vue agronomique et économique, ils doivent être **praticables**, ce qui signifie qu'il doit exister une infrastructure économique locale adaptée, que les systèmes possibles soient compatibles avec le plan de développement socio-économique, enfin qu'ils soient acceptables par les paysans.

Pour accélérer et rationnaliser **le développement agricole** d'une petite région, le schéma général qui vient d'être exposé peut être commenté et précisé comme suit. En agronomie, la recherche **analytique** est généralement bien développée et propose de nombreux résultats, mais il faut développer la recherche analytique en agro-économie (cf. Annexe 1). Les composantes d'un système de production étant le travail (que la recherche agronomique n'a généralement pas suffisamment étudié), le capital, les rapports de production, et autres, les agronomes et les agro-économistes devront travailler en permanence en étroite collaboration.

La **synthèse** consiste à combiner toutes les conclusions de la recherche pour aboutir à un outil opérationnel: un **système de production**. Ce raisonnement en terme de système de production semble peu répandu, pour diverses raisons parmi lesquelles on peut citer: la formation des hommes, les structures, les institutions, les classifications où on se laisse enfermer.

La recherche propose déjà des systèmes, mais elle détient encore souvent une quantité d'informations inutilisables au plan opérationnel, faute d'être proposées sous forme de systèmes. Il faut d'abord enrichir ces systèmes puis les évaluer du point de vue socio-économique. Enfin, ces recherches combinées permettent de définir une situation idéale et une situation concrète, et le deuxième problème à résoudre est le passage de la situation concrète donnée à une situation idéale.

Il s'agit, alors de définir le praticable, c'est-à-dire les modèles socio-économiques vulgarisables (modèles qui tiennent compte des propositions des chercheurs formulées en terme de systèmes et de l'analyse de la situation réelle avec ses facteurs de freinage et de blocage). Ces systèmes vulgarisables devraient en fait être définis à la fois par les agronomes, les agro-économistes, les vulgarisateurs et les paysans, et leur mise en oeuvre sur le terrain devrait se faire avec le contrôle de toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration du système *(feed-back)*. En définitive, le schéma opérationnel proposé pour la détermination des systèmes vulgarisables est le suivant (cf. Fig. 2).

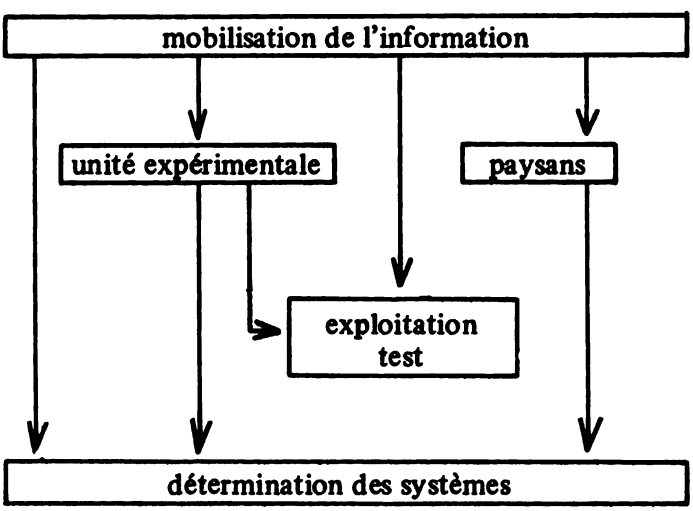


Fig. 2. Détermination des systèmes vulgarisables.

Il implique que soient entreprises; la cartographie du milieu physique afin d'évaluer la représentativité des systèmes de paysage existants ou types de milieu; l'étude de la situation socio-économique de la région afin de définir des zones économiquement homogènes, et de préciser les caractéristiques des exploitations agricoles; et la mise en place, d'unités expérimentales qui soient représentatives tant sur le plan écologique que sur le plan agro-socio-économique d'une région bien définie.

CONNAISSANCE ET REPRÉSENTATION DU MILIEU

La démarche à suivre consiste, d'abord à accéder à la **connaissance du milieu physique** dans sa description comme dans sa dynamique. Elle vise à analyser les diverses **composantes** de ce milieu, considéré comme un **système** dont les interactions spécifiques définissent des unités de territoire qui possèdent une structure, une évolution et des problèmes communs.

Un autre aspect essentiel de cette méthode consiste, dans le déroulement pratique de toute étude de terrain, à aller du **général** au **particulier**. Cela signifie qu'elle vise à rassembler et à confronter à chaque instant un certain groupe d'aspects du milieu naturel qui se conditionnent mutuellement, puis d'en déduire un certain diagnostic. La perception des données progresse par étapes successives correspondant chacune à une augmentation des connaissances et à une précision grande. Ainsi, plus on descend dans le détail, c'est-à-dire plus l'échelle augmente, plus la perception d'une donnée, d'une composante particulière du système physique peut être précise, de même que les limites de ses caractères spécifiques. C'est ainsi que deux niveaux d'études sont pratiqués de façon courante dans les projets de développement ruraux: les cartes de reconnaissance ou **cartes synthétiques** et les **cartes détaillées**, spécialement utilisées pour l'étude de données localisées et spécifiques.

La deuxième démarche a pour but de connaître les **caractéristiques agro-socio-économiques du milieu**, grâce aux recherches et enquêtes effectuées antérieurement ou mises en route à l'occasion de l'étude (cf. Annexe 1) pour identifier les contraintes qui freinent la modernisation de l'exploitation agricole, puis d'en assurer une représentation utilisable pour l'action, sous une forme cartographique ou non.

a. Les cartes synthétiques

Ces cartes sont établies, en général, à moyenne ou petite échelle (1/50 000 à 1/200 000), et le 1/100 000 est généralement bien adapté à la complexité des petites régions agricoles à étudier.

Les cartes ont pour but essentiel de caractériser et de limiter des unités de paysage ou types de milieu ou encore unités morphopédologiques qui possédent une organisation spécifique et reconnaissable. Cette organisation spécifique, ou structure, est une portion de territoire cohérente, résultant des liens dépendants existant, par exemple, entre le matériau, le modelé, la morphogénèse et la pédogénèse. Toutes ces données ont évolué et évoluent actuellement sous des conditions climatiques précises, les cartes ne sont pas véritablement des cartes pédologiques; elles prennent en considération l'ensemble des facteurs et les caractères spécifiques avec lesquels l'homme a à compter. On estime, en effet, que les études cartographiques ont pour objet le développement rural, les voies seules de la pédologie sont insuffisantes pour présenter et expliquer la répartition et les caractères des unités de paysage (dans leur description comme dans leur dynamique). Les cartes définissent des zones qui possédent des propriétés spécifiques et surtout posent pour le développement des problèmes communs. Elles permettent de rendre compte d'une certaine disposition du paysage et des problèmes qui se posent; le choix des zones représentatives pour l'implantation d'unités écologiques expérimentales est facilité, et c'est à ce niveau seul qu'il peut s'opérer.

Par contre, aux grandes échelles, au niveau de l'exploitation parcellaire des terres, le sol, support des systèmes racinaires des cultures, devient l'une des données majeures qu'il convient de définir avec précision; c'est pourquoi, dans les niveaux des études plus détaillées, la cartographie des caractères du profil est plus poussée, en liaison, bien sûr, avec le matériau et la pédogénèse.

b. Les cartes détaillées

On résume les principes qui ont été publiés par ailleurs[2]. On est amené, pour les grandes échelles (1/100 000 et 1/10 000). On a dressé trois séries de cartes par étude; cartes morphopédologiques, cartes des contraintes et cartes des propositions d'affectation des terres.

La carte morphopédologique a pour but essentiel de confronter avec la précision demandée les interférences entre des groupes de données qui conditionnent, sous un climat et un couvert végétal

donnés (naturel ou cultures), le milieu de pédogénèse (processus et intensité) et les caractères du profil pédologique. Actuellement, les données étudiées sont au nombre de trois: lithologie et matériau, pédogénèse, morphogénèse (processus d'érosion). Le couvert végétal, s'il est bien connu peut, bien sûr, y être intégré.

La carte des contraintes met en lumière les **limitations** de toutes sortes qui s'opposent à l'utilisation normale des milieux définis et limités dans la carte précédente; il est logique et cohérent de faire apparaître d'abord les contraintes avant d'exprimer les potentialités; les premières sont, en effet, inhérentes au milieu physique, elles lui sont spécifiques et donc le caractérisent de manière objective. L'appréciation des secondes est subjective et variable; la capacité de production est en effet plus liée aux progrès de la technologie, aux disponibilités financières, aux données économiques et même aux choix politiques; les cartes de potentialités ne peuvent avoir qu'une valeur fugitive et très temporaire.

La carte des contraintes est le document **essentiel** pour la mise en valeur proprement dite. La détection de ces limitations découle d'une bonne connaissance de la structure et de la dynamique du milieu étudié; c'est pourquoi on estime que cette dernière ne peut pas être clairement établie sans avoir dressé, en préalable, la carte morphopédologique. Elle permet, par l'utilisation des couleurs ou des trames, de visualiser les interférences entre groupes de contraintes: édaphiques, morphodynamiques, hydriques.

Les contraintes **édaphiques** sont classiques et concernent le sol lui-même. Elles sont liées à la nature du matériau et au milieu de pédogénèse qui l'affecte: pierrosité, texture, profondeur, discontinuités, toxicités, fertilité, et autres. Les contraintes **morphodynamiques** concernent les processus de morphogénèse et leur intensité, les processus mécaniques qui contribuent à contrecarrer la pédogénèse et à dégrader les sols: ruissellement diffus, concentré, décapage, accumulation, pertes en terres, mouvements de masse, et autres. Elles apprécient tout ce qui est du domaine de la conservation des eaux et des sols. Les contraintes **hydriques** ont trait aux **régimes hydrologiques** qui induisent des limitations à la mise en valeur: engorgements saisonniers, pseudogley intenses (sables blancs des bas de versants par exemple), écoulements hypodermiques, mouvements de nappe, inondations, et autres.

Dans la carte des propositions pour l'affectation des terres les contraintes sont hiérarchisées, de manière à faire apparaître une croissance régulière de facteurs limitants; c'est le principe de classification de base. Il ne s'agit pas réellement d'une carte d'aptitudes des terres qui ne peut être établie qu'après intervention des agronomes. Ces derniers, en effet, au regard des contraintes dégagées, peuvent tester le comportement d'agrosystèmes sur les différents types de milieux inventoriés. Cette carte ne représente pas une conclusion en elle-même; elle peut être améliorée en fonction des résultats de l'expérimentation agronomique, et elle est essentiellement modifiable.

Ce travail cartographique à **grande échelle** est indispensable lorsque l'on entreprend l'étude de la petite exploitation. En premier lieu, en effet, le milieu physique, les mécanismes qui le façonnent et ses limitations sont connus, l'unité écologique expérimentale peut être implantée logiquement dans des types de milieu caractéristiques; sa représentativité est assurée et mesurée; en rétroaction, l'extrapolation gagne en sûreté. Pour être représentative, il est évident et capital qu'une expérimentation doit être correctement située. En second lieu, la connaissance du milieu débouche sur la mise en lumière des contraintes majeures (carte des contraintes) qui limitent les possibilités du développement rural. Il devient possible de définir des thèmes de recherches prioritaires ou **adaptés, spécifiques** d'un milieu donné. Les thèmes peuvent être par exemple la mise au point de systèmes techniques de production les plus productifs. La notion de **représentativité** se prolonge dans le temps par celle **d'adaptation** des systèmes de culture, qui débouche elle-même sur l'aménagement régional.

c. Les aspects agro-socio-économiques

La seule cartographie du milieu physique ne peut faire apparaître toutes les contraintes qui pèsent sur l'exploitation agricole et la connaissance complète de la situation implique la prise en considération des facteurs socio-économiques qui interviennent dans les systèmes de production, qu'ils soient endogènes (structures d'exploitation) ou exogènes (contexte socio-économique de la communauté sociale de base, politiques du Gouvernement, et autres). Les recherches et enquêtes, antérieurement faites ou mises en route à l'occasion (cf. Annexe 1), ont pour but d'acquérir cette connaissance.

Si on réexamine l'intérêt dans l'optique de la recherche intégrée, au niveau d'une unité homogène, on leur donne une dimension supplémentaire. En effet, les unités expérimentales dans lesquelles seront entreprises les recherches sur les systèmes de production (cf. paragraphe ci-après) doivent non seulement être situées dans un ensemble écologique homogène ou constituer un en elles-mêmes,mais aussi être représentatives de l'espace économique dans lequel elles se trouvent.

Les enquêtes agro-socio-économiques, complétées et expliquées par les études monographiques (cf. Annexe 1) ont alors pour objet la définition des contraintes agricoles, sociologiques et économiques qui caractérisent le milieu.

L'identification et la recherche de la cohérence des systèmes de paysage est complétée par la prise en considération des composantes agro-socio-économiques du système, qui résultent de la présence et de l'action de l'homme. La synthèse des informations acquises permet de définir un **écosystème**, au sens plein du terme, car l'homme est un des acteurs les plus importants dans l'équilibre ou le déséquilibre du milieu dans lequel il vit. A l'échelle de travail qu'on préconise, on passe de la notion de **système de paysage** à celle de **terroir**. Les recherches agro-socio-économiques permettent de délimiter et de caractériser des espaces socio-économiques homogènes dans lesquels s'inscriront les unités expérimentales, et de mesurer de ce point de vue leur représentativité.

La représentation d'une situation économique n'est généralement pas faite sous forme cartographique. Cependant, la confection de cartes thématiques puis de cartes de synthèse permet souvent d'éclairer singulièrement de nombreux aspects d'une situation socio-économique donnée. C'est ainsi qu'on peut aisément prendre en compte classiquement: la répartition de l'habitat, les structures et l'appropriation foncières, les modes d'occupation et d'exploitation du sol, les infrastructures de communications, et autres.

Mais on peut également tenter la représentation cartographique de l'emploi des moyens de production (répartition et niveau), des systèmes de production eux-mêmes, des principaux caractères structurels des exploitations, des axes de distribution ou de collecte (orientation et importance).

La combinaison de ces cartes avec celles du milieu physique, ou même leur superposition, conduisent à la définition et à la caractérisation des types de milieu, avec prise en compte de tous les paramètres.

On pourra considérer alors que la connaissance régionalisée de la zone d'étude ainsi acquise à grande échelle est suffisante pour, d'une part, implanter des unités expérimentales, réellement représentatives, dans les zones les plus sensibles pour y étudier en détail les problèmes majeurs qui s'y posent; d'autre part, pour commencer à mettre en oeuvre des actions de modernisation –peut-être encore expérimentales– au niveau de l'exploitation familiale.

LES UNITÉS EXPÉRIMENTALES

La cartographie détaillée et les études économiques précédemment exposées permettent de caractériser l'unité expérimentale sous ses aspects physiques, agronomiques, économiques et sociaux. Cette U.E.E., dont la superficie ne peut bien sûr être définie *a priori*, comporte plusieurs types de milieux, à l'échelle, par exemple, du petit bassin versant, avec les interfluves, les versants, les dépressions et les bas-fonds. Ces différents types de milieu forment l'ossature de l'intervention, car ils supportent la ou les petites exploitations dont on se propose d'entreprendre l'étude.

a. Les exploitations tests

Des exploitations tests, caractérisées par les enquêtes agro-socio-économiques antérieurement faites, peuvent être rationnellement implantées dans l'unité expérimentale de manière à en couvrir de façon logique les différentes situations physiques, surtout si l'unité n'intéresse pas l'ensemble d'un bassin versant.

On devrait d'ailleurs, dans certains cas, rencontrer des situations réelles où des exploitations existantes se trouvent rationnellement implantées dans le paysage et peuvent être utilisées comme laboratoires, sans qu'il soit nécessaire d'y apporter de grandes modifications.

La mise en place de chaque unité test comporte, dans une **première étape** indispensable, **la recherche et l'adaptation d'agrosystèmes** et de systèmes techniques de production adaptés aux contraintes du milieu physique et cohérents du point de vue agronomique.

Ils sont établis à partir de la connaissance, précédemment acquise, du milieu physique et des résultats disponibles de la recherche agronomique, en étroite liaison avec les chercheurs spécialisés responsables des recherches analytiques qui les sous-tendent. Un **agrosystème** résulte de la combinaison de productions et des facteurs agronomiques (conditions hydriques, physiques, minérales, organiques, et biologiques) qui assurent leur meilleure expression dans le milieu agro-écologique considéré, c'est-à-dire ici, dans les différentes zones de l'unité écologique expérimentale.

Le nombre de ces combinaisons est théoriquement très élevé. Il faut donc opérer des simplifications aux différents choix:

1) **Le choix des productions.** Il pourra être retenu, en première approche, les cultures vivrières, qui ont un rôle moteur dans l'activité agricole. Le matériel végétal à utiliser ne fera pas l'objet de recherches mais proviendra des stations de recherches agronomiques voisines; les espèces et variétés seront cependant choisies de façon à permettre à l'agronome de composer ses agrosystèmes non en fonction des types aux potentialités les plus élevées, mais de ceux qui présentent les meilleures possibilités d'insertion dans le système. La meilleure variété en essais peut ne plus l'être dans une succession ou association culturale si, par exemple, son cycle est long et interdit un labour de fin de cycle, conservateur du *stock* en eau du sol.
2) **Le choix des conditions de production.** Les combinaisons doivent simultanément intégrer les productions choisies, leurs modes de culture (dates de semis, de traitement, et de récolte) et les facteurs agronomiques adéquats (alimentation hydrique, profil cultural et statut organique).

Afin d'associer convenablement les nécessités spécifiques de chaque culture à la validité technique des successions culturales, il est souhaitable de mettre en place un dispositif simple de précédents culturaux. Ce dispositif, de type matriciel, permet de dégager des **binomes de cultures**, ainsi que leurs interactions. A partir de ces binomes, il est possible de composer des systèmes plus complexes qui

pouvent associer deux ou trois des binomes étudiés. Un tel dispositif expérimental d'agrosystèmes possibles doit être implanté dans chaque type de milieu de l'unité écologique expérimentale ou dans chaque zone clef d'un bassin versant expérimental.

Simultanément, l'expérimentation étudie les techniques culturales et postculturales et les équipements nécessaires (machinisme ou non machinisme) pour les réaliser correctement. On débouche ainsi sur les **systèmes techniques de production** qui se déduisent de l'introduction dans les agrosystèmes des techniques culturales et de leurs moyens et contraintes de réalisation, ensemble que l'on peut nommer l'agrotechnique.

Le nombre des systèmes techniques à retenir dans les exploitations tests peut être réduit aux combinaisons de binomes les plus satisfaisantes et les mieux acceptées par les paysans. On pourrait même ne retenir, pour chaque type de milieu, ou situation agricole, que le système le plus significatif ou **système cible**, considéré alors comme un système de référence.

Ces systèmes techniques devront être mis au point de façon à se maintenir, plusieurs années durant, sur une faible superficie de l'exploitation type, le reste peut être réservé aux cultures pérennes ou à l'amélioration des jachères (par exemple, enrichissement de jachères forestières en bois de production à croissance rapide).

C'est ainsi que, parallèlement à ces expérimentations menées chez et avec le paysan et qui ont pour but de mettre au point des systèmes de culture susceptibles d'être implantés sur une superficie donnée et la plus stable possible de l'exploitation, d'autres expérimentations sont entreprises, qui portent sur la mise au point des possibilités des cultures pérennes (spécialement arbustives et fruitières qui n'interviennent pas dans la rotation vivrière. Ces réalisations expérimentales sont la transposition des résultats acquis par la recherche sur des superficies hors exploitation paysannale et permettent de préciser les possibilités que ces spéculations offrent pour la modernisation de la petite exploitation.

Enfin, dernier volet de la production de la petite exploitation, la superficie restante peut être utilisée pour mettre en place des essences forestières à croissance rapide susceptibles d'avoir un rendement appréciable et dont les techniques d'installation auront été au préala-

ble mises au point. Si cette surface était couverte d'une formation forestière secondaire, cette dernière serait, soit enrichie par des plantations d'essences intéressantes, soit aménagée en vue d'une production plus soutenue.

La recombinaison des résultats de ces recherches permet, par raisonnement et calcul, d'établir des systèmes techniques de production complexes, associant cultures annuelles, cultures pérennes, sylviculture et, dans certains cas, petit élevage.

En outre, l'implantation de ces systèmes dans le paysage doit tenir compte du type et du degré de stabilité du milieu physique. Les techniques de production à mettre au point pour éviter les pertes en eau et en terre doivent être implantées et testées dès le début de l'expérimentation, qu'elles soient du ressort de l'initiative individuelle ou d'actions collectives. Cette démarche prend en compte les contraintes climatiques, végétales et édaphiques, et doit être également adaptée aux contraintes socio-économiques et être surtout acceptable par le paysan. Les unités expérimentales permettent, à ce stade de la recherche, de définir des modèles d'exploitation paysanne qui utilisent au mieux les potentialités des sols, et tiennent compte des contraintes physiques et des contraintes économiques les plus apparentes.

Mais il faut alors passer du **potentiel** au **praticable** et sélectionner, parmi les systèmes techniques de production disponibles, ceux qui ont le plus de chances d'être praticables et effectuer leur évaluation du point de vue socio-économique.

La mise au point de **systèmes de production économiquement évalués** implique que l'on cherche alors, par ajustements successifs, à les optimiser dans la double optique de l'intérêt particulier (le paysan) et de l'intérêt général (l'État).

Toute une gamme d'outils d'aide à la réflexion et au choix des solutions préferables est disponible, qu'il n'est pas nécessaire d'exposer ici (programmation linéaire, budgets automatisés, modèles simples de simulation, et autres). Ils seront utilisés pour optimiser, en fonction des objectifs de production du paysan et de l'État, la productivité des systèmes, c'est-à-dire à la fois la production agricole qui résulte et l'emploi des facteurs et moyens de production. On ne peut pas, dans cette note à caractère général, définir les différentes composantes de cette optimisation et les priorités à leur donner.

En ce qui concerne le paysan, il pourrait s'agir de son revenu global, monétaire, non monétaire, de la valorisation de sa journée de travail, de la sécurité et de la permanence de son approvisionnement alimentaire ou de son revenu, du plein emploi et du meilleur étalement dans l'année de la force de travail dont il dispose.

En ce qui concerne l'État, il s'agit de mesurer les effets du système de production sur le développement et la croissance (flux monétaires produits, formation de la valeur ajoutée, et autres), sur les équilibres fondamentaux (création d'emplois, balance des paiements, influence sur le budget de l'État, équilibre entre l'épargne et l'investissement), sur le potentiel productif des terres (accroissement de leur capacité de production, conservation et amélioration de leur fertilité).

Mais la recherche, dans ce dernier domaine, échappe en grande partie au programme de travail proposé, car elle est du ressort de la macro-économie et des planificateurs, et le programme n'aurait, en ce qui le concerne, qu'à fournir des données élémentaires aux organismes compétents. En définitive, les unités expérimentales fournissent à la vulgarisation des systèmes socio-économiques de production évalués et à l'État des indications sur leurs effets possibles sur l'économie générale.

b. Les bassins versants expérimentaux

Lorsque quelques modèles ont été mis au point, il est très intéressant, afin de pouvoir définir l'influence de cet aménagement de l'espace rural sur le maintien de l'équilibre des facteurs naturels de production, d'entreprendre des recherches en bassins versants expérimentaux.

Le principe de cette recherche consiste à suivre l'évolution, après tarage de départ, des principales caractéristiques (d'écoulement superficiel de l'eau, de recharge des nappes, d'érosion, d'évolution du profil cultural) sur plusieurs surfaces géographiques ou petits bassins versants expérimentaux, aménagés selon les modèles proposés, comparés avec des bassins d'utilisation agricole traditionnelle. Outre cette approche expérimentale des caractéristiques physiques, le suivi économique des modèles permet aussi de connaître et chiffrer les coûts

en vraie grandeur. Il va sans dire que cette expérimentation nécessite des dispositifs de mesure précis et importants, et du personnel qualifié. Elle devrait pouvoir démarrer dès que les premiers modèles de systèmes techniques ont été mis au point.

Un tel dispositif doit être mis en place dans une situation telle que la comparaison de quelques modèles d'exploitation soit possible. Cette expérimentation en bassin versant permet de mettre au point et de définir les modalités d'emploi des dispositifs anti-érosifs (billons, fossés, et autres) susceptibles d'être mis en oeuvre et de mesurer les effets; de même, elle permet de connaître les limites proposables d'affectation des surfaces de l'exploitation aux cultures vivrières, aux cultures arbustives pérennes, au couvert forestier ou graminéen, limites qui soient compatibles avec le maintien des caractéristiques physiques du milieu à un niveau tel qu'il autorise une mise en valeur continue et équilibrée.

LE PASSAGE À LA VULGARISATION

Pour être **vulgarisables**, les systèmes de production ne doivent pas être simplement **possibles** au plan agronomique et économique, ils doivent également être **praticables**. Cela implique qu'ils soient **acceptables par le paysan**, et que celui-ci ait à sa disposition une infrastructure économique locale adaptée (fourniture des moyens de production, existence d'une filière de collecte, stockage, transformation et commercialisation de la production brute ou transformée, accessibilité au crédit, organisation de la profession, et autres).

On ne s'étend pas sur les problèmes posés par l'adaptation de l'infrastructure économique locale qui sont généralement du ressort d'organismes autres que la recherche. Par contre, on pense que les unités expérimentales constituent un remarquable champ d'expérience pour tester l'adaptation des systèmes aux besoins et aux facultés d'acceptation des paysans.

A partir du moment où, sur le terrain, une coopération s'instaure entre les chercheurs, ingénieurs de la vulgarisation et paysans, dans les conditions réelles de la production, il devient possible d'entreprendre des recherches sur les stratégies, méthodes et techniques de

vulgarisation. Si une coopération peut s'organiser, à l'initiative de la société de développement, entre l'équipe du programme, les ingénieurs des services de vulgarisation, des représentants des organismes de crédit, et de commercialisation, la phase finale de recherche peut alors déboucher, pour chaque système de production proposé, sur la définition des thèmes techniques à vulgariser; la conception et l'expérimentation de paquets technologiques; l'ordre de priorité de diffusion des innovations, en fonction de leur intérêt économique et de leur acceptabilité par les paysans; les méthodes d'animation du milieu à recommander (champ de démostration, cycles de sensibilisation ou de formation spécifiques, paysans-pilotes, et autres), les soutiens logistiques de la vulgarisation à mettre en place; et les diverses incitations qu'il serait souhaitable de préconiser pour accélérer les processus de transformation et de modernisation des exploitations.

Les résultats de ce dernier volet de recherches sont alors employés, en premier lieu, en soutien direct des actions de développement lancées dans les zones où sont situées les unités expérimentales. La chaîne de transfert des innovations depuis la station de recherche jusqu'au paysan est alors complète.

ANNEXE 1. ANALYSE ET SUIVI ÉCONOMIQUES DE L'EXPLOITATION AGRICOLE.

Il est fondamental qu'un programme de développement soit basé sur une bonne connaissance de la situation socio-économique de départ des exploitations agricoles et soit accompagné d'une observation permanente de leur évolution sous l'influence des actions entreprises.

La connaissance de la situation de départ peut être obtenue par deux approches conjuguées:

a. Enquête agro-socio-économique par sondage, à objectifs multiples.

Elle comporte des conditions, modalités et résultats de l'activité agricole, systèmes de production, structures d'exploitation, niveau technique des exploitants, niveau et utilisation des revenus monétaires et non monétaires, budgets et consommation, et autres.

Cette enquête, dont il a été question à propos de l'approche intégrée (cf. c. de la note principale), a pour but d'acquérir une connaissance générale de la situation, essentiellement quantitative et de valeur statistique certaine. Mais, si la situation générale est connue, ce n'est que par des moyennes et des dispersions autour de ces moyennes, et il s'agit d'une image figée. L'enquête permet des typologies des exploitations, et des stratifications géographiques *a posteriori*. Elle fournit un cadre normatif aux recherches ultérieures. Elle permet de connaître la situation mais, la plupart du temps, elle ne l'explique pas. Une telle enquête peut être réalisée, avec un taux de sondage de 1/100e, par un sondage à deux degrés, un premier degré au niveau des villages tirés (f1 = 1/20); et un second degré au niveau des exploitations tirées dans les villages échantillons (f2 = 1/5), soit F = f1 x f2 = 0.2 x 0.5 = 0.01

La stratification est établie selon les micro-zones homogènes déjà identifiées. Une sous-stratification peut être recherchée par l'exploitation des caractéristiques du milieu physique révélées par la cartographie.

b. Monographies d'exploitations, de groupes d'exploitations, de terroirs ou de villages.

Ceux-ci sont, choisis selon un choix raisonné, en fonction d'exigences de répartition géographique, de représentativité, de facilités d'enquêtes (accès, ouverture des individus enquêtés), mais aussi du type de problème à étudier. Elles complètent et expliquent les résultats de l'enquête précédente, dans la mesure où les exploitations suivies correspondent aux types révélés par l'enquête.

L'analyse de l'objet étudié, qu'il s'agisse d'une exploitation ou d'un village, peut être faite de façon fine et apporter ainsi, non seulement des renseignements quantitatifs détaillés, mais aussi une masse considérable d'informations qualitatives fondamentales.

Ces monographies permettent, en particulier, de recueillir des indications sur les besoins et les motivations des paysans, sur les rapports entre exploitations (échanges de travail, prêts et emprunts de terres, et autres), sur les liaisons sociales et économiques au sein de la collectivité rurale, sur les contraintes exogènes qui freinent la modernisation. Elles permettent également une analyse historique *a posteriori*, qui fait apparaître l'évolution passée des exploitations (superficies possédées et cultivées, systèmes de production, et structures d'exploitation) et dégage certaines tendances d'évolution pour l'avenir.

En ce sens, elles complètent et expliquent les résultats de l'enquête, et sont de grande valeur pour faire ressortir les principales contraintes telles qu'elles sont perçues par les paysans. Elles donnent une image dynamique de la situation, parfaitement valable, si la comparaison monographie-enquête montre que les exploitations étudiées sont représentatives de l'univers dans lequel elles se situent. Enfin, les exploitations ou villages ainsi étudiés peuvent constituer les éléments de base pour un réseau d'observation permanent à mettre en place.

L'échantillon d'exploitations ou de terroirs à prendre en considération pour ces monographies ne devrait pas, compte tenu des moyens disponibles, dépasser une trentaine. On distingue par exemple, quatre niveaux de technicité (exploitation traditionnelle, exploitation évolutive en voie de modernisation, exploitation déjà modernisée, et exploitation de pointe).

L'observation permanente des exploitations a pour but de suivre, aux moindres frais possibles, leur évolution au cours du temps, sous l'influence des actions de vulgarisation entreprises, des modifications de la conjoncture économique, des incitations données par le Gouvernement, et autres.

Là encore, deux approches complémentaires sont possibles; **une enquête légère**, à objectifs multiples, dans la ligne de l'enquête initiale. Elle est faite avec un taux de sondage plus faible que la première et sur des échantillons tournants (par exemple, remplacement par tiers tous les ans). Elle ne rassemble que le minimum d'informations indispensables pour suivre les évolutions, qui portent sur les composantes les plus sensibles des systèmes et des structures, révélées par l'enquête initiale. Finalement, **le suivi permanent de certaines exploitations** par mise à jour régulière des fiches d'exploitations établies lors des premières études monographiques. Ces exploitations doivent être représentatives du point de vue de leur localisation géographique, de leur taille, de leur système de production, et de leur structure. Les enquêtes précédentes (enquêtes initiales et enquête légère) permettent de mesurer et de contrôler leur degré de représentativité.

Les recherches précédemment exposées supposent qu'on mette au point, au préalable, des **méthodologies adaptées** et acceptées par les différents organismes intéressés; finalité et objectifs des recherches, informations à recueillir (choix et formulation), technique des sondages et plan de sondage, organisation des enquêtes et études monographiques, établissement et test des questionnaires d'enquête, formation des enquêteurs et observateurs, mise au point de fiches de référence d'exploitation –population, organisation du terroir, cheptel vif et mort, emprunt et charge de la dette– mise au point de fiches de terroirs ou villages.

Enfin, il s'impose que soit agréee une fiche générale de synthèse de l'exploitation, destinée à faire ressortir les flux monétaires et non monétaires, réels et calculés, le capital de l'exploitation, ainsi que les principaux critères d'évaluation économiques globaux, rapportés à l'hectare ou à l'unité de travail.

Cet effort de mise au point méthodologique, de clarification des concepts, de recherche de cohérence et d'adéquation des critères, de normalisation de la collecte et de l'enregistrement des données, est particulièrement important pour l'avenir de la recherche et du développement. Il conditionnera, en effet, d'une part, l'utilisation de modèles de simulation lorsqu'on recherchera l'optimisation des systèmes de production et, d'autre part, le démarrage du conseil de gestion auprès des exploitants par les services d'encadrement.

BIBLIOGRAPHIE

1. SEMINAIRE D'ÉCONOMIE RURALE, MONTPELLIER, FRANCE, 1973. Systèmes agro-alimentaires et développement agricole.

2. SEMINAIRE D'ÉCONOMIE RURALE, BAMBEY, SÉNÉGAL, 1974. Méthodes d'analyse et de répresentation des structures économiques réelles de production.

3. TOURTE, R. Réflexions sur un schéma possible de recherche; systèmes de production pour l'agriculture malgache. France, I.R.A.T., 1976.

UNE MÉTHODOLOGIE D'ÉTUDE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION POUR UNE AGRICULTURE PAYSANNE TROPICALE.

M. Benoit-Cattin (*)
R. Tourte (**)

INTRODUCTION

Le présent document n'est pas le résultat de réflexions métaphysiques. Il est le fruit d'expériences conduites par l'IRAT en différents pays tropicaux depuis quelques ans. Ces expériences n'ont d'ailleurs souvent été, que partielles dans les différents pays où elles ont été tentées. Il est cependant possible d'en intégrer, les différents enseignements pour essayer de proposer une méthodologie à portée générale.

Un schéma à peu près continu de processus intégré Recherche-Développement peut en être déduit. Il doit être aceptable pour les deux partenaires si longtemps séparés, la Recherche et le Développement, s'ils souhaitent élaborer ensemble des systèmes de production vulgarisables dans les unités de production existantes et appropriés aux différentes situations agricoles auxquelles, ils souhaitent s'adresser de concert.

(*) Agro-économiste, Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (IRAT).
(**) Agronome, (IRAT).

a. L'élaboration de systèmes de production vulgarisables repose sur le dialogue avec l'agriculteur et sa participation.

En milieu rural, les décisions fondamentales sont prises par les agriculteurs, responsables des unités socio-économiques de base ou 'exploitations'. Que ces exploitations soient paysannes ou de type industriel, qu'elles soient simples comme souvent en Occident, ou complexes et délicates à délimiter, comme en la plupart des pays de Tiers Monde, elles se caractérisent toujours par:

1) une structure, plus ou moins facile à appréhender d'ailleurs (notament en agriculture ou élevage itinérants),
2) une organisation socio-économique, et
3) un centre de décision socio-économique principal et autonome, 'l'exploitant'.

Cet exploitant, qui est d'abord un gestionnaire, prend ses décisions en fonction d'un environnement technique, socio-économique et politique donné; afin d'optimiser ses ressources et moyens (notamment en facteurs de production), ses capacités techniques, par son savoir-faire, au travers d'un système de production.

L'exploitant est donc, le véritable bénéficiaire des travaux de la recherche agronomique et l'exploitation doit constituer l'objet privilégié de cette recherche. Pour l'exploitant ou le producteur, le ' message technique ', aboutissement des travaux de la recherche, n'est d'ailleurs souvent qu'un ensemble de moyens nouveaux propres à satisfaire des objectifs d'ordres non techniques, mais socio-économiques. La satisfaction de tels objectifs qui est la finalité de l'exploitant doit être également celle de la recherche qui, en outre, doit rédiger son message en termes compréhensibles, à la portée du producteur et répondant à ses attentes.

Personne, ni le chercheur, ni le vulgarisateur, n'a d'ailleurs, en ce domaine, capacité pour préjuger de ce que le producteur attend. L'un et l'autre, doivent lui présenter des options et seront peut être surpris de la capacité d'assimilation pour des technologies nouvelles, que peuvent montrer des producteurs que l'on a tendance à présenter dans les pays en voie de développement comme des agents économiques sans ambition.

Ceci implique que:

a) **le chercheur connaisse**, à des degrés divers, **ce producteur**, bénéficiaire final de ses travaux, pour établir sa problématique de recherche. Les travaux de recherche agronomique, qui n'ont pas la source de leur problemátique dans les priorités du monde rural, peuvent apporter des satisfactions et la notoriété scientifiques, mais peu de satisfactions humaines au chercheur ' désintéressé ' qui les conduise;
b) le **message** transmis au producteur ne soit pas simplement constitué de thèmes isolés, à la limite de recettes, dont on n'aurait pas, au préalable, vérifié l'**intercohérence** et l'insertion possible dans l'exploitation;
c) **le message soit accompagné par la recherche** jusqu'à sa destination finale.

b. La Recherche doit se mettre à la portée géographique et conceptuelle du producteur.

Les recherches de base et les stations élaborent des thémes, et les combinent en systèmes techniques; pour fournir aux projets de développement et à leurs agents des **référentiels techniques** qui vont leur servir d'arguments auprès des producteurs qu'ils encadrent.

Le développement de ces recherches se fait alors suivant deux voies complémentaires.

1) La régionalisation

La diversité des situations agricoles est telle, que le référentiel technique disponible doit être élaboré près des conditions écologiques de son application. Ceci signifie que les centres doivent se démultiplier par des stations, puis des points d'appui ou antennes régionales, répartis par zones ou situations agro-écologiquement homogènes.

Ceci suppose, bien entendu, la réalisation d'un zonage préalable, simple ou sophistiqué (suivant les moyens disponibles), mais prenant en compte les paramètres climatiques, pédologiques et géo-morpho-

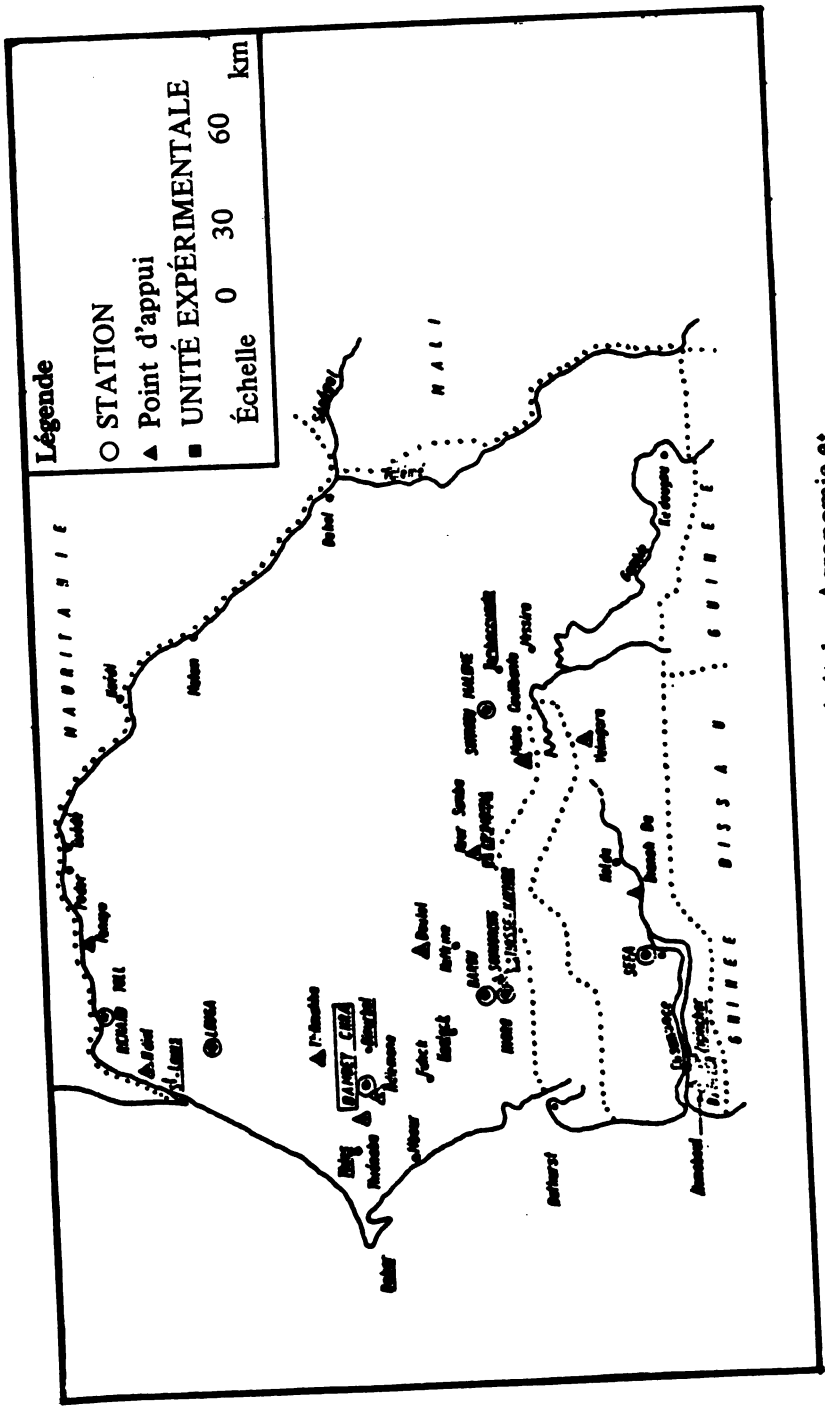


Fig. 1. Implantation de la Recherche 'Productions végétales, Agronomie et Systèmes de production' au Sénégal.

logiques, économiques, sociaux et politiques. A titre d'exemple, on peut se référer à l'implantation réalisée dans cet esprit au Sénégal (cf. Fig. 1).

Si l'on sait que le Sénégal s'inscrit dans un rectangle de 600 x 450 km de côtes et que le Nord-Est est pratiquement désert, on peut constater que la densité des implantations permanentes de la Recherche (environ 25 structures permanentes avec terrains, équipements, personnel permanent) fait que, chaque aire de cinq à 10 000 km2 dispose d'une structure, et qu'aucun producteur n'est à plus de 30 km d'une station ou d'un point d'appui permanent de Recherche.

2) L'intégration des résultats de la Recherche jusqu'au modèle d'exploitation, physique d'abord, informatisé ensuite.

L'élaboration du message de la Recherche est en effet progressive; d'abord les thémes, et ensuite, les systèmes techniques, par grands secteurs de production, par exemple; les systèmes irrigués, les systèmes de cultures pluviales vivrières, et le système pastoral.

Les thémes sont les mots du message, les systèmes sont les phrases, mais le contenu, la substance du message, doivent être vérifiés dans leur cohérence, à la même échelle et avec un degré d'intégration semblable, à celui de l'exploitation réelle. Il est, en effet, important de noter que toutes les technologies proposées séparément par les différents groupes de recherche, sont susceptibles d'être mises en oeuvre au niveau de l'exploitation et qui mobilisent les **mêmes facteurs de production** (terre, travail, capital) et que des concurrences apparaîtront inévitablement. Il faut essayer de les prévoir pour aider le producteur à les surmonter dans sa décision et à son niveau. Pour cela, il est apparu nécessaire que la Recherche doit réaliser de véritables **exploitations-types** et ceci dans chacune de ses structures régionales permanentes (station, point d'appui, . . .).

Un pays donné devrait ainsi, développer l'effort dans ces deux voies et être couvert par un **réseau de référentiels techniques complets**, disponibles pour les projets de développement et visibles par tous les producteurs. Un tel résultat doit être atteint par la coordination des efforts des organismes et structures déjà existants dans un pays.

C'est sur les points polyvalents ainsi créés qu'on doit se faire la synthése des différentes approches de la Recherche souvent déjà en cours; par des productions végétales, par des productions animales et par des systèmes de production. Même, elle doit s'adresser aux différents composants de l'éco-système et de l'agro-système.

Bien entendu, toutes ces approches dòivent converger et s'intégrer au niveau de la petite région et même de l'exploitation et il est utopique que le producteur, ou le développeur, soit chargé seul de cette synthèse. A noter, qu'une telle synthèse entraîne obligatoirement des remises en cause pour le chercheur et que des priorités de Recherche différentes de celles adoptées à l'origine peuvent être révélées.

c. Le processus, Recherche-Développement allant de la recherche de base au producteur doit être continu.

La séparation nécessaire, au moins pour des raisons opérationnelles, de la Recherche et des projets de développement ne doit entraîner aucune solution de continuité dans l'effort d'élaboration des technologies appropriées. Ceci suppose que la Recherche puisse accompagner son produit tout au long de la chaîne de fabrication.

Compte tenu de l'expérience acquise et de l'état des réflexions, il semble que l'on puisse imaginer cette chaîne (cf. Fig. 2). Elle comprend trois parties:

1) Première partie.

Elle se déroule en **milieu maîtrisé** par la Recherche, qui va de la recherche de base (amont) aux modèles techniques d'exploitation déjà mentionnés. A noter que chacune des étapes de cette première partie donne lieu à des 'sorties' utilisables pour la ou les étapes suivantes, et même par la vulgarisation. Bien entendu, que celle - ci peut donner lieu à de nombreux *feed-back* et constitue déjà un système de recherche intégré dont les critères d'évaluation sont scientifiques, techniques et déjà économiques.

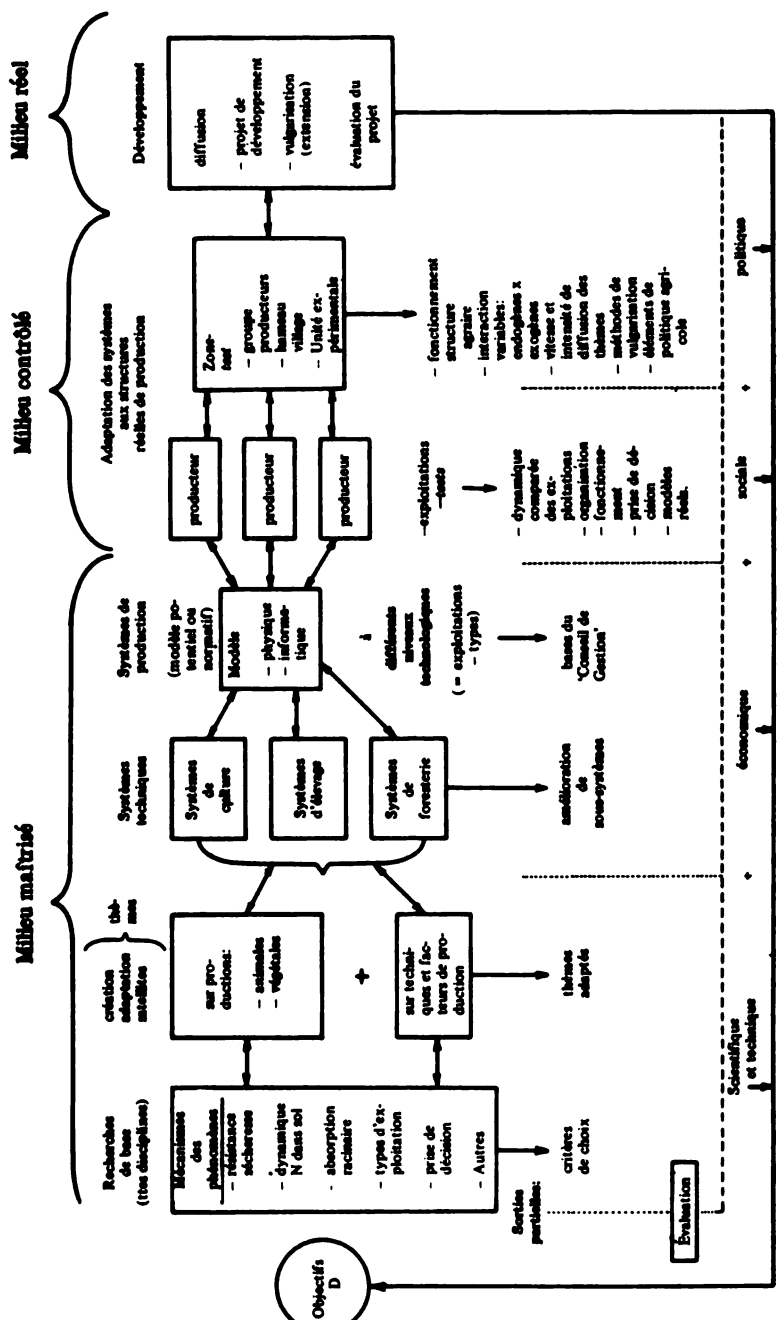


Fig. 2. Processus continu intégré de Recherche-Développement (R. Tourte).

2) Deuxième partie.

Elle se déroule en **milieu réel**, mais provoquée et contrôlée par la Recherche, donc directement chez des producteurs, souvent choisis en liaison avec le projet de développement.

Il ne s'agit, généralement plus là d'expérimentations comme en stations, mais de *tests* d'innovations, simples ou complexes, réalisés chez les producteurs et par eux autant que faire se peut. Les propositions sont faites par la Recherche et l'application et les résultats (positifs ou négatifs) sont rigoureusement observés et, si possible, quantifiés par la Recherche (y compris les chercheurs spécialisés qui trouvent là un support suffisant pour satisfaire leur souci de rigueur).

Cette deuxième partie intervient à deux niveaux:

a) Niveau de producteurs individuels. Parfois appelés exploitations-*tests*, auprés desquels l'intervention de la Recherche (son conseil et ses analyses) s'étend progressivement de techniques simples à l'ensemble du système de production. Cette intervention sera d'autant plus rationnelle et cohérente qu'elle aura suivi le processus suivant: l'analyse-diagnostic de l'exploitation, la mobilisation des propositions technologiques disponibles auprès des différents services, groupes et programmes de Recherche —ces propositions sont plus ou moins déjà intégrées—; l'élaboration pluridisciplinaire (R et D) d'un système de production objectif acceptable et accepté par le producteur; l'établissement, avec le projet de Développement et le producteur, des itinéraires et calendriers de mise en oeuvre du système objectif, et suivi de la réalisation pour adaptation, corrections éventuelles et évaluation de la dynamique et des résultats. L'expérience montre que cette étape est féconde pour la Recherche, car, pour la première fois, la décision et l'évaluation socio-économique personnelle du producteur, interviennent dans un processus de Recherche.

b) Niveau collectif de communautés rurales. Au niveau du producteur isolé, seules les variables endogènes à l'exploitation sont modifiées, l'environnement socio-économique est immuable. Ce n'est pas parce que quelques producteurs ont décidé de développer une nouvelle culture que le paysage économique d'une région s'en trouve modifié; et, ce qui est plus grave, aucun besoin d'adaptation des institutions à cette nouveauté (exemple,

mise en place de circuits d'approvisionnements et de commercialisation pour une nouvelle production) ne se fera sentir.

Or, le développement agricole exige aussi une action sur les variables exogènes aux exploitations et la recherche d'une certaine cohérence entre variables endogènes, variables exogénes et, bien entendu, objectifs politiques de développement.

Ce sont ces quelques réflexions, et d'autres, qui ont conduit à proposer au Sénégal, des opérations de Recherche au niveau de communautés rurales sur des zones-*tests:* les **Unités Expérimentales.** Il en existe actuellement deux. Elles intéressent chacune environ: 250 exploitations, 1 500 à 2 000 habitants et 3 000 à 5 000 hectares (l'exploitation au Sénégal est, en général, petite, de cinq à 15 hectares en moyenne).

La finalité de l'opération est, comme pour le niveau producteur, d'élaborer, mais avec la collectivité, les modèles de développement agricole appropriés à la région. L'idée opérationnelle est de proposer à tous les types d'exploitations présents dans les U.E. les technologies les plus avancées disponibles et éprouvées au niveau de la Recherche (chaque U.E. a son point d'appui). La méthode est de suivre, observer et appuyer toutes les exploitations de façon approfondie, sur un échantillon d'environ 10%, et de façon plus légère, sur le maximum (il ne s'agit pas d'une intervention élitiste).

A chaque fois que nécessaire, certains termes de l'environnement socio-économique (coopérative, approvisionnement, commercialisation, crédit et autres) sont modifiés, en accord avec le projet de développement par les représentants des pouvoirs publics et de l'autorité politique. Il s'agit de les faire fonctionner plus correctement.

Il est long de détailler ici les **résultats.** On n'en citera que les titres principaux:

i) accroissement de la production de la zone, c'est-à-dire doublement en dix ans en monnaie constante, soit environ + 8.5 % /an de Produit Brut,
ii) lancement de nouvelles productions végétales (cultures maraîchères et surtout maïs), et animales (démarrage de l'embouche bovine, facilitée d'ailleurs par l'essor de la traction

bovine qui apprend aux producteurs à tenir leurs animaux en état),
iii) démarrage de la motorisation,
iv) identification et modélisation de différents itinéraires possibles d'évolution des exploitations conduisant à la pratique d'un conseil de gestion personnalisé aux exploitants,
v) connaissance approfondie des mécanismes des rapports économiques et sociaux au niveau de l'exploitation et de la communauté,
vi) connaissance et modification dans les structures agraires (remembrement, gestion foncière),
vii) mise au point de méthodes de vulgarisation ne considérant plus l'exploitant comme un simple exécutant de consignes,
viii) fourniture de propositions intégrées aux projets de développement et appropriés aux différentes catégories d'exploitations,
ix) fournitures aux responsables de la politique agricole d'éléments de prises de décision (potentialités régionales, capacités d'absorption des thèmes, structures de prix, aménagement du rôle des institutions d'aide au développement), donc **évaluation politique du travail de la Recherche**
x) et pour la Recherche, la certitude que ses résultats étaient performants (c'était en arrière-pensée au début de l'opération), ou, au contraire, qu'ils n'étaient pas applicables tels quels, d'où remise en cause (mais chaque chercheur ne doit-il pas être, à tout moment, capable de se remettre en cause ?).

Il s'agit donc d'une Recherche-Action qui trouve sa problématique chez le producteur. De pluridisciplinaire, cette recherche est réellement devenue interdisciplinaire, particulièrement dans le cadre de l'élaboration et de la conduite du conseil de gestion aux exploitants. La méthode intègre un grand nombre de résultats de recherches et d'analyses jusque là plus ou moins bien articulés, alors que l'arbitre est l'exploitant lui-même.

3) **Troisième partie.**

Elle se situe en **milieu réel**, conduite par le projet de développement. L'expérience montre qu'il est très souhaitable que la Recherche y soit conviée à l'évaluation des résultats thématiques ou

intégrés, pour assurer, par exemple, un suivi agro-socio-économique d'exploitations-échantillons dans le cadre d'un accord durant le projet lui-même.

Dans une certaine mesure, et dans une première étape de développement, cette évaluation peut même dispenser d'interventions au niveau de zones-*tests*. Ceci est d'autant plus vrai qu'une certaine marge de manoeuvre existe dans le cadre du projet. Malheureusement, la tendance serait plutôt à une rigidité grande du fait des financiers.

On note que des différences essentielles existent cependant entre zone-*test* (ou Unité Expérimentale) et zone de développement. Dans la première (de moindre étendue) l'intensité et la sophistication des innovations y sont élevées: elles peuvent y être ' expérimentées ' sous contrôle de la Recherche; en zone-*test*, la Recherche se préoccupe essentiellement d'analyser et de comprendre; en zone de développement, le Développement doit obtenir rapidement des résultats; et surtout, en zone-*test*, la Recherche, en liaison avec le Développement, se préoccupe d'élaborer, avec les producteurs, des systèmes et alternatives techniques à venir, alors qu'en zone de développement les bases techniques d'intervention sont prédéterminées et faiblement évolutives.

Pour achever la présentation de ce schéma des processus Recherche-Développement, ou création-diffusion-action, on remarque qu'il est dynamique et intégré, dans les deux sens, descendant, et ascendant, et qui se ' boucle ' par renvoi des évaluations sur les objectifs.

Il est tentant, pour un responsable de la recherche, de proposer que le sens descendant soit le plus rapide possible, et le plus précoce, pour que le *feed back* soit le plus riche possible, ce qui évite un perfectionnisme stérile dans les étapes les plus 'amont' de la Recherche. Inversement, les responsables du développement privilégieraient davantage le sens ascendant. C'est le problème de la cohérence et de l'articulation des deux démarches qui est posé.

d. Les relations avec les projets de Développement et les Producteurs.

On a le schéma classique du transfert de la Recherche vers le Producteur (cf. Fig. 3).

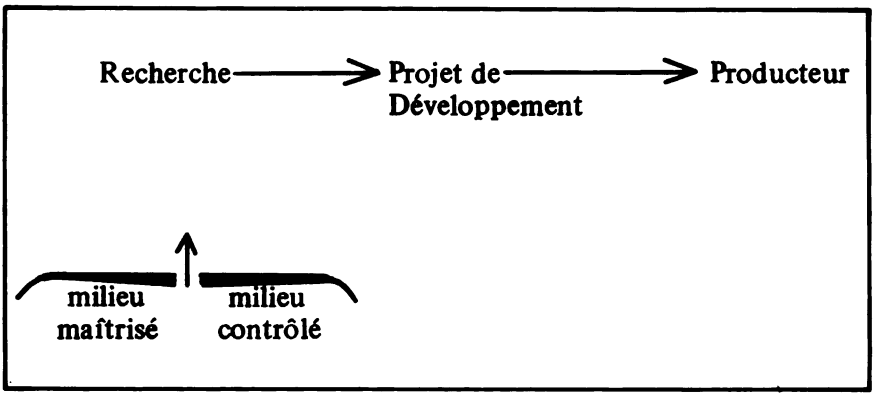


Fig. 3. Transfert de la Recherche vers le Producteur.

Ce schéma limite considérablement les contacts entre R et P et empêche une véritable dialectique entre les trois partenaires. En outre, chaque étape se traduit par un appauvrissement du message, par 'criblage' *a priori* suivant des critères subjectifs quant aux capacités supposées du producteur à accepter l'innovation, et quant a ses attentes.

On est pourtant souvent surpris par l'ouverture des producteurs au progrès et certaines technologies qu'on leur croyait innaccessibles. Ni le chercheur, ni le développeur n'ont à faire de choix à la place du producteur. D'autre part, au *feed back* , dans le processus les mêmes imperfections dans la transmission peuvent également dénaturer les raisons du succès ou de l'échec d'une technologie (cf. Fig. 4).

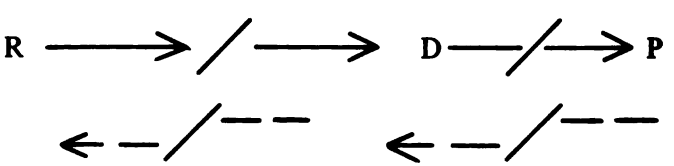
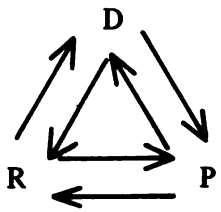


Fig. 4. Rétroalimentation du processus.

Sans entrer plus avant dans le détail, on soulignera que le problème est d'arriver à un schéma triangulé et de parvenir à un dialogue à trois. (cf. Fig. 5).



Légende.
R Recherche / chercheur
D Dévelopement / développeur
P Production / producteur

Fig. 5. Schéma triangulé du processus.

Bien entendu, pour que le dialogue soit possible et fructueux, il faut, que chacun reconnaisse les compétences des deux autres, une volonté de collaboration et de concertation, une problématique ou un sujet commun comme l'amélioration des systèmes de production d'une région, un langage commun celui du développement agricole, et un lieu de rencontre, dont la nature et l'échelle soient familiers aux trois partenaires.

Ce lieu de rencontre, support du dialogue, peut être, l'exploitation-type (en milieu maîtrisé), ou les exploitations-*tests* de certains paysans, et les exploitations d'une zone-*test*. Ce ne peut être ni la seule parcelle expérimentale, ni le milieu réel non contrôlé, mal connu.

e. De quels chercheurs ou équipes de chercheurs a-t-on besoin pour la Recherche en systèmes de production et la liaison Recherche-Développement?

Un nécessaire équilibre est donc à établir entre recherches de bases intellectualisées, sophistiquées, spécialisées, thématiques; et recherches généralistes, pragmatiques, proches du réel, systémiques. On évite ainsi de les opposer stérilement, mais on utilise, au contraire leur complémentarité, c'est-à-dire celle de l'analyse et de la synthèse.

Ces recherches ne sauraient être concurrentes et; en particulier, l'approche des systèmes de production et du milieu réel ne pourrait ralentir les recherches de base et thématiques, qui sont le réservoir fondamental de la découverte et du progrès. Au contraire, les objectifs de recherche de ces dernières peuvent être précisés, opportuns, par un lien étroit avec la problématique du milieu réel. Ceci affirmé, il faut bien reconnaître que la culture et la formation de scientifiques portent plus vers l'analyse et l'étude de faits rigoureusement contrôlés que, vers la synthèse d'apports différents, pour une application à un milieu mal connu et, en tout cas, pas du tout contrôlé, où l'approximation est la seule manière d'agir.

Donc, si le problème de disponibilité de chercheurs spécialisés de haute compétence dans une discipline donnée ne se pose pratiquement pas, celui des hommes-systèmes ou de terrain est sans doute beaucoup plus difficile à résoudre parce qu'il s'agit d'une spécialité particulièrement exigeante. Il n'existe pas de solution académique et non plus de formation toute faite. En France, les premières expériences en ce domaine viennent de démarrer.

Un schéma pragmatique a été jusqu'ici suivi: comme le choix de chercheurs à tendance 'généraliste'; surtout parmi les agronomes. Il n'est pas rare de trouver chez des chercheurs hautement spécialisés des hommes soucieux de situer leurs travaux dans un contexte élargi et de vérifier leur cohérence et leur compatibilité avec ceux des autres. Cette tendance généraliste doit être doublée d'un attrait profond pour le terrain et d'un désir et sens du contact humain, d'entraînement à l'approche système et à la démarche pluridisciplinaire, des contacts avec les problèmes et projets de développement, d'école de terrain pour un travail défini dans le cadre d'une opération Recherche-Développement en cours, d'évaluation du travail et jugements quant aux aptitudes à mener des recherches systèmes, surtout en milieu réel.

Le profil idéal de l'homme-système, à l'aise sur le terrain, ayant le contact avec le développement et le producteur, n'existe probablement pas et, il y a lieu de s'en rapprocher surtout pour les animateurs d'équipes pluridisciplinaires chargées de ce type d'interventions. C'est, en effet, vers la constitution d'équipes pluridisciplinaires et surtout interdisciplinaires que l'on doit s'orienter pour assumer de telles tâches. Leur composition-type pourrait être, un agronome-système –animateur–, un chercheur 'plante', un agro-économiste, un sociologue, un zootechnicien, un agro-machiniste, un

hydraulicien, et un vulgarisateur (du projet de développement). Les membres de ces équipes peuvent ainsi être spécialisés. Plus encore, ils doivent avoir un goût pour le terrain et le contact humain.

Enfin, il apparaît tout à fait souhaitable que même les chercheurs thématiques, spécialisés intègrent tous, dans leur programme de travail, un volet milieu réel leur permettant d'établir leur problématique de travail en toute connaissance de cause, et de connaître du sort réservé à leurs résultats. On a tenté de chiffrer (cf. Tableau N° 1) le temps et la pression de recherche que les chercheurs doivent consacrer aux trois niveaux évoqués au début.

TABLEAU N° 1. Temps et pression consacrés à la recherche.

Disciplines	Recherches de base (Centre de Recherche)	Recherches régionalisées, expérimentations multilocales (Points d'appui)	Milieu réel
Physiques et biologiques	50	30	20
Techniques et systémiques	30	40	30
Socio-économiques, humaines et 'd'inventaires'	30	30	40

Si, pour la dernière ligne, peu de commentaires sont à faire, il faut admettre que pour les deux premières un effort vers le milieu réel reste à accomplir en bien des pays.

CONCLUSION

L'expérience IRAT présentée a été acquise, de façon plus ou moins complète, dans différentes situations tropicales essentiellement africaines mais, depuis quelques années également sud-américaines (Brésil). Cette origine marque indubitablement la démarche dans certaines de ses modalités; en particulier dans la mesure où les interlocuteurs de la recherche sont, d'une part, des responsables et des

agents qui travaillent dans le cadre de projets de développement agricoles spécifiques et; d'autre part, des paysans insuffisamment alphabétisés et organisés.

Par contre, l'esprit de cette démarche, sa logique, ses différents niveaux (milieu maîtrisé, milieu contrôlé, milieu réel), sa régionalisation peuvent être retenus dans d'autres situations. Dans tous les cas, l'adaptation doit se faire d'une part, en tenant compte de la situation existante, des institutions de recherche et de développement concernées, de leur expérience; et, d'autre part, avec conscience qu'il ne s'agit pas, –comme pourrait le laisser croire sa schématisation et sa présentation– d'une démarche linéaire mais d'un dialogue à trois. C'est probablement le statut du troisième, le producteur, qui est le plus difficile à établir; mais c'est celui dont la participation est la plus indispensable.

BIBLIOGRAPHIE

1. BENOIT-CATTIN, M. Analyse économique pluri-annuelle d'un groupe de carrés suivis; unités expérimentales 1969–75; méthode et principaux résultats. L'Agronomie Tropicale 23(4): 413–426. 1977.

2. ————————. Approche socio-économique des exploitations agricoles. In ICRISAT. International workshop on socio-economic constraints, Hiderabad, 1979. Communication. Inde. 15 p.

3. ————————. Du développement agricole à l'aménagement de l'espace; l'exemple des unités expérimentales du Sine Saloum. Sénégal. pp. 215–218.

4. BIGOT, Y. L'introduction de la culture attelée en pays Senoufo (Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). pp. 529–536.

5. – BOISSEAU, P. Paysans, Recherche, Développement; les unités expérimentales Sine Saloum, Sénégal. France, I.N.R.A., 1978. 10 p.

6. COLLOQUE SUR LA MAÎTRISE DE L'ESPACE AGRAIRE ET DÉVELOPPEMENT EN AFRIQUE TROPICALE, OUAGADOUGOU, 1978. Actes. Mémoires ORSTOM.

7. FAYE, J. La démarche de l'ISRA en matière de recherche sur les systèmes de production. In Colloque sur la méthodologie des recherches sur les systèmes de production, Mali, 1976. 11 p.

8. ———————— et NIANG, M. Une expérience de restructuration agraire et d'aménagement de l'espace rural. pp. 523–527.

9. KLEENE, P. Notion d'explotation agricole et modernisation en milieu *wolof* Saloum (Sénégal). L'Agronomie Tropicale 31(1): 63–82. 1976.

10. MONNIER, J., RAMOND, C., POCTHIER, G. et TOURTE, R. Application des résultats de la recherche à la définition des modèles d'exploitation; la démarche de l'IRAT au Sénégal. L'Agronomie Tropicale 25(10): 963–972. 1970.

11. NIANG, M. Modernisation agricole et transformation du système agraire dans le Sud du Sine Saloum. pp. 523–527.

12. POCTHIER, G. Le rôle de la recherche et le transfert des techniques au Sénégal. pp. 437–440.

13. POULAIN, J.F., SEDOGO, M., OUALI, F. et MORANT, P. La démarche système en Agronomie; essais de définition des zones homogènes en Haute Volta et propositions de systèmes de cultures vulgarisables. pp. 449–455.

14. SEMINAIRE DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT AGRICOLE. LES UNITÉS EXPÉRIMENTALES, BAMBEY, 1977. Rapport. C.N.R.A. 50 p.

15. TOURTE, R. Suggestions pour une politique d'application de la recherche agronomique dans les pays en voie de développement. L'Agronomie Tropicale no. 11:1163–1176. 1965.

16. ————————. I.R.A.T. Approach to development of intensive systems in peasant agriculture; a case study in Sénégal. In International workshop on farming systems, 1974. pp. 529–538.

17. ————————. Réflexions sur les voies et moyens d'intensification de l'agriculture en Afrique de l'Ouest. L'Agronomie Tropicale 29(9):917–946. 1974.

APPROCHE POUR LA MISE EN PLACE DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE BOVIN EN GUYANE FRANÇAISE.

M. Bereau
M. Vivier (*)

INTRODUCTION

L'agriculture guyanaise a connu une histoire difficile, au cours de laquelle de nombreux projets furent étudiés. Ils n'ont, généralement, connu que des réalisations éphémères. En 1975, se concrétise un véritable effort de développement. Depuis cette époque, les éléments des diverses productions se mettent en place, bien des mises au point restent nécessaires et les besoins en matière de recherches restent importants.

Cette étude se limite, donc à examiner brièvement la production de viande bovine et sa récente évolution, les méthodes de recherches qui doivent contribuer à la mise au point des divers éléments des systèmes de production (qui restent –dans l'immédiat– à consolider, ou plus encore à construire) et les premiers résultats obtenus.

(*) INRA, Guyane.

LA PRODUCTION DE VIANDE BOVINE EN GUYANE ET SA RÉCENTE EVOLUTION

a. Situation Actuelle.

La Guyane Française est une parcelle du continent sud-américain, située par 5° de latitude nord, caractérisée par:

1) Son Climat. Les précipitations annuelles atteignent 3 m; la température moyenne est de 26 à 27°; l'ensoleillement varie entre 100 et 270 H selon les mois et l'humidité est relative, rarement inférieure à 85 %.
2) La pauvreté de sols. Ils sont podzolisés sur la bande côtière (savanes), ferralitiques desaturés dans la zone forestière. Généralement mal pourvus en éléments chimiques (spécialement en P et Ca) à l'exception de Al qui, peut jouer un rôle toxique; où l'érosion après déforestage représente un risque permanent.
3) L'importance de la forêt. Elle couvre 7 300 000 ha.
4) La faiblesse de la population. Elle est constituée par 65 900 habitants dont le 50% résident à Cayenne et ses proches environs par rapport à la taille de son territoire, 91 000 km2.

Le développement de l'agriculture s'est toujours heurté, aux difficultés, conséquences de ces diverses caractéristiques. Elles se traduisent au niveau agricole par: une population faible, un milieu physique pauvre et imparfaitement maîtrisé, un marché étroit; cette situation aggravée –ces dernières années– par le vieillissement des actifs agricoles et une migration vers les centres urbains de Cayenne et Kouron.[1]

L'agriculture, de ce fait, reste basée sur une culture itinérante (abattis) des productions vivrières autoconsommées (manioc, légumes et autres) complétée par la chasse et la pêche (source de protéines). La progression de la demande de produits alimentaires par des importations, plus importantes chaque année, en provenance de l'étranger et de la métropole. Un tel contexte n'a pas favorisé la création d'un élevage-et en particulier d'un élevage bovin –dynamique. Le modeste troupeau créole issu de diverses introductions réalisées au fil des ans (Taurins et Zébus importés d'Europe, d'Afrique, des Iles du Cap Vert et du Brésil) n'a jamais eu d'importance économique. L'agriculteur guyanais, d'autre part, a toujours considéré son cheptel, comme un

moyen de thésauriser et, non pas comme un véritable outil de production. Entre la Guerre de 1939–1945 et 1973 le troupeau bovin n'a fait que décroître comme le montrent les chiffres suivants au Tableau N° 1.

TABLEAU N° 1. Évolution du tropeau bovin à Guyane.

Années	Effectifs (en têtes)	Observations
1939	4 300	dont 800 bubalins
1951	3 174	
1973	1 382	Il n'existe plus d'élevage bubalin

b. Intérêts et justification du développement de la production de viande bovine en Guyane.

A partir des éléments évoqués, précédemment, on constate que la Guyane importe 95% des 800 tonnes de viande consommées annuellement. D'autre part, le programme d'action prioritaire Développement Agricole, mis en place par le Gouvernement, en 1975, a pour objet de renverser la situation actuelle de dépendance alimentaire. Il s'agit, au cours des 7ème et 8ème Plans (10 ans), de créer environ 300 exploitations qui couvrent 18 000 ha, orientées non seulement vers l'élevage mais, également vers les productions végétales (riz, soja, canne à sucre et arboriculture). Ce programme porte une attention toute particulière au développement de l'élevage bovin viande, compte tenu des débouchés immédiats offerts par le marché local (en effet 800 tonnes de viande correspondent environ à un abattage annuel de 4 250 bovins) et à la proximité du marché Antillais largement déficitaire.

c. Mise en place du programme de développement de l'élevage bovin viande.

1) Les Objectifs. La première étape du programme (1975–1980) prévoit la mise en culture de 4 000 ha (riz, manioc, et autres) la création de 2 500 ha de prairies et de porter le troupeau bovin à 5 900 têtes.[2] De tels objectifs impliquent de disposer de moyens assez importants, afin de: favoriser, à la fois, l'insertion des agriculteurs locaux et l'installation d'agriculteurs migrants; de créer des exploitations agricoles, après défrichement d'un territoire couvert de forêts et dont les sols sont sensibles à l'érosion; de constituer un troupeau bovin à partir d'importations en provenance de pays indemnes des grandes épizooties (fièvres aphteuse et brucellose); de créer des circuits d'approvisionnement et de vente (Coopérative des Eleveurs de Guyane); d'établir un système de production (ce qui n'est pas une mince affaire dans un pays où existe peu d'information technico-économique), et de mettre en place des moyens et un circuit de financement.

2) Les aspects pratiques. Les agriculteurs reçoivent en concession –sous forme d'un bail emphytéotique d'une durée de 30 ans– des surfaces variables (autour de 100 ha) en fonction de leurs objectifs et moyens financiers. Ils doivent défricher, installer des prairies, les bâtiments d'exploitation et introduire des animaux. Concrètement, ils vont défricher au *bulldozer* (équipement personnel, ou Société de défrichement), brûler les arbres pendant la saison sèche et planter les prairies dès le début des pluies. Ils disposent d'une dizaine d'espèces fourragères (multipliées le plus souvent par boutures) utilisées dans toute la mesure du possible, en tenant compte, des caractéristiques du milieu; *Digitaria swazilandensis*, *Brachiaria* sp *tanner*, *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria decumbens*, *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Ischaemum timorense*, *Leaspalum* sp parmi les graminées, *Pueraria phaseoloides* et *Calopogonium mucunoides* parmi les légumineuses. La Coopérative, enfin, importe régulièrement de Panama et Costa Rica des génisses de race *Zébus brahman* qui s'adaptent aux conditions de la Guyane.

Le coût d'une telle opération est élevé et malgré les aides de l'État (prêts bonifiés 2% pour investissement et fonctionnement, différés de remboursement et de subvention) les

charges revenant à l'éleveur restent lourdes. A titre indicatif, les chiffres ci-dessous (cf. Tableau N° 2) donnent un ordre de grandeur du montant des investissements ramenés à l'hectare (les aides de l'État ne sont pas déduites, elles représentent à *grosso modo* 50% du total)[3].

TABLEAU N° 2. Investissements ramenés à l'hectare.

Défrichement et élimination des arbres	8 000 F/ha
Pâturages (y compris les clôtures).	2 100 F/ha
Amendement calcaire 1 tonne par ha.	700 F/ha
Fumure de fond.	800 F/ha
Coral.	600 F/ha
Bâtiments et voiries.	1 000 F/ha
Matériel.	2 350 F/ha
	23 500 F/ha
soit	5 340 $ US

L'amortissement prévu est variable suivant l'objet du prêt. –Défrichement, 18 ans; Bâtiments 12 ans; Pâturages 10 ans et Matériel cinq ans–. L'objectif minimum de production retient 400 kg de croît vif par hectare par an. Actuellement, les résultats économiques restent à établir.

3) Les résultats et les problèmes. Les statistiques ont enregistré au 31 décembre 1979; 2 320 ha de prairies cultivées et 5 600 têtes de bovins (tous rangs d'âges confondus). La première étape du programme de développement élevage-bovin-viande est atteint donc, ses objectifs[3].

En fait, ces deux chiffres reflètent uniquement la mise en place des moyens, mais leur efficacité reste à apprécier. Dans le cas présent deux séries de contraintes compliqueront leur mise en oeuvre:

a) Variabilité des situations socio-économiques: elle reflète la taille des troupeaux. C'est ainsi que les 130 éleveurs adhérents à la Coopérative possèdent 4 000 des 5 6000 têtes du cheptel guyanais. Le troupeau, le plus important, atteint 600 têtes, mais 38% des adhérents possédent moins de 10 animaux. Enfin, le bétail non contrôlé par la Coopérative se dilue dans des micro-troupeaux dont, l'efficacité économique reste difficile à apprécier.
b) Absense d'information locale: lors du choix du système de production entraîne des éleveurs à s'inspirer des réalisations voisines: Surinam, Brésil, Guyana et Antilles, où les circonstances écologiques et socio-économiques diffèrent. Il faut souligner, qu'il n'existe pas en Guyane Française de sous-produits fourragers d'origine agro-alimentaire, ni aucune industrie d'amont (engrais, aliments du bétail, produits vétérinaires et matériel). D'autre part, le contexte Sud-Américain suggérait des méthodes extensives (où reproduction, élevage des jeunes, embouche, sont pratiqués à l'intérieur des mêmes troupeaux sur les mêmes pâturages pas fertilisés et soumis à des rotations imprécises). Rapidement, il est apparu que cette façon de procéder n'était pas acceptable parce que les prairies au bout de quelques mois, disparaîssaient recolonisées par la brousse et le troupeau connaîssait de nombreuses difficultés (reproduction et croissance); et l'objectif minimum de production fixé à 400 kg de croît par hectare par an n'était pas atteint; le produit brut de quelques kilos de viande par hectare ne justifiait pas l'importance des investissements signalés, précédemment.

Le problème se trouve ainsi posé; c'est-à-dire de mettre au point un système de production de viande bovine adapté aux conditions particulières de la Guyane, où les productions fourragères joueront un rôle important et que viendront compléter des aliments locaux à haute valeur énergétique (manioc). D'autre part, les composantes de ce système doivent être adaptables pour trouver une réponse positive parmi les éleveurs, quelque soit leur situation socio-économique.

CONTRIBUTION À LA MISE AU POINT DES ÉLÉMENTS DU SYSTÈME DE PRODUCTION

Il faut mettre au point:

a. Les Thèmes.

Le déroulement du plan demande d'établir des références techniques transposables à la pratique dans trois domaines:

1) Productions fourragères. Choix des espèces en fonction des écologies et de leur sensibilité aux parasites; plan de fertilisation adapté aux circonstances économiques et écologiques, lutte contre les plantes adventices. Synthèse des informations ponctuelles pour permettre de définir un mode de conduite optimum.
2) Gestion des troupeaux bovins. Détermination d'un mode de conduite (âge, sevrage, rythme de reproduction, lutte contre les parasites internes et externes, courbe de croissance).
3) Hiérarchisation des difficultés à partir d'une expérimentation précise.

De tels objectifs impliquent, non seulement du temps, mais également un plan méthodologique à combiner[5]. Ça suppose:

i) La collecte d'informations sur le terrain afin de mettre en évidence, les résultats positifs déjà acquis par les praticiens et généralisables ainsi, que les véritables facteurs limitants.
ii) L'expérimentation multilocale, proche des agriculteurs, permettant d'établir une information intégrée aux plans écologiques et socio-économiques.
iii) La Recherche en Station qui apportera la solution aux facteurs limitants difficiles à résoudre, ainsi que l'innovation.

b. Les Moyens.

Ils sont trouvés (au moins dans le contexte guyanais) grâce à la collaboration de:

1) La Direction Départementale de l'Agriculture (Ministère de l'Agriculture). Responsable du plan de Développement Agricole, animatrice des Associations de Développement Agricole, responsable de trois fermes références.
2) Le Service Départemental d'Agronomie. Chargé de l'enseignement agricole et de la formation des futurs agriculteurs, et de deux fermes d'élevage.
3) Le Service Vétérinaire. Responsable des problèmes d'hygiène et de santé du bétail.
4) Le Service de Développement Agricole (S.U.A.D.). Organisation professionnelle chargée de la vulgarisation auprès des éleveurs dont les conseillers (cinq) participent aux saisies de données sur le terrain.
5) La Coopérative des Éleveurs de Guyane. Principal opérateur économique en matière d'élevage bovin qui, assure le suivi d'un nombre important d'animaux chez ses adhérents (pesées).
6) Moyens auxquels viennent s'ajouter ceux propres à la Station de Recherches Agricoles; un zootechnicien, un technicien fourrage, un laborantin de phytopathologie et un spécialiste des parasites hématophages.

c. Le dispositif expérimental

Mis en place en 1977[4] le dispositif expérimental tente de mener à bien une analyse à deux niveaux; d'une part, connaissance des systèmes d'élevage bovin actuellement en place et d'autre part, la potentialité des divers milieux.

Il repose à la fois sur:

1) Un réseau d'enquêtes. Elles ont été effectuées chez les éleveurs en liaison avec les conseillers agricoles et les techniciens de la Coopérative.
2) Un réseau d'expérimentation multilocale. Il est constitué par sept implantations, où l'on compare des espèces fourragères, des fertilisations, des âges récoltes.
3) Un réseau de fermes références. Cinq unités (D.D.A. et S.D.A.G.) où l'on étudie en vraie grandeur les problèmes de pâturages et de conduite du troupeau.
4) Une collection de plantes fourragères. En nombre de 103 graminées qui permettent d'avoir une connaissance du compor-

tement des principales espèces, variétés et écotypes de fourrages tropicaux.
5) Des inventaires et études. Réalisés sur des sujets spécifiques, maladies et parasites des plantes fourragères et parasites hématophages du cheptel.

PREMIERS RÉSULTATS

Les premières informations obtenues s'expriment sous forme de questions nécessitant d'une expérimentation spécifique dont les résultats permettront d'améliorer l'efficacité du système (le Tableau N° 3 en dresse une liste hiérarchisée) et des résultats utilisables par les opérateurs économiques (techniciens, coopératives, agriculteurs). Entre 1977 et 1980, les résultats se donnent aux suivants niveaux:

a. L'expérimentation multilocale.

Elle a montré l'absolue nécessité de fertiliser les prairies. Une fumure de 150 NPK par hectare permet d'augmenter les rendements de 20 à 30% dans des situations pédologiques favorables (sols ferralitiques désaturés) et de les tripler dans les situations défavorables (sols podzolisés de savanes). Par ailleurs, l'absence de fertilisation entraînera une disparition rapide de la prairie, recolonisée par la brousse.

Aussi, les rendements comparés des diverses espèces fourragères classent en tête *Brachiaria decumbens* (62.3 à 43.9 kg de MS par hectare par jour de végétation avec 150 NPK par hectare par an et suivant les types de sols) au plan des rendements, et *Digitaria swazilandensis* au plan de l'appétence.

Enfin, on montre l'élimination des maladies fongiques *(Fusarium)* ou bactériènnes *(Erwinia chrysanthemi)* des espèces fourragères comme *Brachiaria* sp *tanner* et *Brachiaria ruziziensis* de la gamme fourragère.

TABLEAU N° 3. Problèmes mis en evidence par le dispositif d'étude et devant donner lieu à mise au point ou expérimentation spécifique.

FOURRAGES

Meilleure connaissance des principales espèces fourragères.

† Biologie et physiologie des graminées fourragères (et plus spécialement des espèces stolonantes).
† Fertilisation adaptée aux espèces et aux milieux.
† Sensibilité des diverses espèces aux parasites.

Conduite de la prairie.

† Recherche d'une pérennité maximum.
† Rotation – Chargement et moyen de lutte contre les cypéracées, espèces parasites majeures de la prairie pâturée.
† Mise au point de technique de regénération.

Valeur alimentaire des fourrages.

† Compromis, Rendement, Qualité (mode exploitation).
† Amélioration de la ration par introduction des légumineuses: problèmes d'installation et de consommation par les animaux.

ÉLEVAGE BOVIN

Conduite des troupeaux Zébus de moyenne importance.

† Équilibre du troupeau.
† Mise au point des alimentations complémentaires et minérales des vaches allaitantes.
† Réserve alimentaire pour la saison sèche.
† Adéquation production fourragère – lactation.

Finition des animaux de boucherie.

† Mise au point d'un système d'embouche à partir d'aliment d'origine locale comme le Manioc.

PROBLÈMES COMMUNS AUX DEUX SECTEURS:

Nécessité de former les agriculteurs aux techniques de la production fourragère et de l'élevage bovin – Établir des programmes de formation à partir des éléments collectés localement.

b. L'enquête fourrages.

Elle a été répartie sur l'ensemble du territoire (150 parcelles) et elle a mis en évidence; d'une part, les faibles teneurs des sols et des fourrages non seulement en P, Ca, Mg mais également en Cu, Zn, Na. Il a été possible d'intervenir rapidement au niveau de la production animal avec l'introduction des aliments minéraux adaptés. Les amendements calcaires sont pratiqués systématiquement et le plan de fertilisation reste, toutefois, à préciser et d'autre part, elle a mis en évidence les erreurs d'exploitation qui pénalisent les rendements et la qualité des fourrages. Par exemple, la moitié des DIV (*) observées dans les conditions de la pratique, toutes graminées confondues, est inférieure, à 50 % et la M.A.T. (**) de 70 à 80 % des échantillons analysés, est inférieure à 10 %. La comparaison des diverses classes de résultats obtenues dans le cadre de l'enquête, envers les résultats des essais multilocaux montrent de larges possibilités de progrès accessible puisque déjà atteint par certains agriculteurs.

c. Les saisies de données sur le cheptel

Ils soulignent que:

1) Un troupeau de Zébus type *Brahman* ou de bovins Santa Gertrudis conduit sur un pâturage de bonne qualité, où les jeunes sont sevrés à sept ou huit mois, l'alimentation des mères allaitantes complémentée par un aliment de type 0.8 UF 120 gr MAT kg de MS + minéraux, déparasités (interne et externe) régulièrement, ne pose pas de problème particulier: taux de vêlage supérieur à 70%, croissance des veaux avant sevrage compris entre cinq et 700 gr par jour. La production d'animaux maigres semble aisé à mettre au point.
2) L'embouche apparaît plus compliqué; croissance à l'herbe souvent médiocre (200 à 500 gr par jour), prix des aliments d'engraissement, (absence de produits locaux). Les techniques de finition restent à mettre au point.

(*) D.I.V. – digestibilité *in-vitro*.
(**) M.A.T. – matière azotée totale.

3) La synthèse des premières données tendrait à montrer qu'en Guyane comme aux Antilles, il faut s'orienter vers des objectifs à l'unité de surface beaucoup plus qu'à l'unité animale. En effet, malgré les difficultés du milieu, la mise au point de techniques de productions fourragères apparaît possible, alors que les performances zootechniques, compte tenu de la valeur alimentaire des fourrages tropicaux, resteront toujours problématiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. BRASSEUR, G. L'Agriculture en Guyane. In Atlas des Départements d'Outre Mer, 4, Guyane, 1978. Guyane, C.N.R.S., ORSTOM.

2. GUYANE. DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE. Le plan de développement de la Guyane. Guyane, 1975. v. 1, 11 p.

3. GUYANE. SERVICE DES STATISTIQUES DE GUYANE. Estimation provisoire de la situation agricole en Guyane Française. Guyane, Direction Départementale de l'Agriculture, 1979. 5 p.

4. VIVIER, M., BEREAU, M. et COPPRY, O. Proposition pour l'élaboration du programme de la Station de Recherches Agricoles de Guyane. Guyane. Bulletin de liaison N° 1. 1977.

5. --------- et BUREAU, M. Développement de la production de viande bovine en Guyane Française; première approche. CR de fin d'étude. Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, 1980.

SYSTÈMES AGRAIRES ET DÉVELOPPEMENT EN HAÏTI.

M. Brochet
J. Cavalie
D. Pillot
V. de Reynal (*)

L'avènement de l'indépendance d'Haïti en 1804, concrétise l'effondrement du système colonial. Les systèmes agraires qui se mettent en place au 19 ème siècle marquent une double rupture avec le passé.

INTRODUCTION

Dans leur très grande majorité, les vastes unités de production coloniales éclatent, partagées et appropriées par la nouvelle paysannerie; en même temps, s'amorce un vigoureux essor démographique, qui tout au long du 19ème, puis du 20ème siècle, provoque la mise en valeur de l'ensemble du pays.

Jusqu'à présent, ces deux traits –affirmation de la voie paysanne et surpression démographique sur le milieu– marquent toujours l'organisation de l'espace agraire haïtien. Cependant, la variété des

(*) Ministère des Affaires Étrangères, France-Haïti, (Coopération).

conditions écologiques qui caractérisent ce pays montagneux, on introduit une importante diversité dans les systèmes techniques élaborés par la paysannerie.

L'originalité des systèmes haïtiens, tropicaux, montagneux et densement peuplés, exige des solutions particulières pour résoudre la crise à laquelle ils sont confrontés. Plus encore, ces solutions ne peuvent être élaborées que par une recherche intégrée au terrain étudié.

L'exemple présenté ici, et qui concerne une situation d'altitude, est révélateur à ce point de vue. Il permet en outre d'illustrer l'originalité du champ de propositions qui ressort d'une méthodologie accordant au travail de terrain un rôle conducteur.

SYSTÈMES DE PRODUCTION SUR LE PLATEAU DE ROCHELOIS

Il est situé au Sud d'Haïti aux 1.000 m d'altitude. Trois types de parcelles coexistent au niveau d'une même exploitation:

a. Le jardin A.

Il est boisé, entourant la maison familiale. Il ne dépasse qu'exceptionnellement 2 000 m2, et fait l'objet d'une exploitation particulièrement intensive, organisée sur plusieurs étages de végétation; épices, bananes, café, citrus, avocatiers; et qui ne représentent qu'une partie des espèces qui y sont cultivées.

b. Le jardin B.

Il est acolé au jardin A. Il est déboisé, mais entouré d'une haie, et sur lequel est pratiquée une culture en association de maïs, de haricots, de patates douces, d'ignames, de colocasia et de choux.

c. **Les jardins C.**

Ils sont éloignés de la maison d'habitation, dispersés sur plusieurs terroirs différents. Ceux qui sont situés sur le plateau sont cultivés avec un association de haricots et de patates douces tous les deux ans.

Une même exploitation agricole regroupe toujours un jardin A, un jardin B, et, en général, plusieurs jardins C. Elle atteint au maximun 10 ha, mais peut être réduite à un simple complexe A/B dans les cas critiques (moins d'un demi-hectare).

C'est essentiellement, le sens des transferts de matière organique entre parcelles d'une même exploitation qui, constitue le critère absolu de distinction entre A, B, et C. (cf. Fig. 1). Il apparaît que, dans ces régions à climat humide (près de 2 000 mm de pluie par an), et aux sols ferralitiques lessivés; la contrainte essentielle autour de laquelle s'organise le système de culture est la fertilité.

Dans le jardin A, la reproduction de la fertilité est assurée par la végétation arborée. Le parcage des porcs, auxquels on apporte une ration provenant au moins en partie des jardins C (tiges de patates douces), et la fumure domestique. L'analyse de sol confirme un taux de matière organique exceptionnel dans le milieu considéré (7 à 8%).

Dans le jardin B, le taux de matière organique (5% environ) est maintenu élevé grâce à de nombreux transferts en provenance de C: opérés par l'homme (résidus de culture de C épandus en B, comme les fanes de haricots) ou par l'animal (pâturant le jour en C, et ramené la nuit en B).

Dans le jardin C, enfin, seule une jachère plus longue ralentit la dégradation des conditions de fertilité. La durée de jachère est de 15 à 18 mois. Pour les exploitations les mieux pourvues en terres, elle peut cependant atteindre trois ans.

Dans tous les cas, la confection de buttes permet d'opérer, au sein d'un même jardin, une redistribution et une concentration de la matière organique issue du retournement de la jachère (cf. Fig. 2). Par contre, le taux de matière organique quasi-nul entre les buttes, est élevé au sommet et à l'arrière de celles-ci.

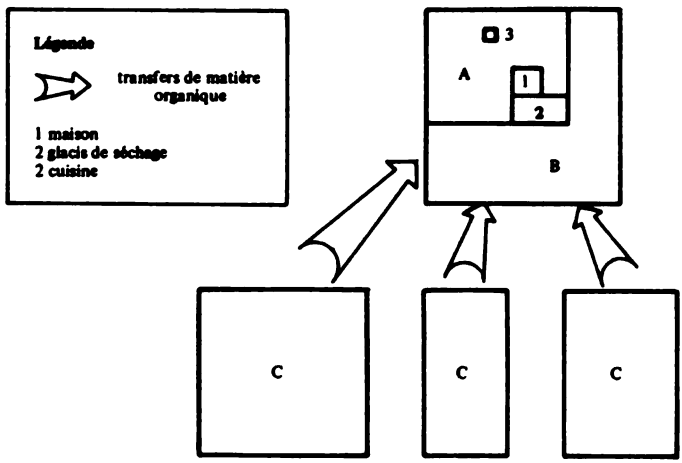


Fig. 1. Le système de jardins A–B–C.

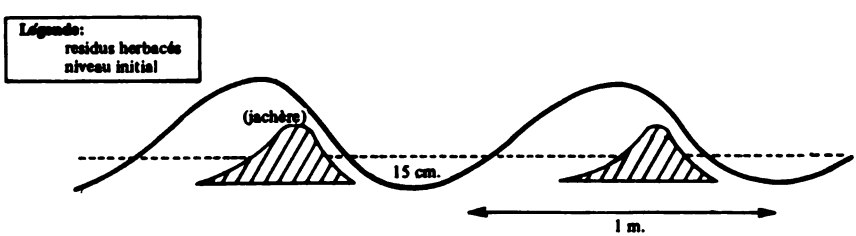


Fig. 2. Concentration de la matière organique sous les buttes.

Par ailleurs, l'histoire de la mise en place de ces systèmes confirme le caractère fondamental des problèmes de fertilité. Avec l'accentuation de la pression démographique sur le milieu, deux transformations majeures du système ont abouti à la structuration actuelle de l'espace.

Sur les parcelles non boisées et éloignées des habitations, la remise en culture plus fréquente des terres et le raccourcissement de la jachère qui lui est consécutif, provoque une baisse générale du niveau de fertilité des terres. La construction d'un jardin B d'une part, et la concentration de la fertilité en C d'autre part, constituent les solutions mises au point par la paysannerie face à la baisse des rendements. En d'autres termes, on pallie à la réduction de la jachère par des pratiques compensatoires de concentration de la matière organique, onéreuses en travail.

Le caractère communautaire du mode de production établi au lendemain de l'indépendance, s'atténue. La pression sur le milieu désorganise les structures lignagères, et favorise les poussées individualistes. Le grand jardin A éclate en unités familiales plus restreintes. Certains individus, éliminés de l'espace familial, doivent construire leur propre jardin A sur une parcelle déja défrichée et dont la fertilité s'est aussi réduite. Pour y parvenir, il faut alors faire appel à des techniques complexes visant à relever la fertilité comme le déplacement d'une cuisine semifixe sur la parcelle, et transferts divers de matière organique par l'homme ou l'animal.

Du point de vue méthodologique, il convient d'insister sur l'originalité de la démarche qui permet d'aboutir à la compréhension du système agraire et à la mise en évidence des contraintes qui forgent et guident son évolution. L'observation de l'extérieur révèle immédiatement la place du jardin A, tranché dans un paysage ouvert. Une observation fine et longue révèle à son tour, la place très particulière des jardins B dans les systèmes de culture paysans. La distinction B/C s'exprime aisémment par le sens des transferts de fertilité opérés par l'homme et l'animal: négatifs pour C, positifs pour B. C'est l'observation directe du milieu qui met donc en évidence, la place centrale que tient la fertilité dans l'ensemble de contraintes pour articuler le système de culture. Analyses chimiques et pédalogiques ne viendront qu'ensuite à confirmer les résultats de l'observation; elles ne seront réalisées qu'en fonction d'hypothèses déjà solidement établies. Cette démarche, qu'on qualifie d'observation-analyse est donc économe en moyens onéreux. Mais elle exige qu'on accorde à la recherche de terrain un rôle véritablement directeur.

DES VOIES D'INTERVENTION INADAPTÉES

L'analyse montre donc que les pratiques empiriques des paysans Haïtiens s'expliquent par des contraintes de tous ordres, auxquelles ils doivent faire face. Dans ces conditions, sur quels aspects du système de production peuvent porter les améliorations qu'on souhaite y apporter? . A ce niveau, il faut bien reconnaître l'échec des solutions classiques, avancées par les opérations de développement. Si on examine quelques-uns des thèmes couramment vulgarisés, il est révélateur de constater en fait qu'ils apparaîssent contradictoires avec les principes qui guident la construction des systèmes paysans et forgent leur rationalité.

On peut classer ces thèmes en trois groupes:

a. La mécanisation

Sa diffusion se heurte à deux obstacles principaux. D'une part, seule, la culture manuelle autorise la reconcentration de la matière organique sous la butte telle qu'elle est pratiquée. Or, cette reconcentration reste, tout autant que la fertilité des jardins C n'est pas relevée, la condition de l'exploitation intensive des terres conformément aux exigences de la pression démographique. D'autre part, l'occupation du sol par l'homme, et pour l'homme, ne laisse pas de place à l'animal. Les jachères sont courtes et peu productives; elles sont d'ores et déjà surpaturées. Les possibilités de dégager un surplus fourrager pour des animaux de trait sont nulles, si le système d'élevage n'est pas transformé.

L'introduction de la culture attelée, peut-être possible techniquement il y a deux générations, mais elle ne l'est plus maintenant sans un bouleversement fondamental du système de contraintes.

b. L'introduction de matériel génétique nouveau

Qu'il s'agisse de nouvelles espèces, ou plus simplement de nouvelles variétés d'espèces déjà cultivées dans le pays, ou encore de nouvelles races animales; une telle introduction abouti le plus souvent à des échecs flagrants. Ainsi, les variétés de haricots ou de maïs introduites sur le plateau se sont montrées moins productives et moins résistantes que les variétés locales dans les conditions paysannes. La diversité des micro-milieux, multipliée par l'existence de conditions climatiques différentes aux trois dates de semis du haricot (février, juillet, octobre), exige des variétés adaptées et de adéquate rusticité.

c. La chimisation

L'utilisation d'engrais est une solution technique cohérente avec le système, puisqu'elle apporte une réponse aux problèmes de fertilité; c'est-à-dire à la contrainte-pivot. Malheureusement, les risques de lessivage, dans ces sols dépourvus de matière organique et limoneux, sont importants. De plus, les termes de l'échange entre engrais chimiques et produits agricoles sont souvent défavorables et ne semblent pas susceptibles de s'améliorer. Enfin, l'utilisation d'engrais a pour effet d'accroître les risques encourus par l'agriculteur. En définitive, seuls les paysans qui disposent d'une situation de départ favorable peuvent s'avérer réceptifs à la chimisation.

D'une façon générale, tous ces changements techniques ne peuvent être envisagés séparément. Leur appropriabilité est interdépendante. Or, envisager la diffusion groupée de toutes ces techniques est aussi illusoire qu'espérer leur appropriation indépendante; elle exigerait un total bouleversement du système de production, sans lui laisser la possibilité de procéder aux réajustements nécéssaires des équilibres qui le soutiennent.

DES PROPOSITIONS COHÉRENTES AVEC LE SYSTÈME DE PRODUCTION

Dans ces conditions, on ne peut envisager d'intervention que sur des aspects précis du système; les modifiant par le jeu de glissements et de rééquilibrages successifs. Deux principes semblent devoir guider l'élaboration de propositions plus appropriables.

D'une part, elles doivent avoir un effet d'entraînement; c'est-à-dire, provoquer en chaîne d'autres modifications du système de production. Mais elles ne doivent pas être conditionnées par ces modifications, ce qu'on replace face aux obstacles décrits plus haut. Elles doivent donc viser le déssérrage de la contrainte-pivot (la fertilité). D'autre part, le jardin B est le lieu privilégié où elles peuvent se concrétiser. En effet, l'étude de l'évolution des systèmes de production a montré que c'est précisémment dans le jardin B que l'agriculteur concentre son effort de travail et d'investissement, là où il bénéficie de la sécurité de tenure la plus élevée.

D'une façon très générale, lors des héritages, il est couteux de faire procéder à un partage formel des propriétés; la terre reste donc juridiquement indivisée et appartient à la famille élargie. Elle est toutefois partagée de fait entre les héritiers. Lorsque après, plusieurs générations d'indivision des contestations s'élèvent et qu'il est fait appel à la justice, un arpenteur officiel préside au partage formel. Il prend soin, en général, de faire porter les redécoupages nécéssaires entre les héritiers sur des jardins C, mais il respecte la distribution des parcelles A et B, du fait de la présence de la maison et des investissements fonciers qui y ont été éffectués.

Le relèvement de la fertilité des sols dans le jardin B suppose, si on écarte dans un premier temps l'utilisation de fertilisants chimiques, une meilleure association entre l'agriculture et l'élevage. Or, augmenter la production fourragère, d'une part, et accroître les restitutions animales, d'autre part, semble conditionné par la solution des problèmes d'abreuvement du bétail; les points d'eau sont éloignés; les porcs n'y sont conduits que tous les quinze jours, et les boeufs tous les trois jours. Soumis à ce régime, les animaux ne peuvent se révéler susceptibles de valoriser une ration fourragère importante. Dans ces conditions, la création de points d'eau (impluviums, citernes domestiques) constitue un déblocage certain du système. En outre, la citerne individuelle affermit encore la sécurité en A/B; elle est donc

susceptible de favoriser les investissements fonciers au niveau de ces deux jardins; enfin, elle libére la main-d'oeuvre féminine et enfantine de transports d'eau longs et pénibles. Le temps de travail ainsi dégagé peut etre réinvesti en A et B, souvent placés sous la responsabilité des femmes.

L'amélioration de la productivité des jachères constitue le second volet de l'intensification envisageable du système de production. Si l'introduction de fourrages sélectionnés n'a pas, jusqu'à présent, donné satisfaction, l'utilisation d'espèces déjà représentées, mais peu valorisées, peut s'avérer d'un grand intérêt (ex.: *Hibiscus*). On pourrait, même envisager des semis d'espèces qui, déjà utilisées pour l'alimentation des animaux (chicorée sauvage pour les porcs), ne sont que des arvals qui se développent entre la récolte de haricot et celle des patates douces.

Il existe enfin, à côté de ces blocages techniques de base, d'autres introductions susceptibles d'aider à l'accroissement de la production. A titre d'exemple; l'utilisation de variétés de haricot, sélectionnées à partir du matériel local et résistantes aux maladies *(oidium)*; et l'extension du petit élevage (lapins) qui permettent l'utilisation de la main-d'oeuvre enfantine et la valorisation d'espèces fourragères moins destructrice que l'élevage caprin.

CONCLUSION

On voit alors à quel point les solutions proposées, suite à une démarche d'observation-analyse, constituent une rupture avec les propositions avancées classiquement. Leur mise au point exige que soit realisée une véritable recherche agraire sur le terrain d'action pour dépasser le cadre étroit de la recherche appliquée classique; à côté de laquelle on doit faire une étude socio-économique brève. En définitive, un tel travail conditionne la définition de voies d'amélioration assimilables par la paysannerie.

ÉTUDE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES . UNE TYPOLOGIE.

A. Capillon
M. Sebillotte (*)

INTRODUCTION

En France, depuis une dizaine d'années, divers travaux de recherche concernent la compréhension du fonctionnement de l'exploitation et la manière dont les agriculteurs prennent leurs décisions. Cette attitude provient, pour partie, d'une réaction vis-à-vis des analyses strictement économiques de l'exploitation agricole voulant l'assimiler à une entreprise. Les économistes, eux-memês dans l'élaboration des méthodes d'aide à la décision, ne considèrent plus l'agriculteur comme un chef d'entreprise qui peut prendre des décisions rationnelles en fonction des prix dans le seul but d'augmenter son profit[10]. En revanche, ils lui proposent différents systèmes envisageables, en tenant compte de ce qu'il pense possible et des budgets automatisés[1]. On y considère bien l'exploitation comme un système puisque requière l'accord de l'agriculteur pour le choix des solutions:

(*) Institut National Agronomique, Paris (France).

a. on tient implicitement compte de caractéristiques spécifiques de l'exploitation (contraintes dues au milieu ou à l'appareil de production), et des souhaits ou projets de l'agriculteur et de sa famille;
b. on vérifie, par ailleurs, que les solutions proposées sont viables sur le plan économique (revenu, financement, trésorerie), du calendrier de travail, des bilans fourragers.

D'autres chercheurs, troublés par une vision technocratique du progrès aboutissent à juger la technicité des hommes sur des résultats techniques considérés indépendamment de leurs conditions d'obtention, et voulent mieux rendre compte de l'influence de certaines contraintes; en particulier les aléas climatiques[1 5], sur le choix des systèmes de production, ont tenté d'aborder l'exploitation agricole avec un autre regard, cherchant à appréhender son fonctionnement[3,5,16,21,25]. Il ne s'agit pas seulement de recenser les contraintes sur l'exploitation en vue de choisir la meilleure solution pour l'agriculteur, mais de comprendre comment un ensemble de contraintes en interrelation, joue sur le processus de production et, par là, d'imaginer des systèmes de culture ou d'élevage adaptés, correspondant aux objectifs des agriculteurs.

Cette dernière attitude a été adoptée au Laboratoire d'Agronomie de l'INA–PG depuis 1970. A partir des enquêtes d'exploitations effectuées dans plusieurs régions françaises(**cf. Tableau N° 1**), ces recherches ont débouché sur la mise au point d'une méthodologie. Dans le présent document, les auteurs s'appuient sur l'analyse critique de cette expérience pour présenter l'essentiel de la démarche utilisée dans l'analyse du fonctionnement de l'exploitation, l'élaboration des typologies de trajectoires, et dégager les conditions d'utilisation comme les problèmes posés actuellement par ces approches.

ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

On considère l'exploitation agricole, ou plutôt le couple famille-exploitation, comme un système finalisé par les objectifs de la famille (besoins, niveau de revenu souhaité, mode de vie désiré . . .) confronté à un ensemble de contraintes. Le postulat de départ de la démarche amène à considérer **le fonctionnement d'une exploitation** comme

TABLEAU N° 1. Enquêtes d'exploitations réalisées au laboratoire d'agronomie de l'INA-PG

RÉGION OU THÈME D'ENQUÊTE	NOMBRE D'EXPLOITATIONS ENQUÊTÉES	TYPE DE PRODUCTIONS
- AIN (1971)[11] Dombes, Bresse, Ht. Bugey	100	Polyculture-élevage Agriculture de montagne
- CÔTE D'OR (1972)[12] Val de Saône, Chatillonnais, Auxois	200	Polyculture-élevage
- Agriculture Biologique (1972)[2] Deux Sèvres, Morbihan, Gers	40	Polyculture-élevage
- OUEST MORBIHAN (1973)[4]	300	Polyculture-élevage
- PARC NATIONAL RÉGIONAL du VERCORS (1973)[17]	120	Agriculture de montagne
- BÉARN (1974)[6]	150	Polyculture-élevage
- INDRE (1976 et 1977)[13, 14]		
Champagne Berrichonne	130	Grande culture
Boischaut Nord	180	Polyculture-élevage
- VAL D'OISE (1978)[15]	40	Maraîchage
- TOURNESOL (1978 et 1979)[22] Côte d'Or, Gers, Aunis, Cher	190	Grande culture
- CANTON DE MONTEREAU (1980)(*)	50	Grande culture
TOTAL	1500	

(*) En cours de publication

un enchaînement de prises de décisions dans un 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** (de monnaie, de matières, d'informations et de travail) au sein de l'exploitation d'une part, entre elle et l'extérieur, d'autre part.

On aborde successivement, l'exposé de la démarche proposée, le diagnostic sur le système et l'utilisation possible de celle-ci.

a. La démarche proposée

Ils s'agit, en premier lieu, de définir les différentes **limites** (territoriales, de main-d'oeuvre, financières) du système. Celui-ci, constitué par l'exploitation, est polymorphe et la détermination de ses limites peut se rendre difficile. Par exemple, l'intégration de la famille au système s'impose du fait que celle-ci est source de main-d'oeuvre, qu'elle influence les décisions par ses objectifs propres et les exigences qu'elle formule vis-à-vis de l'exploitation; enfin, qu'à travers le problème de la succession du chef d'exploitation, elle gère un patrimoine qu'elle a contribué à constituer. Dans bien des cas cependant, il est impossible de limiter le système aux membres de la famille qui vivent de l'exploitation et qui y travaillent. La famille, au sens large, peut intervenir par des aides financières, certains membres peuvent bénéficier de rentes ou de salaires de l'extérieur.

On établit un **schéma des prises de décisions** et on a abouti à la situation actuelle sous forme d'un organigramme. A ce niveau de l'analyse, on prend pour règle que l'ensemble des décisions de l'agriculteur est cohérent par rapport à sa **vision** de la situation et à ses **objectifs**. Cela entraîne la nécessité de mettre à jour cette cohérence et inventorier les divers facteurs pris en considération par l'agriculteur, ainsi que leurs liaisons. En conséquence, il ne faut pas s'arrêter dans l'analyse tant que cette cohérence n'est pas révélée. Il est nécessaire de préciser, ici, que la cohérence de l'ensemble du système se réfère à la vision qu'a l'agriculteur de sa situation et qu'en conséquence, cela n'exclut pas l'existence de contradictions ou antagonismes, voire de décisions jugées *a posteriori* non adéquates par un observateur muni d'informations et de références différentes de celles de l'agriculteur. On reviendra plus loin sur ce problème.

Au cours de l'analyse du processus de prise de décision, on distingue trois niveaux d'objectifs:

1) **Niveau global.** Il traduit les fonctions que l'agriculteur et sa famille assignent à l'exploitation.
2) **Niveau de choix stratégiques.** Les orientations à moyen terme sont fixées à ce niveau. Elles sont retenues parmi une gamme d'orientations possibles, compte tenu des objectifs du premier niveau et des caractéristiques de l'appareil de production et du milieu. A ce niveau, le système de production est mis en place.
3) **Niveau de choix tactiques.** Les moyens de production à court terme et leur mise en oeuvre quotidienne, aboutissent à la réalisation du système de production adopté, et ils sont choisis à ce niveau.

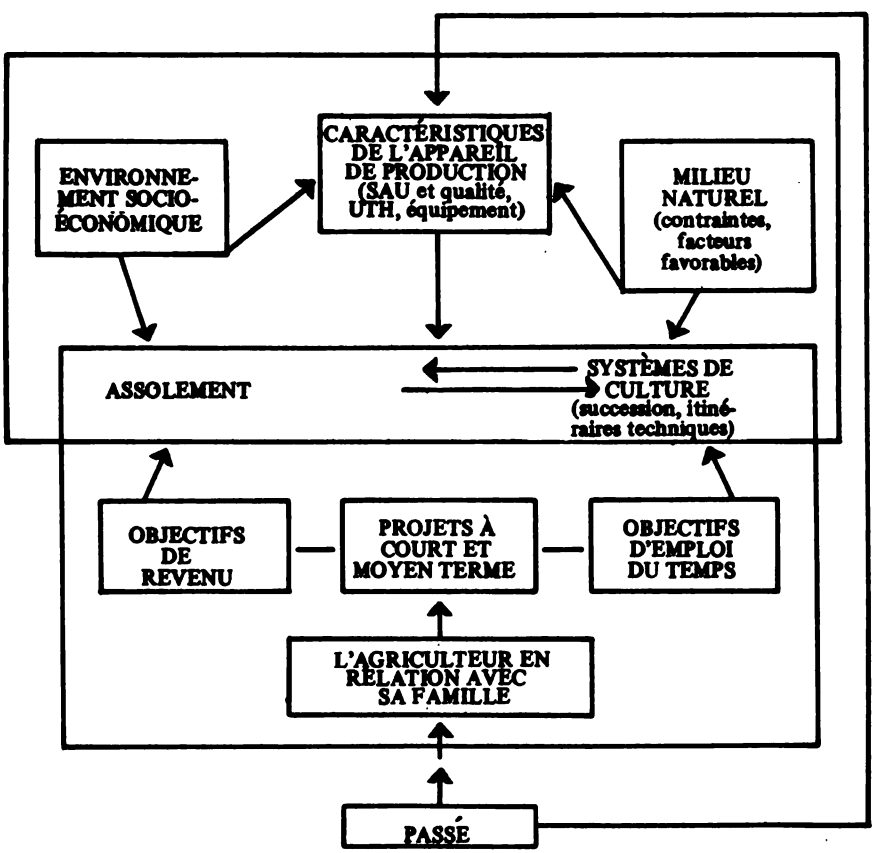


Fig. 1. Schéma de fonctionnement simplifié[7].

La démarche est résumée à la Fig. 1. On présente le cas simple d'une exploitation qui comporte exclusivement des productions végétales.

Les décisions (ici: assolement et systèmes de culture) sont analysées au sein de deux sous-ensembles (sous-systèmes) de l'exploitation. D'une part, elles dépendent des objectifs et projets de l'agriculteur et de sa famille et elles participent à leur réalisation; d'autre part, elles intègrent contraintes et facteurs favorables, provenant de l'appareil de production, du milieu physique et de l'environnement socio-économique, qui restreignent ou élargissent la gamme des choix techniques possibles.

La confrontation de ces deux sous-ensembles permet de dégager la cohérence des choix. La connaissance du passé est utile dans la plupart des cas pour mieux cerner les objectifs de la famille. Ceux qui ont déjà été atteints et les moyens mis en oeuvre pour cela (c'est-à-dire, les modifications de l'appareil de production); et ceux qui subsistent ou qui sont apparus récemment et les éventuels obstacles à leur satisfaction.

On décrit les processus de production présents dans le système. Pour cela, on recense les flux divers (circulation de matières, de monnaie, de travail, d'informations) entre les sous-systèmes (production végétale, troupeaux) et au sein de chaque sous-système. Dans un premier temps, on adopte une approche qualitative. On bâtit un organigramme où l'on fait figurer les flux détectés, les sous-systèmes qu'ils relient, les éléments qui sont concernés. On caractérise ainsi, certains sous-systèmes par les entrées et sorties de matières; par exemple, pour un troupeau donné, différentes ressources fourragères et diverses productions animales (lait, viande et autres).

Il y a aussi les flux d'information. Les besoins du troupeau qui, en principe, déterminent la production fourragère. Cela permet de dégager certains points de blocage. Un exemple est donné présentant une exploitation d'oasis en Tunisie[26] (cf. Figs. 2 et 3).

On a fait figurer les relations entre deux secteurs de l'exploitation: production de cultures de vente et consommation familiale (troupeaux et cultures vivrières). On a, par exemple, mis en évidence que l'effectif du troupeau est sous la double dépendance, des possibilités d'irrigation par le biais de la luzerne et des possibilités de conduite des cultures de vente par celui de l'utilisation des adventices

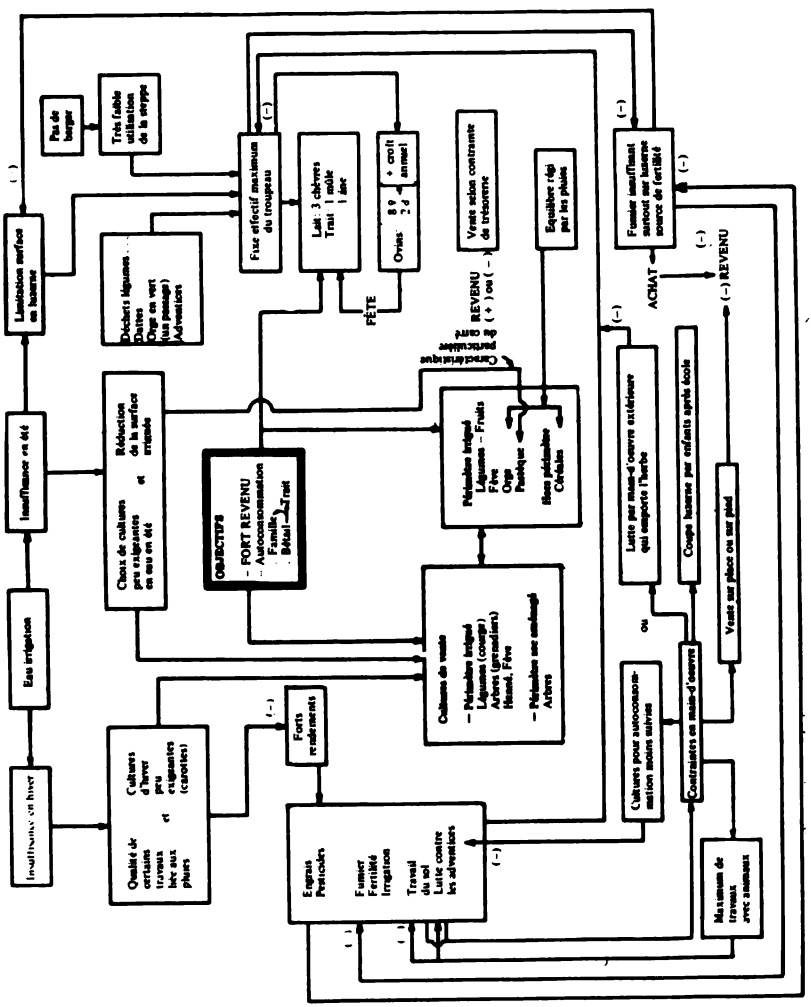


Fig. 2. Exploitation de M.B.[26] (Oasis Tunisie).

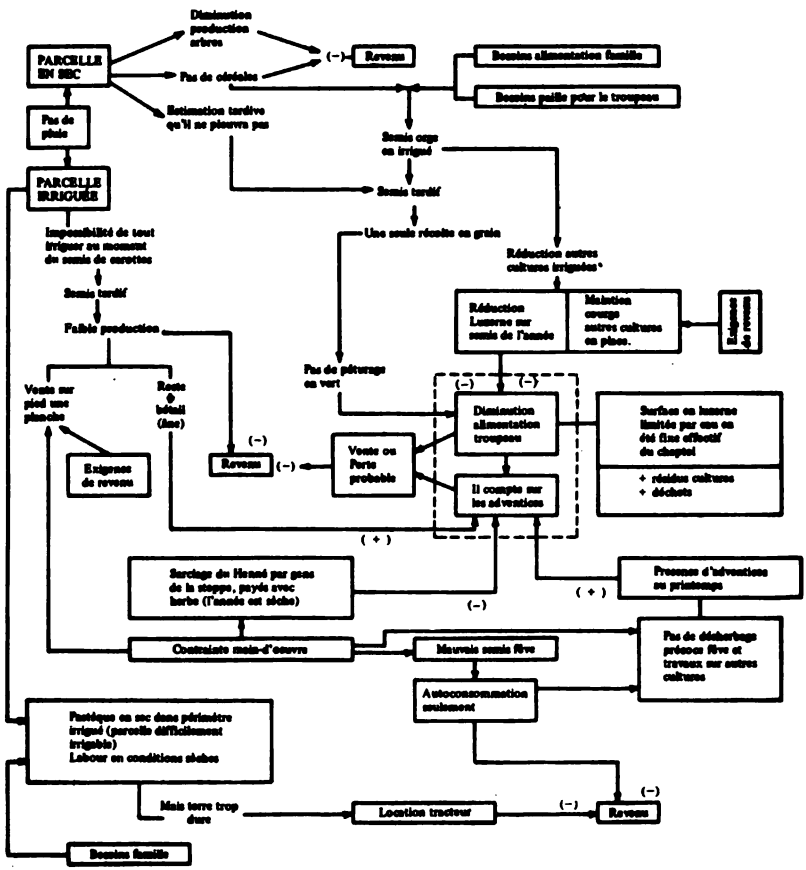


Fig. 3. Incidence d'une année sans pluie sur l'exploitation de M.B.[26] (Oasis Tunisie).

comme fourrage (cf. Fig. 2). Chaque flèche correspond à une implication positive (+) ou négative (–) à partir des objectifs et des contraintes et entre les éléments du système finalisé.

Dans le cas d'une année sèche (Fig. 3), il y a réduction du revenu mais aussi diminution des surfaces et ressources fourragères. Le maintien de l'effectif animal est entièrement sous la dépendance de la production d'adventices. Les décisions de maintien de l'effectif animal prises par l'agriculteur sont fondées sur une prévision de production d'adventices suffisante. Si la prévision s'est avérée trop optimiste, il y aura contradiction entre objectif (effectif animal maintenu) et moyens (ressources fourragères) et il faudra vendre des animaux ou acheter des aliments.

Ensuite, il será nécessaire de quantifier ces différents flux pour évaluer l'intensité des liaisons entre sous-systèmes, et la participation des divers sous-systèmes à l'entretien et (ou) à l'accroissement de l'appareil de production.

b. Le diagnostic sur le système

Pour certains flux, il est possible, dès cette étape de la démarche, de formuler certains diagnostics sectoriels basés sur des comparaisons; c'est-à-dire, des entrées-sorties pour un sous-système donné. Dans ce cas, on se réfère à des normes, par exemple alimentation/production pour un troupeau, et des exigences (information) réponses (matière, monnaie, travail). C'est le cas de la confrontation besoins du troupeau pour un objectif de production donné/offre fourragère.

Cela permet d'affiner la détection des éventuels points de blocage (ou d'évaluer la robustesse du système) et de hiérarchiser ces derniers. On est alors en mesure de juger de la **reproductibilité des systèmes**. Un système est dit reproductible quand sa mise en oeuvre, durant une certaine période de temps, permet de le faire fonctionner à nouveau. L'étude de la reproductibilité comporte au moins l'analyse de trois bilans:

1) **Un bilan fertilité** au sens très large comportant de sous-bilans; minéral, organique, hydrique et parasitaire. Si ces bilans sont

négatifs, le système est condamné à long terme à disparaître ou à évoluer.

2) **Un bilan temps de travail** qui se fait par période de l'année, par catégorie de main-d'oeuvre, éventuellement par type de matériel.

3) **Un bilan financier** comportant trois volets. Un compte d'exploitation qui sert à déterminer le niveau de revenu et donc les possibilités de prélèvements par la famille. Un compte de trésorerie qui sert à préciser la répartition du revenu entre famille et exploitation et les équilibres relatifs entre entrées et sorties d'argent en cours de campagne. Enfin, un compte des biens et des moyens de financement de l'exploitation.

La reproductibilité du système conditionne, pour une part, son maintien. On illustre le cas d'une exploitation, dont le système non reproductible a été modifié pour assurer la subsistance de l'agriculteur (cf. Fig. 4). À ce propos, il faut remarquer qu'un système peut être jugé reproductible et pourtant abandonné, car ne satisfaisant plus les objectifs des agriculteures (que ceux-là aient évolué ou que les conditions de l'environnement socio-économique aient été modifiées).

L'ensemble de la démarche proposée est illustré par le cas d'une exploitation du Béarn (cf. Fig. 5). On présente l'organigramme de prise de décision avec les objectifs de niveau 1 (niveau de revenu souhaité, besoin de temps libre, durée de vie de l'exploitation) et leur traduction au niveau stratégique. D'une part, le choix des spéculations maïs-semence et maïs-consommation valorisé par la production de porcs charcutiers, et le choix en matière d'investissements, priorité absolue aux investissements concernant le foncier.

On figure aussi certains flux; de travail, avec la gestion du temps de l'ouvrier, de matière avec le rôle de la fétuque pour l'épandage du lisier, et le résultat de la confrontation demande en travail-jours disponibles pour la période de semis et de récolte du maïs. Le risque de travailler en mauvaises conditions est élevé et une répercussion sur les rendements est prévisible. L'origine des risques de chute de rendement peut être imputée au système de production choisi (90% de maïs dans l'assolement); mais aussi au choix de l'équipement, tracteur de faible puissance, matériel de faible largeur, aboutissant à un risque élevé de dégradation de la structure des sols limoneux. Ici,

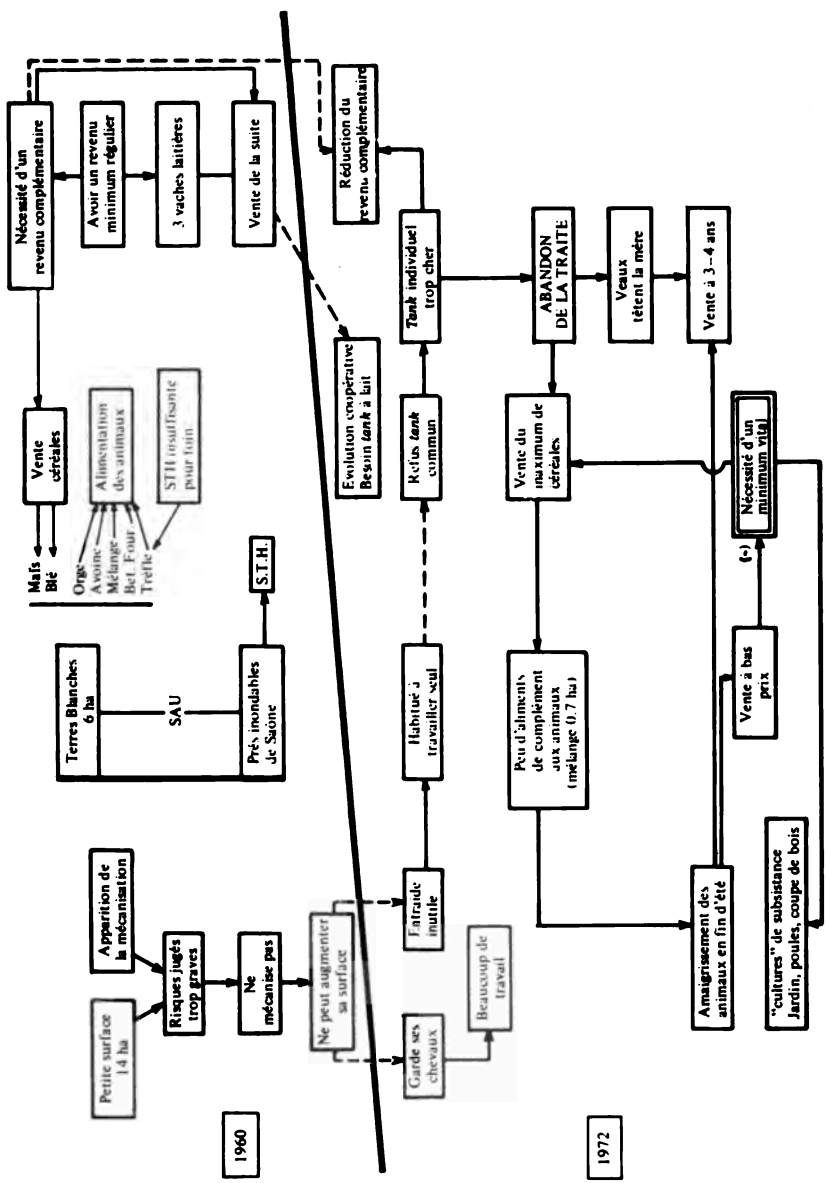


Fig. 4. Exploitation de M.N. – Val de Saone (H. Sebillotte, 1972) (Non publié).

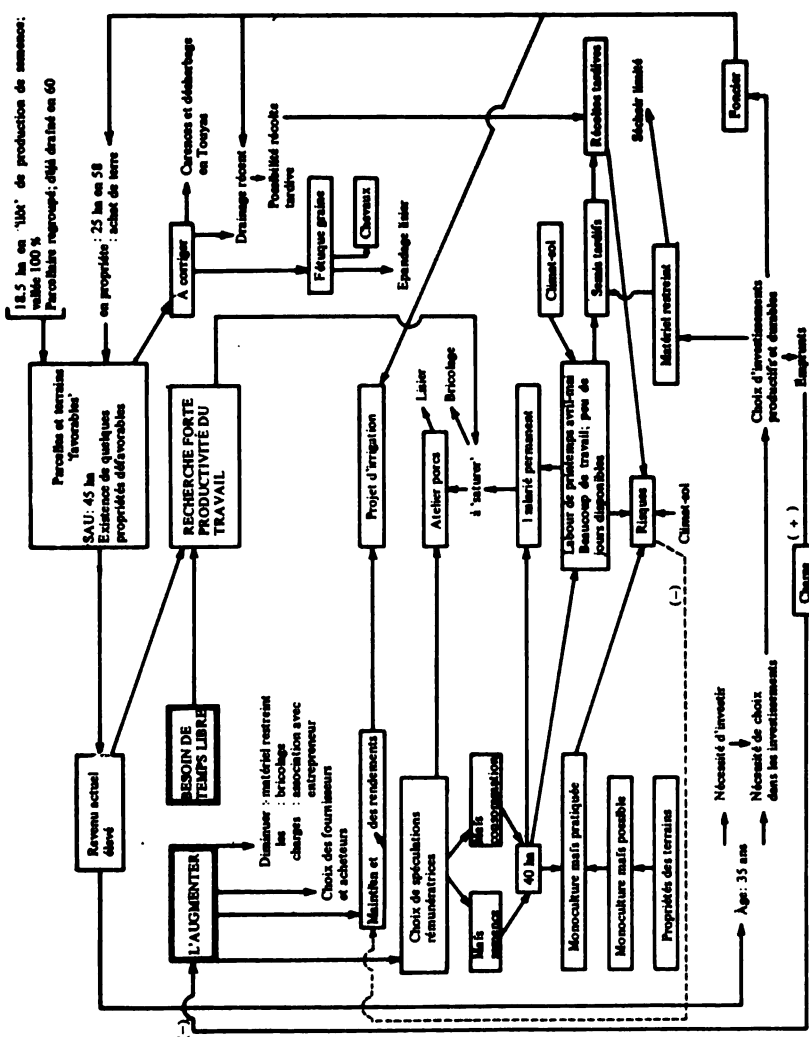


Fig. 5. Schéma de fonctionnement-exploitation L. (Béarn) (J. Boiffin, A. Capillon, Sept. 73 (Non publié).

apparaît donc un antagonisme entre deux objectifs. D'une part, exigences de revenu, et d'autre part, choix d'investissements dans le foncier qui entraînent le maintien d'un parc de matériel de faible *performance.*

c. Utilisation de l'analyse du fonctionnement — Intérêt et limites

L'intérêt d'une telle approche réside dans le fait qu'elle donne les points de blocage pour interpréter les conduites adoptées par les agriculteurs. Ainsi, dans une même région, les agriculteurs n'ont pas tous la même latitude pour prendre en compte les contraintes du milieu, lesquelles s'exercent de manière différente selon leurs objectifs et les systèmes qu'ils pratiquent. Un diagnostic technique n'a de valeur que dans un contexte précisé. L'analyse du fonctionnement répond à ces exigences.

L'analyse critique du fonctionnement observé permet aussi de suggérer des actions de développement pertinentes à l'égard de l'exploitation. Par exemple, on supprime des points de blocage et on envisage les répercussions de ces actions sur l'ensemble du système, évolution probable, nouveaux facteurs limitants qui vont apparaître, et autres. De même, la connaissance du fonctionnement permet d'imaginer l'évolution des systèmes sous l'action des modifications de l'environnement socio-économique.

L'intérêt des schémas de fonctionnement sera souligné par un dernier point. Ils permettent de relier et de situer plusieurs diagnostics sectoriels effectués sur une exploitation et à l'inverse, de les orienter. Ainsi, c'est par l'analyse du fonctionement des exploitations que l'on a pu dégager les facteurs limitant l'utilisation de l'herbe pâturée dans des élevages du Pays de Caux Maritime. Dans ce cas la connaissance des modalités de conduite du troupeau – différant selon de rôle assigné à l'élevage dans chaque système de production et les contraintes spécifiques des divers élevages-guide le diagnostic sur la conduite des pâtures [9].

Plusieurs questions se posent encore pour la mise en pratique d'une telle démarche. On cite entre autres, les difficultés que l'on a à appréhender les objectifs et à les hiérarchiser, surtout lorsqu'ils mettent en cause des rapports entre personnes au sein de la famille; et les

problèmes de représentation. Comment représenter un système complexe sous forme d'organigramme? Dans les schémas, flêches et cases ont des significations diverses. Un effort de modélisation s'avère nécessaire.

TYPOLOGIE DE TRAJECTOIRES

Dans l'étude du fonctionnement, il apparaît que l'analyse de la seule situation actuelle de l'exploitation ne peut renseigner complètement sur les objectifs de l'agriculteur. Il est nécessaire **d'appréhender l'évolution passée de l'exploitation et les raisons invoquées par l'agriculteur pour expliquer celle-ci.** L'association de données actuelles et passées, permet de mettre en évidence le fonctionnement de l'exploitation et de définir la trajectoire qu'elle a suivie jusqu'à l'état actuel.

L'établissement d'une typologie des exploitations agricoles d'une région se fait à partir des différentes trajectoires reconnues au cours d'enquêtes, trajectoires que l'on comparera, agrègera, et sur lesquelles se situera l'ensemble des exploitations étudiées.

a. La démarche proposée

Les trajectoires se déroulent dans un espace à **'n'** dimensions (dont le temps) qui caractérisent les systèmes de production, leurs *performances* et leur degré de reproductibilité. Sur chaque branche (cf. Fig. 6) sont positionnées les exploitations à une date donnée. Chaque type d'exploitation amont (sur la gauche de chaque courbe) ressemble à ce qu'a été, quelques années auparavant, un type d'exploitation situé aujourd'hui en position avale.

La démarche peut être résumée comme suit [3], [4], [8] :

"Pour l'ensemble des exploitations enquêtées, on dégage des critères –ou des indicateurs– qui rendent compte des divers systèmes actuels et des évolutions passées. Ces indicateurs constituent la base d'une première stratification opérée à titre d'hypothèse de travail. Celle-ci est ensuite mise à l'épreuve (recherche d'une plus grande

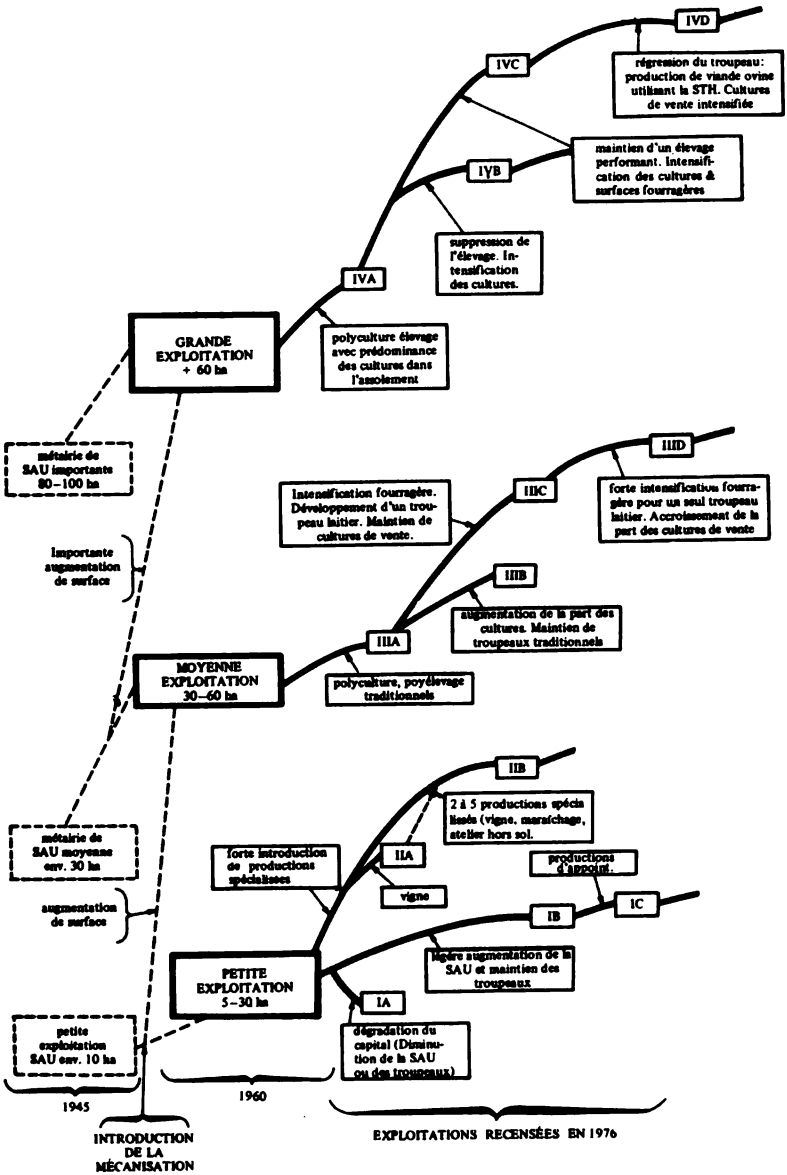


Fig. 6. Typologie des exploitations agricoles du Boischaut Nord de l'Indre (1976).[8]

homogénéité des fonctionnements et des évolutions à l'intérieur de chaque groupe) et modifiée jusqu'à ce que l'on soit en mesure de choisir des caractères du fonctionnement actuel permettant de réunir des exploitations qui constitueront un type; de regrouper l'ensemble de ces types sur quelques trajectoires caractérisées par des mécanismes d'évolution pour définir des étapes qui représentent un processus évolutif cohérent; et de situer chaque groupe d'exploitations sur l'une des trajectoires retenues, et chaque exploitation enquêtée dans un groupe.

A partir de ce premier schéma dégagé de l'échantillon soumis à l'enquête, on procède à une vérification qui consiste à examiner dans quelle mesure les exploitations d'un nouvel échantillon pourront se situer dans le schéma ainsi élaboré" [8].

La typologie des exploitations agricoles du Boischaut Nord de l'Indre[8] donne à titre d'exemple la réalisation d'une telle démarche (Fig. 6).

"On a pu définir trois archétypes (situation en 1945) qui se différencient surtout par leur superficie, et dont les grands traits de leur évolution jusqu'en 1960 (variations de surface, introduction de la mécanisation) ont été retracés. Ces situations constituent les origines de quatre trajectoires principales sur lesquelles se situent les types d'exploitations recensés en 1976:

1) Sur la trajectoire I, l'évolution est peu marquée, dégradation du potentiel pour le type I A (il s'agit de petits agriculteurs qui arrivent en fin de carrière et dont l'exploitation disparaît en tant que telle); intensification très limitée pour I B et I C.
2) La trajectoire II correspond à la recherche d'une valorisation maximale du potentiel de travail, sur une petite surface (introduction de productions spécialisées: vigne, maraîchage et atelier d'élevage hors-sol).
3) La trajectoire III a deux origines: moyennes métairies et petites exploitations agricoles qui ont accru leur surface au moment de la mécanisation. En III A, le système traditionnel de polyculture-polyélevage, considéré comme suffisamment rentable vu la surface, est maintenu. L'évolution peut ensuite suivre deux voies, intensification des seules cultures de vente à côté desquelles subsistent des troupeaux conduits d'une manière traditionnelle (type III B), ou bien intensification fourragère qui permet le développement d'un troupeau laitier (type III C),

voire une spécialisation laitière accompagnée d'un accroissement des cultures de vente (type III D).
4) La trajectoire IV correspond aux exploitations de surface grande, soit originellement, soit par mutation d'exploitations du groupe III par extension de la surface exploitable. La première étape IV A reste encore traditionnelle, et l'accroissement des surfaces est consacré essentiellement à des cultures de vente. À partir de cette étape se dessinent deux lignes d'évolution: l'une qui conduit au type IV B avec production de céréales et de colza sans élevage; l'autre au type IV C avec intensification des surfaces fourragères et maintien d'un élevage performant, et au type IV D où l'on voit alléger les charges en travail dues au troupeau passant à la production de viande, l'intensification portant essentiellement sur les cultures de vente" [8].

b. Utilisation des typologies de trajectoire

Ces trajectoires correspondent au fonctionnement, au cours du temps et sous l'impulsion de l'agriculteur et de sa famille, du système de production. Bien qu'encore établies d'une manière empirique et surtout qualitative, elles traduisent la manière dont un outil de production est conduit pour atteindre des objectifs. En tant que telles, elles se révèlent discriminantes pour classer les exploitations vis-à-vis, des effets de l'environnement socio-économique y compris des diverses actions de développement.

Leur construction revient à considérer que les caractéristiques quantitatives servent habituellement à la description du système de production et sont insuffisantes pour juger de l'évolution d'une exploitation. Selon les objectifs de l'agriculteur et les circonstances particulières qui affectent l'exploitation, on a affaire à des systèmes avec des règles de fonctionnement différenciées, à la limite à des systèmes différents. On peut dire que l'on classe des maniéres de produire, d'entretenir (ou de consommer) un potentiel de production et que, par là, on intègre tout une série de facteurs peu quantifiables, mais cependant essentiels. Ainsi une telle typologie constitue, dans une petite région agricole, un outil de description et de diagnostic. Il révèle pourquoi des exploitations aux situations initiales apparemment identiques ne suivent pas la même évolution. C'est donc un moyen de mettre en évidence les mécanismes décisifs d'évolution

pour chaque type (accroissement de surface, mécanisation, introduction précoce d'une spéculation).

Les trajectoires sont basées sur l'analyse d'une histoire. Mais on doit distinguer celle qui correspond au déroulement de l'existence d'un agriculteur donné, traduite pour partie, par son âge, de celle qui a permis de constituer la trajectoire particulière à laquelle appartient son exploitation. Si en effet, on admet de plus en plus que l'âge de l'agriculteur est un élément d'analyse important (variation des objectifs, évolution des forces de travail . . .), une prise en compte directe de l'âge est, cependant radicalement insuffisante pour juger des conséquences, car elles sont variables selon la trajectoire considérée.

Avec une telle typologie, il devient possible d'affiner le diagnostic individuel qui s'élaborera à travers un va-et-vient entre les caractéristiques de l'exploitation considérée et celles de l'exploitation-type lui correspondant. Ceci suppose que l'on soit capable de classer une exploitation dans un type et donc que l'on ait établi une grille de passage entre la typologie de trajectoire et une batterie de caractéristiques facilement et rapidement appréhendables sur le terrain.

Un autre intérêt pourrait être d'aider à préciser pour chaque type, ce que l'on appellera la gamme des évolutions possibles dans le futur; et en particulier, les nouveaux facteurs décisifs qui, permettent de faire plus que le nécessaire entretien exigé par la reproductibilité du système, et autoriseraient le passage d'une trajectoire à une autre. A cet égard, il faut noter que les types extrêmes d'une trajectoire ne constituent pas obligatoirement des 'modèles de développement' et ne donnent pas aux trajectoires une valeur prévisionnelle en matière d'actions de développement. En effet des mécanismes qui, par le passé, ont été décisifs dans l'évolution de certaines exploitations peuvent ne plus jouer à l'avenir, compte tenu de l'évolution de l'environnement socio-économique (saturation des marchés, évolution des rapports de vie et autres).

L'étude des trajectoires pourrait donc être une voie privilégiée pour l'étude de scénarios d'avenir et éviterait au moins l'erreur qui consiste à croire que des solutions, hier efficaces, le seraient encore automatiquement aujourd'hui. A titre d'exemple dans le Boischaut Nord de l'Indre, l'abandon de l'élevage et surtout de la prairie temporaire apparaît nettement défavorable au maintien spontané de la fertilité. Si donc, le coût des moyens supplémentaires à mettre en oeuvre pour maintenir cette fertilité varie, les solutions avec abandon de la prairie temporaire risquent d'être à proscrire.

De ce fait, le type IV B ne peut être considéré comme un modèle de développement dans un contexte de renchérissement des coûts de l'énergie, ce qui inciterai les techniciens à imaginer des systèmes de production qui réintroduisent la prairie sans pour autant engendrer les charges en travail et l'astreinte dues à l'élevage jugées, par ailleurs, contraignantes par les agriculteurs de ce type.

Cette dernière remarque révèle un autre intérêt de la typologie: elle renseigne sur les liaisons entre choix techniques des agriculteurs et fonctionnement des exploitations de chaque type et, par là, permet de dégager les possibilités ou les moyens nécessaires pour faciliter l'adoption de techniques jugées par ailleurs favorables. L'exemple des équipements en matériel de travail du sol des exploitations de deux petites régions naturelles du Béarn (Vic Bilh et Gave d'Oloron) illustre cet aspect.

"Les caractéristiques du milieu naturel (sols à faible stabilité structurale, pluviométrie élevée en particulier au printemps) induisent de nombreuses difficultés pour la préparation des terres à maïs. Cette culture occupe une place importante dans l'assolement des exploitations, et ses rendements sont variables en liaison avec l'état du profil cultural[20]. Pour porter un diagnostic sur le niveau technique des agriculteurs, on était donc fondé à analyser les techniques de travail du sol. On a constaté l'existence de deux catégories d'équipement pour les reprises de labour, dont la répartition varie selon les types d'exploitations et les régions (cf. Tableau N° 2)[6] :

1) Les chaînes 'traditionnelles' (canadien, herse, disques et *cultipacker)* sont les seules utilisées dans les exploitations du type I, ce qui est en accord avec le fonctionnement de ces exploitations, les capacités d'investissement interdisent l'acquisition de matériel coûteux (outils et tracteur puissant). L'analyse de l'équipement ne permet pas, dans ce cas, de se prononcer sur la technicité des agriculteurs. Il faut l'appréhender par d'autres critères.
2) Les chaînes 'modernes' (on y voit apparaître vibroculteur, herse alternative animée, canadien lourd, tous outils qui nécessitent l'utilisation d'un tracteur de forte puissance), permettent une diminution des temps de travaux et, dans certaines conditions, une amélioration de la qualité du travail se traduise par une augmentation et (ou) une régularisation des ren-

dements. On peut donc considérer que leur adoption par les agriculteurs constitue un élément favorable. On constate que ces chaînes existent dans la quasi-totalité des exploitations du type III en Vic Bilh, et en proportion moindre dans le Gave. Comme rien dans le fonctionnement de ces exploitations ne s'oppose à l'introduction de cet équipement; on peut présumer que les agriculteurs qui ne l'ont pas adopté, sont moins conscients que les autres de l'importance de la qualité du travail du sol pour le rendement du maïs, ou, en d'autres termes, que leur niveau technique est en cause.

Par ailleurs, une différence qualitative importante existe au sein des 'chaînes modernes' entre les régions. En Vic-Bilh, ce sont les outils à dents non animés qui dominent; en Gave, ce sont, au contraire, les herses alternatives animées par la prise de force. Les caractéristiques du milieu n'imposent pas l'utilisation de ce dernier type d'outil, plus coûteux à l'achat et à l'entretien que le vibroculteur. On est amené à conclure (ceci est confirmé par les observations au champ) que les choix réalisés par les agriculteurs du Vic-Bilh sont plus adéquats. Ceci, ainsi que la plus forte proportion de chaînes 'modernes' en Vic-Bilh qu'en Gave, notable aussi pour les exploitations type II (pour lesquelles le choix de cet équipement est plus lourd à assumer) révèle l'impact dans la première région d'une structure de développement (GRCETA-Agronomie) bien implantée, dont l'action a porté sur la mise au point d''itinéraires techniques' mieux adaptés[24]. L'intérêt de l'utilisation de la typologie des exploitations associée à une étude technique par une analyse qui relie les choix techniques et les grands traits du fonctionnement est ici double et permet; d'une part, de donner une signification en termes de compétence technique aux choix constatés et de révéler, ou de conduire à rechercher, les obstacles qui s'opposent à l'adoption d'équipements jugés favorables, et d'autre part, de mesurer l'efficacité d'actions de développement'[8].

TABLEAU N° 2. Chaines de reprise de labour en Gave d'Oloron et Vic-Bilh[6].

TYPES D'EXPLOITATIONS		I	II	III
Principaux critères de différenciation des types		SAU FAIBLE (< 20 ha) Polyculture. élevage traditionnels	SAU FAIBLE ou MOYENNE (10–30 ha) Introduction de cultures spécialisées (Maraîchage, tabac) ou élevages très intensifs	SAU PLUS FORTE (30–70 ha) Part importante des cultures de vente, en particulier production de semences de maïs
GAVE	Chaînes 'traditionnelles'	100 %	93 %	62 %
	Chaînes 'modernes'	0	7 %	38 %
VIC-BILH	Chaînes 'traditionnelles'	100 %	61 %	3 %
	Chaînes 'modernes'	0	39 %	97 %

c. Définition d'une politique de développement et le contrôle de ses effets.

Pour définir une politique de développement, il sera nécessaire d'évaluer l'importance d'un problème au niveau régional (nombre de types et nombre d'exploitations concernées).

Cela pose un double problème; d'une part, il faut disposer d'un recensement, qui ne soit pas une simple liste d'exploitations, d'autre part, il n'est pas facile de trouver des critères simples pour différen-

cier des types. Ces derniers sont en effet choisis à l'issue d'une démarche basée sur l'analyse de système. Pour cela on prend des critères qui ne figurent pas obligatoirement dans un recensement et valorisent davantage les liaisons entre éléments descriptifs que ces éléments eux-mêmes. Dans la mesure où l'on s'est servi comme base d'échantillonnage, d'une classification des exploitations opérée à partir de critères simples contenus dans le recensement, on peut recouper celle-ci avec les types de fonctionnement. Il est alors possible d'évaluer l'importance de chaque type dans la région.

Par ailleurs, au bout d'un certain temps (quatre à cinq ans) en général une actualisation de la typologie s'impose. L'étude d'un échantillon d'exploitations de référence qui représente les différents types (et tout particulièrement ceux qui sont susceptibles d'évoluer rapidement et (ou) diversement) permet d'opérer le redressement nécessaire à faible coût. Le suivi de cet échantillon de référence constitue en outre un bon moyen d'évaluer et de contrôler l'impact des mesures de politique agricole et des actions de développement sur les diverses exploitations d'une région.

CONCLUSION

Dans la cadre du conseil technique ou plus généralement de l'aide à la décision sur une exploitation, l'analyse du fonctionnement apparaît comme une démarche nécessaire. Au niveau régional, il est impossible de recommencer la même analyse approfondie pour chaque exploitation. La typologie de trajectoire fondée sur les mêmes principes permet d'identifier rapidement à quel type appartient l'exploitation considérée et renseigne sur les grands traits de son fonctionnement. On peut alors adapter le conseil à cette exploitation. On doit donc, admettre que pour les responsables d'une région agricole la constitution d'une typologie de trajectoire représente un investissement utile pour l'efficacité et la vulgarisation des actions de développement.

Enfin, une meilleure connaissance des liaisons existant entre les objectifs des agriculteurs et leurs choix techniques permet d'envisager d'une manière nouvelle les méthodes utilisées pour l'élaboration de références. Il s'agit d'élaborer et de tester des 'itinéraires techniques' qui visent l'optimisation de la production dans des conditions don-

nées au milieu, mais aussi objectifs des agriculteurs comme, par exemple, le revenu, la gestion du temps de travail ou de la trésorerie[24], [25]. Les thèmes étudiés devraient être choisis notamment grâce à la connaissance des exploitations qu'apporte une typologie. Les résultats de tels dispositifs devraient pouvoir être plus directement utilisables en tant que références, que ceux acquis plus traditionnellement en champs d'essais, où les objectifs –explicités ou non– des expérimentateurs ne concordent pas toujours avec ceux des agriculteurs ou ne tiennent pas assez compte de leurs contraintes.

À l'heure actuelle des problèmes subsistent, en particulier en ce qui concerne les possibilités de mise en pratique à l'échelle des organismes locaux de développement. On a deux exemples. D'abord, l'effort de systématisation dans le recueil des données. Il vise, certes, une rapidité accrue dans le dépouillement des enquêtes mais surtout une exigence d'exhaustivité des données recueillies, du moins de celles considérées comme pertinentes. Cette exigence est nécessaire pour garantir la rigueur dans l'approche et l'analyse ultérieure, surtout lorsque l'on réalise des études avec des personnes en formation, peu expérimentées pour agir la méthode. Dans ce but, des formulaires d'enquête ont été ébauchés et sont en cours de *test*. L'autre est l'allègement de la démarche et, en particulier, la réduction du nombre des enquêtes nécessaires. Dans l'optique d'une utilisation pour le développement d'une petite région, le temps d'enquête est restreint. La méthode utilisée pour effectuer l'échantillonnage des exploitations permet de diminuer sensiblement le nombre des enquêtes sans réduire la diversité des situations rencontrées, élément essentiel pour la découverte des différentes trajectoires.

Cependant, ces problèmes rencontrés dans la mise en pratique de la méthode sont pour l'essentiel dus au fait que l'analyse du fonctionnement, le regroupement des trayectoires, constituent encore essentiellement une **approche d'expert**, dont la valeur provient de l'accord des intéressés sur le classement que l'on fait de leurs exploitations et du fait qu'on arrive à regrouper les exploitations d'une région dans quelques types (moins de dix).

Cette considération renvoie à un approfondissement théorique et à un affinement des concepts utilisés (objectif, contraintes, trajectoire et autres), ce qui suppose que cette démarche soit réellement mise en oeuvre au niveau régional par un organisme de développement avec une équipe pluridisciplinaire de recherche pour l'analyse des véritables points faibles et, *a contrario*, préciser l'intérêt.

BIBLIOGRAPHIE

1. ATTONAY, J. M., FLAMENT, M. et HAUTCOLAS, J. C. Les *budgets* automatisés; outils nouveaux pour la gestion technico-économique de l'entreprise agricole; fourrages. 1972. pp. 51, 43–63.

2. BERTHOU, Y. et al. L'agriculture biologique; éléments de diagnostic à partir de quarante exploitations. France, I.N.A. –P.G., Chaire d'Agriculture, 1972.

3. BOURGEOIS, A. et SEBILLOTTE, M. Réflexions sur l'évolution contemporaine des exploitations agricoles. Bulletin SFER N° 26. 1978. pp. 17–28.

4. CAPILLON, A., FLEURY, A. et SEBILLOTTE, M. Essai pour dégager les voies d'évolution des exploitations agricoles de l'Ouest du Morbihan. 1973. 2 v.

5. ————., SEBILLOTTE, M. et THIERRY, J. Évolution des exploitations d'une petite région; élaboration d'une méthode d'étude. France, I.N.A. –P.G., Chaire d'Agronomie, 1975.

6. ————., MANICHON, H. et BOIFFIN, J. Les exploitations agricoles du Gave d'Oloron et du Vic Bilh; essai de typologie pour la compréhension de leurs fonctionnements et leurs possibilités de croissance. France, I.N.A. –P.G., Chaire d'Agronomie, 1975.

7. ———— et MANICHON, H. La typologie des exploitations agricoles; un outil pour le conseil technique. In Exigences nouvelles pour l'agriculture; les systèmes de culture pourront-ils s'adapter? . France, I.N.A. –P.G. ADEPRINA, Chaire d'Agronomie, 1978.

8. ————————. et MANICHON, H. Une typologie des trajectories d'évolution des exploitations agricoles; principes, application au développement agricole régional. France, Séance Académique Agricole, 1979. pp. 1168–1178.

9. ————————. et TAGAUX, M. J. Rendements des prairies et systèmes de production; analyse de la conduite de la production fourragère dans sept exploitations du pays de Caux Maritime. France, Séance Académique Agricole, 1980. pp. 335–347.

10. CONSTANT, B. et SEBILLOTTE, M. Zone naturelle d'équilibre de la Plaine de France; les exploitations maraîcheres en Val d'Oise. France, I.N.A. –P.G., Chaire d'Agronomie, Direction Régionale de l'Équipement de L'Île de France, 1978. 193 p.

11. CHOMBART DE LAUWE, J. et al. La nouvelle gestion des exploitations agricoles. 1963.

12. FLEURY, A. L'agriculture dans le parc naturel régional du Vercors. France, I.N.A. –P.G. –INERM, 1973.

13. FRANCE. I.N.A. –P.G. CHAIRE D'AGRONOMIE. Les exploitations agricoles; leur présent et leur avenir en Dombes, Bresse et Haut Bugey; essai pour dégager les voies d'évolution d'exploitations agricoles à partir de l'étude de leurs contraintes. France, 1971. 186 p. plus annexes.

14. ————————. Les exploitations agricoles; leur présent et leur avenir en Chatillonais, Val de Saone et Auxois; essai pour dégager les voies d'évolution d'exploitations à partir de l'étude de leurs contraintes; étude de *budgets* automatisés. France, 1972. 2 v.

15. ————————. Les exploitations agricoles de Champagne Berrichone et du Boischaut Nord de l'Indre. France, 1976. 2 v.

16. ————————. L'agriculture du Boischaut Nord et de la Champagne Berrichone de l'Indre. France, 1977. 2 v.

17. FRANCE. INRA-ENSSAA. Conditions du choix des techniques de production et évolution des exploitations agricoles. France, INRA-SEI, 1973. Document B–4.

18. LEFORT, G. et SEBILLOTTE, M. Construction d'un programme linéaire pour l'étude du meilleur système de production d'une exploitation agricole et de son adaptation aux aléas climatiques. France, Séance Académique Agricole, 1964. pp. 932–945.

19. MAINIE, PH. Les exploitations agricoles en France; que sais-je?. France, 1971.

20. MANICHON, H. et SEBILLOTTE, M. La monoculture du maïs; résultats d'une enquête agronomique dans deux régions du Béarn (Gave d'Oloron, Vic Bilh). France, I.N.A. –P.G., Chaire d'Agronomie, 1973.

21. OSTY, P.L. L'exploitation agricole vue comme un système. France, 1978, pp. 43–49. BTI 326.

22. RIBEYRE, C. et MANICHON, H. Le tournesol dans ses principales régions de production en France; analyse de sa situation pour en dégager les voies de développement. France, I.N.A. –P.G. GEARA– Chaire d'Agronomie, 1980.

23. SEBILLOTTE, M. Agriculture et Agronomie; essai d'analyse des tâches de l'agronome. France. Cahiers ORSTOM, Série Biol. N° 24. 1974, pp. 3–25.

24. ————————. Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. France. C.R. Acad. Agric., 1978. pp. 906–913.

25. ————————. Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles; trajectoire et typologie. France, 1979. Note introductive pour la réunion du SAD.

26. ————————. Production alimentaire, nutrition, santé et développement. France, F.A.O., 1980.

ÉTUDE INTÉGRÉE DE LA CULTURE DU COTON.

A. P. Conessa
P. Cozic
D. Hadj Milond
C. Maginieau et
G. Lemaire (*)

INTRODUCTION

L'étude qu'on présente a été réalisée à l'I.N.A. d'El Harrach en Algérie. Dans le cadre de cet organisme de formation supérieure agronomique, on fournit un enseignement actif pour permettre aux élèves ingénieurs s'intégrer au processus de développement de leur pays à travers des études réalisées en vraie grandeur. Ils ont participé à ce travail à deux niveaux. D'une part, au niveau des stages sur le terrain qui ont permi de recueillir les données concernant les systèmes de production, ou les 'stations'; et, d'autre part au niveau de théses de spécialisation, afin de préciser certains aspects de l'étude.

(*) Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, (D.G.R.S.T.), France.

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Depuis plusieurs années, en Algérie, les rendements en coton étaient insuffisants (4.6 q x ha en moyenne); alors, que les essais réalisés en station expérimentale permettent d'espérer des résultats supérieurs (15 q x ha). La direction de la production végétale d'Alger, a demandé à l'INA de tenter de déterminer, dans les conditions actuels de la production, quels étaient les facteurs qui bloquaient leur production du coton.

On pense qu'une amélioration sensible de la production peut être obtenue par la seule application de techniques culturales connues. Cependant, pour être efficaces, les choix techniques ou socio-économiques doivent s'appuyer sur une analyse rigoureuse de la situation réelle sur le terrain qui doit intégrer le plus grand nombre de facteurs de production. Ceci explique la nécessité d'une approche globale du problème, en tant que les facteurs techniques ne sont pas indépendants des facteurs économiques, sociologiques, voire historiques.

Le système a été analysé à deux niveaux, correspondant à deux échelles de complexité croissante:

a. analyse au niveau des agrosystèmes, à l'échelle de la parcelle (station), où ont été examinés les effets des facteurs du milieu et des techniques sur les rendements en coton; et
b. analyse au niveau de la production de coton, à l'échelle de l'exploitation, où ont été pris en compte des facteurs relatifs au système de production (facteurs économiques et sociologiques).

ANALYSE DU SYSTÈME À L'ÉCHELLE DE LA STATION

Ceci suppose:

a. Recueil des données

Le principe de la méthode employée diffère de l'expérimentation classique, où on fait varier un, deux ou trois facteurs afin de mesurer l'effet de ces variations sur les rendements, alors que dans une étude globale on observe les variations de rendements, puis on

tente de les 'expliquer' à partir d'une analyse statistique des relations entre variation de rendements et variation des facteurs du milieu.

Les connaissances actuelles de la culture du coton permettent de représenter le système qui sert de base à l'analyse et résume l'ensemble des hypothèses sous-jascentes aux mesures effectuées à l'échelle de la station (Fig. 1).

L'ensemble des données relatives aux peuplements du milieu, ou aux techniques ont été recueillies sur des 'stations' de 20 m^2 de surface. L'effectif des stations a donné un échantillon représentatif de la situation algérienne. Ainsi, on a retenu une station par tranche de 20 ha; et ceci, sur l'ensemble des parcelles cultivées en coton (129 stations ont été étudiées, représentant les 1 849 ha cultivés en coton en 1973) localisées dans trois régions: Annaba, el Asnam et Oued Rhiou.

Sur le Tableau N° 1 on a porté les données recueillies sur chacune des 129 stations étudiées. On remarque que, le rendement correspond à une seule récolte. En ce qui concerne, les dates relatives à certains traitements culturaux, il s'agit des dates de début des travaux; lorsque ceux-ci sont effectués manuellement (démariage par exemple), sur les parcelles les plus grandes, le traitement peut s'étaler dans le temps et il est difficile d'estimer la date exacte d'exécution de ce travail sur les 'stations' étudiées.

b. Traitement des données

Après une mise en forme des données (histogramme, calcul des valeurs moyennes, extrêmes des écarts types); on a examiné les relations entre variables prises deux à deux (corrélation simple de Pearson pour les variables quantitatives, *test* du X_2 pour les variables qualitatives). Puis, les relations entre le rendement et l'ensemble des variables quantitatives (corrélation multiple ou simple ou sous contrainte pour diminuer l'effet des biais entre variables)[1] ou quantitatives et qualitatives (analyse factorielle des correspondances avec transformation en classe des variables quantitatives)[1].

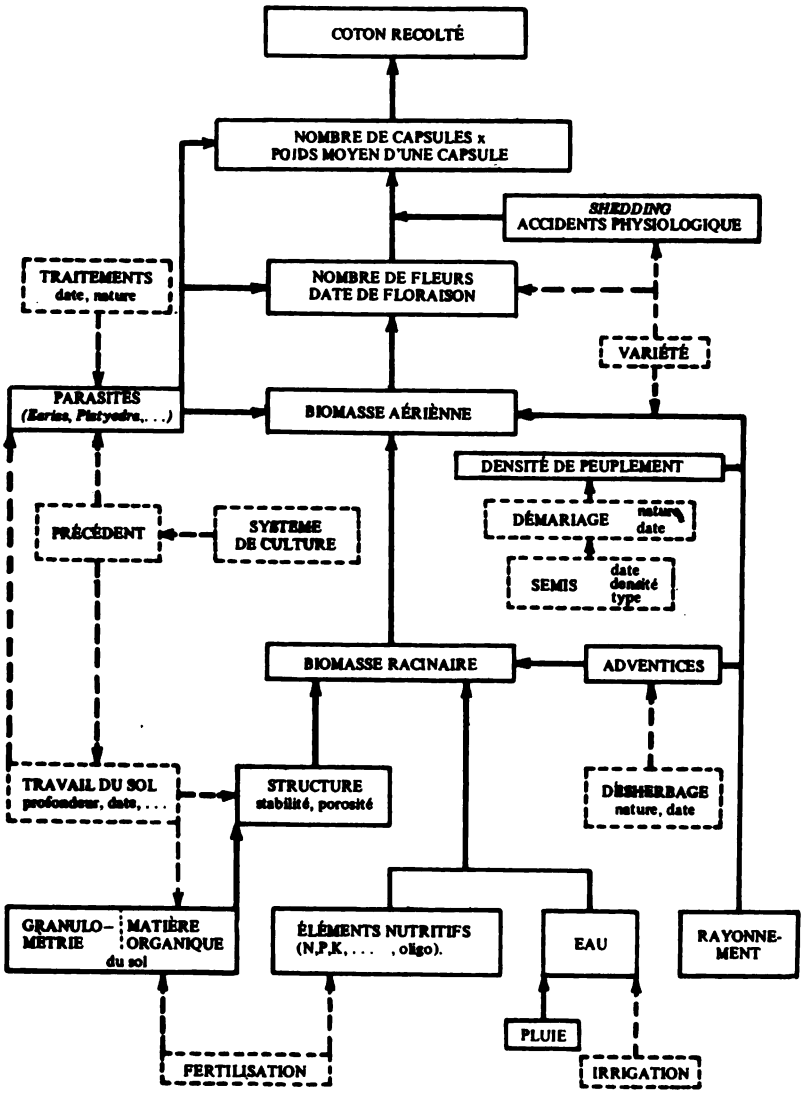


Fig. 1. Agrosystème du cotonnier à l'échelle de la parcelle.

TABLEAU N° 1. Variables étudiées.

	Rendements = 1 récolte début octobre
LE PEUPLEMENT	Nombre de pieds (à la levée, après démariage, à la récolte) Nombre de capsules par pieds (début septembre) Indice de précocité (début septembre) = $\frac{\text{Nbre de capsules ouvertes}}{\text{Nbre de capsules total}}$ *Shedding* (début septembre) = $\frac{\text{Nbre de cicatrices d'organes floraux}}{\text{Nbre total de fleurs + capsules}}$ Parasitisme (à la récolte) = $\frac{\text{Nbre de capsules attaquées par les vers}}{\text{Nbre de capsules formées}}$ Régularité du peuplement = indice de dispersion des pieds. $\frac{\sigma^2 \text{ variance nbre coton/m}}{\bar{X} \text{ Nbre moyen de pieds/m}}$ État nutritionnel (analyse des limbes foliaires: N,P,K en % de matière sèche) Étude de l'enracinement (dans la région d'Oued Rhiou)
LE SOL	Analyse granulométrique pH Matière organique totale et C/N Conductivité électrique (extrait 1/5) en mmhos P_2O_5 assimilable en ppm (Méthode Joret et Hebert) K et Na échangeable (en % de capacité d'échange) Capacité d'échange (en meq pour 100 g) Stabilité structurale (*test* à l'eau, benzène, alcool) Méthode Hénin
TECHNIQUES CULTURALES	Précédent cultural = nature, résidus enlevés, enfouis, incinérés? Fertilisation = quantités – période d'apport (N,P,K) Labour = type de charrue – nombre de labours – date Préparation lit de semences . nombre discage, hersage, roulage . billon – en plat Semis = date – manuel ou mécanique – paquet ou en ligne variété – densité resemis ou non des manquants Entretien de la culture Précocité du démariage (nombre de jours après semis) Nombre de binages et précocité du premier binage (nombre de jours après semis) Irrigation = oui ou non.

c. Résultats

On présente, d'abord la mise en forme des résultats et puis, leur traitement gobal.

1) **Mise en forme des résultats.** L'établissement des histogrammes, calcul des moyennes et examen des valeurs limites permet tent de décrire la situation puisque toutes les parcelles cultivées en coton ont été prises en compte dans cet étude. Mais, compte tenu de grand nombre des facteurs étudiés, on se limitera aux points importants.

a) Les techniques culturales. On a six niveaux d'analyse:

i) Des précédents. On note une dominante céréale dans l'ensemble des trois régions étudiées (55% des stations étudiées). La jachère occupe une place plus modeste (4%) à l'Est (région subhumide) qu'à l'Ouest (35% en zone semiaride). Les fourrages (trèfle) représentent 18% des précédents du tabac contre 5% à l'Ouest.
ii) Les résidus de récolte. Ils ne sont pas brûlés mais enfouis (dans 67% des cas, à l'Est du pays). Les études expérimentales ont montré que le brûlage des résidus est nécessaire pour lutter contre les parasites.
iii) Le travail du sol. On note que dans l'Est du pays (région d' Annaba), 58% des stations sont labourés à la charrue balance, ce qui permet un travail plus profond que la charrue à soc (42% des cas) ou à disque (58%), utilisées préférentiellement dans l'Ouest (région d'Oued Rhiou).
iv) Les semis. Ils sont effectués mécaniquement et à plat à l'Est du pays (Annaba), et manuellement et en billon à Oued Rhiou. Ils sont effectués en poquet ou en continu.

Deux variétés sont utilisées; une variété précoce, à fibre courte, Carolina Queen *(G. Hirsutum)* dans l'Est (Annaba) et FB 20 *(G. Barbadence)* à fibre longue, plus tardive dans l'Ouest du pays. La qualité des semences de FB 20 semble déficiente, puisque 79% des stations à Oued Rhiou et 52% à El Asnam ont été resemées. En 1972, 84% des semis ont été réalisés après le 10 avril; c'est-à-dire tardivement, contre 35% dans l'Ouest du pays. Les semis tardifs d'Annaba peuvent s'expliquer par les fortes pluies d'avril 1972.

v) Le démariage. On note que 13% de stations à Annaba et 5% à Oued Rhiou, ont été démariées moins de 45 jours après la levée,c'est-à-dire un démariage tardif. Alors que la compétition intraspécifique s'est manifestée et peut provoquer une chute de rendement.

vi) Les binages. Ils ont permi de lutter contre les mauvaises herbes (18% des stations à Annaba et 8% à Oued Rhiou ont eu plus de trois binages).

b) Les peuplements. Au Tableau N° 2, on a porté les principales caractéristiques des peuplements. On note qu'ils sont plus denses à la récolte à l'Ouest (Oued Rhiou) que dans l'Est du pays (Annaba). L'indice de dispersion rend compte de la régularité du démariage. Ainsi, à l'Oued Rhiou, 78% des stations présentent un indice ID < 0.20 alors qu'à Annaba, 39% des stations présentent un ID > 0.60; c'est-à-dire une plus grande irrégularité du démariage à l'Est qu'à l'Ouest du pays.

Sur la Fig. 2, on constate un nombre plus important de chutes de capsules *(shedding)* à Annaba qu'à Oued Rhiou, ce qui peut expliquer la faible fertilité des pieds, trouvée à Annaba (Tableau N° 2).

En ce qui concerne la précocité, malgré des semis tardifs, 30 % des stations possèdent un indice supérieur à 50 (plus de 50 % de fleurs transformées en capsules) à Annaba. La seule station qui dépasse l'indice 50, est à Oued Rhiou, à la même date.

TABLEAU N° 2. Caractères des peuplements.

	Annaba	El Asnam	Oued Rhiou
densité levée	16.8 p/m	11.7 p/m	15.6 p/m
après démariage	5.3 p/m	4.7 p/m	5.7 p/m
peuplement à la récolte (< 50 000 pieds)	51 %	33 %	23 %
fertilité des pieds (> 20 capsules par pied)	1 %	45 %	30 %

c) Caractères des sols. Globalement, les sols se caractérisent par leur fort pourcentage d'argile; ainsi 80% des sols d'Annaba, 70% d'El Asnam et 76% d'Oued Rhiou ont plus de 40% de cet élément.

Les tests de stabilité structurale de Henin montrent que les sols d'Annaba se trouvent généralement dans une zone de meilleure stabilité que les sols d'El Asnam et Oued Rhiou (Fig. 3). L'étude chimique montre que les sols d'Oued Rhiou, et, à un degré moindre, d'El Asnam possèdent une conductivité (extrait 1/5) plus forte que dans la zone d'Annaba. La présence de sel, *sodium* en particulier, explique leur mauvaise stabilité à l'Ouest du pays (9.7% de Na à Oued Rhiou, contre 1 9% en moyenne à Annaba).

d) Les rendements. On a ceux-ci en coton brut, pour les 3 régions étudiées, (cf. Fig. 4).

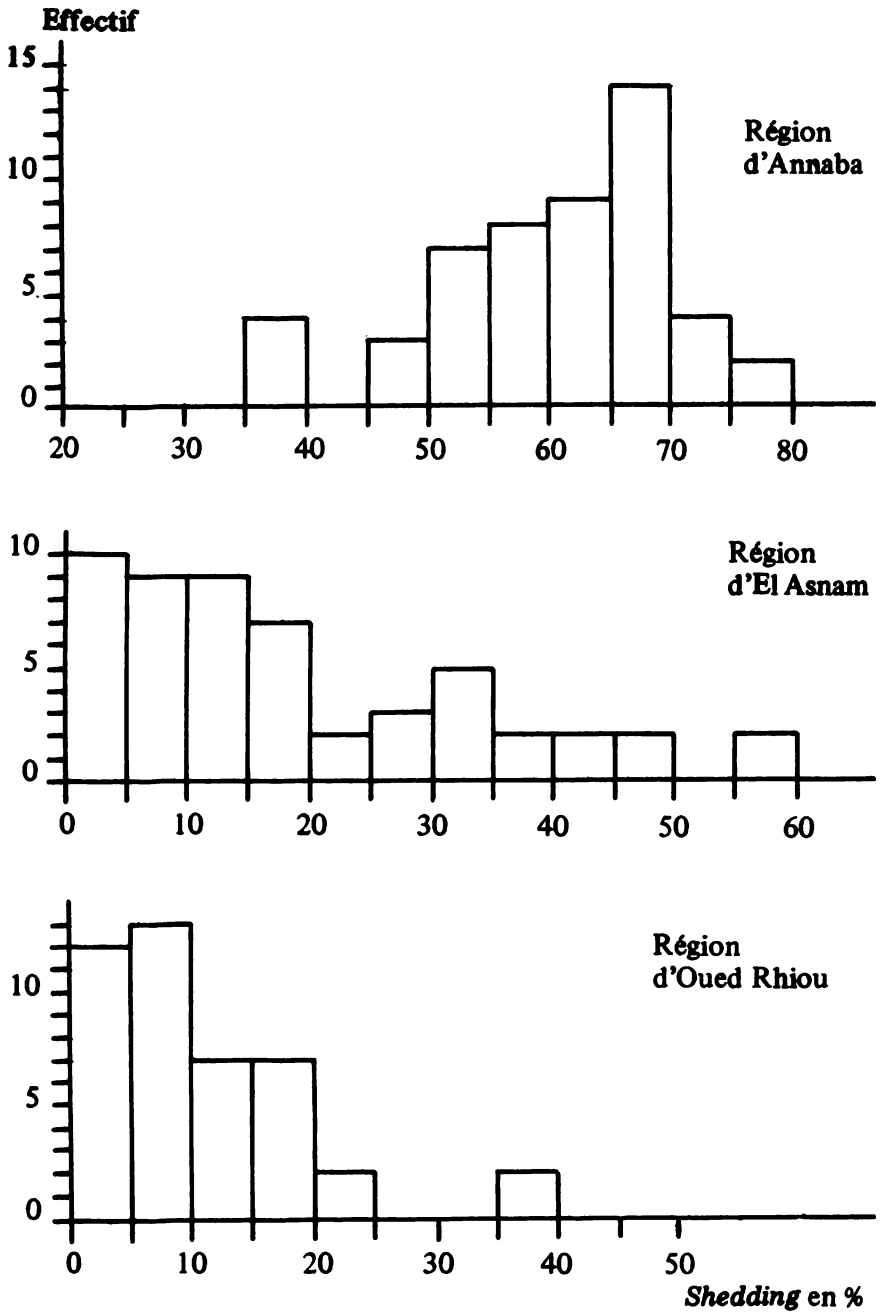


Fig. 2. Histogrammes des pourcentages de chute de capsules.

2) **Traitement global.** D'abord on a examiné les relations entre le rendement –variable à 'expliquer'– et les variables explicatives; pour l'ensemble des 3 régions étudiées. Cependant, on l'a vu, que chaque région possède des caractères spécifiques; type de sols, conditions climatiques, conditions culturales particulières (choix des variétés, type de semis, irrigation); ce qui a conduit à réaliser un traitement statistique particulier pour chaque région. On présente sommairement, les résultats des deux régions extrêmes, Annaba et Oued Rhiou.

a) Traitements globaux. On abordé par deux méthodes.

i) Régression simple. On a porté sur le Tableau N° 3 les valeurs des coefficients de régression multiple ai et des ti $= \frac{ai}{6i}$ calculés. Seules les variables x sont significatives au seuil de 5%. L'équation de régression calculée permet d'expliquer 85% des rendements ($R^2 = 0.85$).

On note, un effet négatif de la quantité de semence qu'il faut rapprocher de l'effet négatif du nombre de plants avant démariage. Cet effet des peuplements initiaux sur les placettes s'explique par la compétition intraspécifique agravée par les retards de démariage qu'on a soulignés.

Les apports d'azote ne semblent pas maîtrisés. Un effort total important peut défavoriser la production, par contre le fractionnement de l'azote se manifeste par un effet positif. Au niveau des plants, un accroissement de l'azote total correspond à un accroissement du rendement en coton brut. L'absorption de cet élément est cependant, liée à celle des autres éléments, P et K en particulier. Aussi on a représenté, pour la région d'Annaba, les équilibres nutritifs obtenus sur les différentes parcelles et les niveaux de rendements correspondants. On constate que dans la zone où:

N = > 60% de N + P + K dans les feuilles
K = 20.40% de N + P + K dans les feuilles
P = < 10% de N + P + K dans les feuilles

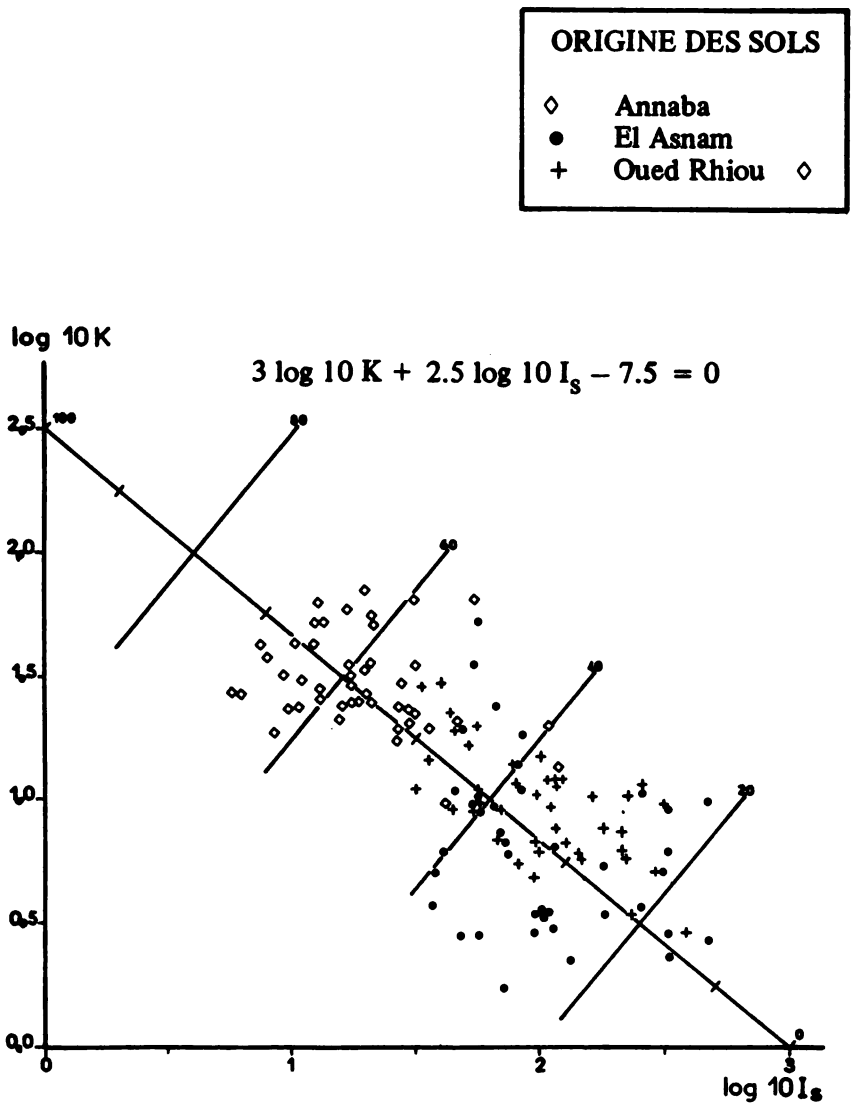


Fig. 3. Stabilité structurale des sols. (*Test* de HENIN et al).

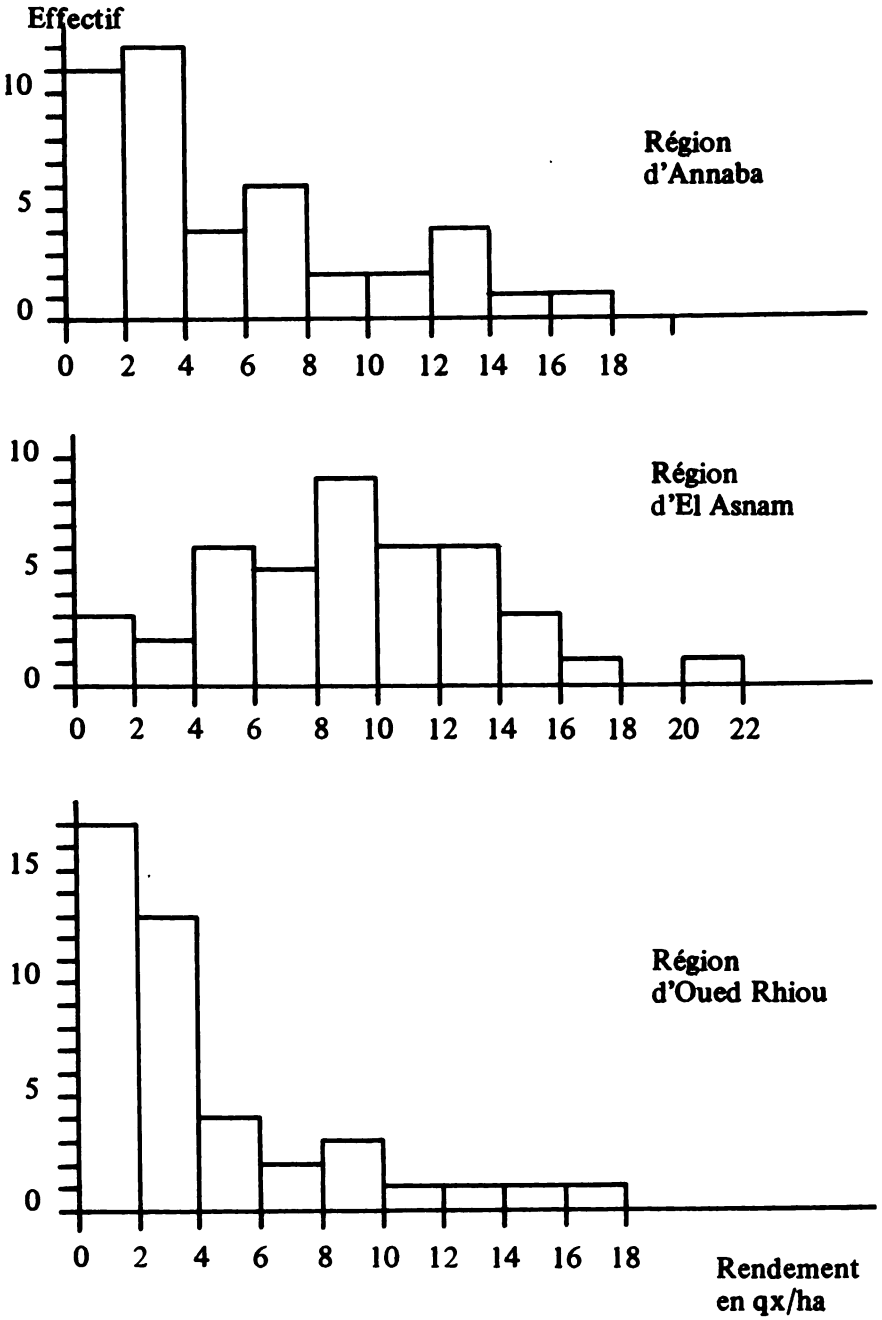


Fig. 4. Histogrammes des rendements en coton brut.

les rendements sont toujours supérieurs à la moyenne des autres. (Fig. 5).

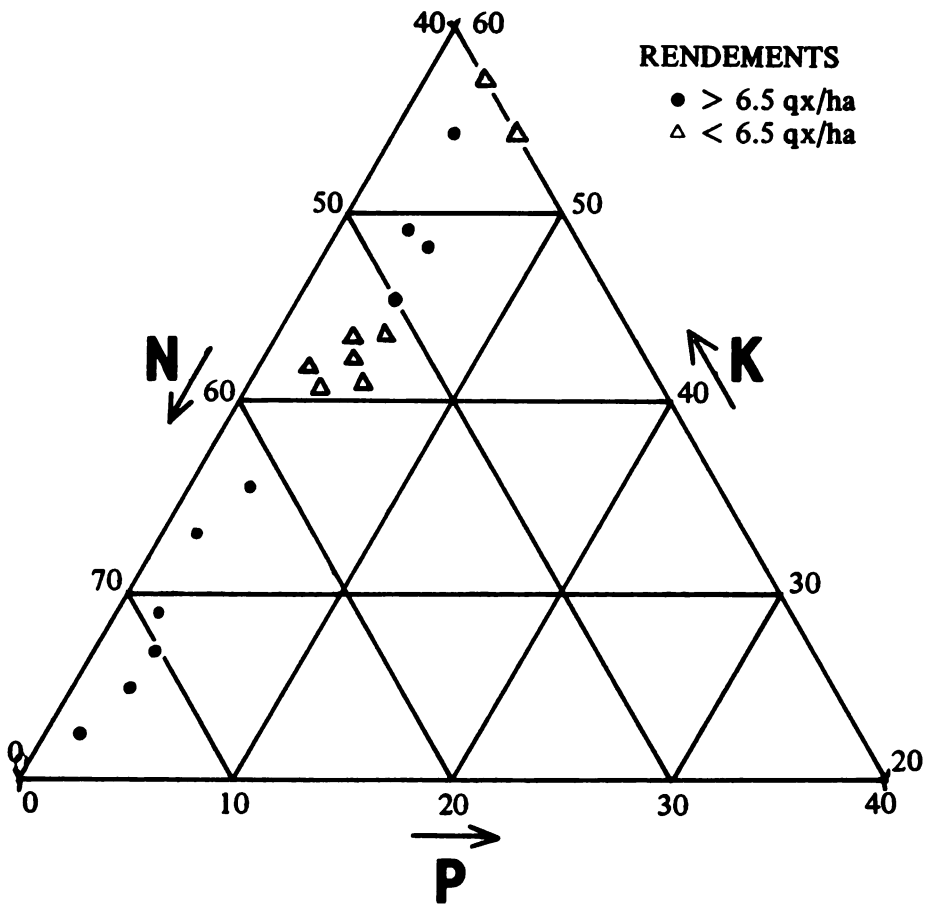


Fig. 5. Équilibre nutritif dans les limbes des feuilles de cotonnier (région d'Annaba).

L'effet du parasitisme sur les rendements s'est également manifesté négative de façon significative. En Algérie, on a noté, les dégâts de trois parasites principaux des organes fructifères; ***Earias insulana***, ***Heliothis armigera*** et ***Platyedra gossypiela***. Dans ce cas, c'était essentiellement le ver épineux qui était responsable des dégâts; ainsi à Oued Rhiou, 37% des stations avaient plus de 50% des capsules attaquées contre une seule à Annaba. Pary en Algérie et Lerumeur au Maroc ont montré que les plants les plus précoces peuvent échapper à la deuxième génération de parasites; ce qui peut expliquer qu'au Annaba où n'est récolté que *G. Hyrsutum* très précoce, les capsules détruites ont été moins nombreuses. Le parasitisme apparaît donc comme un problème essentiel, qui peut masquer l'effet d'autres facteurs.

La régression sous contrainte positive a montré que les variables; quantités d'azote au démariage, nombre de plants après démariage, teneur en azote de la plante, teneur en phosphore du sol et teneur en *sodium* de la plante, étaient liées positivement au rendement (de façon significative).

L'effet positif du *sodium* est inattendu. On dénote par ailleurs, une liaison négative significative entre les teneurs en *sodium* des plantes et le parasitisme ($r = -0.33$). On peut concevoir une perturbation de la nutrition des plantes parasitées, mais aussi sont les plantes qui possédent les plus fortes teneurs en *sodium* les plus résistantes aux parasites.

L'effet positif de la densité des plantes après démariage, s'explique par le fait que les peuplements ont des densités insuffisantes à la récolte; 51% des stations à Annaba (23% à Oued Rhiou) avaient des peuplements inférieurs à 50 000 pieds; alors que Pary (1961) estime que dans l'Ouest du pays le peuplement optimal doit se situer à 100 000 pieds par hectare.

ii) Analyse factorielle des correspondances. Cette méthode permet d'analyser variables quantitatives et qualitatives. On présente les résultats qui concernent les variables qualitatives en relation avec les rendements (Fig. 6). On note, que les traitements semis à plat, précoces, mécaniques, effectués après un labour à la charrue balance ou à disque, suivis de quatre à six passages de herses, se projettent près des rendements élevés; alors que les traitements semis en billon, moyens ou tardifs, suivis de zéro ou trois passages de herse, se projettent près des rendements moyens ou faibles. Le pourcentage d'explication de ce plan est de 52.6%.

Si l'on considère l'axe 1; ce sont essentiellement les modalités R Do1 (181), R Do3 (381), R Do2 (103) du rendement qui contribuent à l'inertie de cet axe. Au niveau des variables explicatives, les modalités semis à plat (121), mécanique (112), et manuel (41) ont les contributions les plus fortes à l'inertie de l'axe 1.

En ce qui concerne l'axe 2, ce sont les modalités RDo4 (419), et RDo7 (277), qui ont les plus fortes contributions à l'inertie de cet axe et pour les variables explicatives suivantes: Indice de dispersion ID_4 (57), nombre de plantes avant démariage (61), semis tardif (64), labour charrue à disque (54), semis en poquet (65), et précédent céréales (52).

Ces résultats montrent donc l'importance des conditions d'installation des peuplements; travail du sol, date des semis, type de semis, qui affectent les rendements à la récolte.

b) Traitement par région. Compte tenu des différences (milieu, techniques) qui existent entre les différentes zones, on a réalisé une analyse de manière à comparer les deux régions les plus opposées, Annaba et Oued Rhiou. Les résultats sont schématisés sur les Figs. 7 et 8.

Le parasitisme a un effet défavorable très net à Annaba ($r = -0.40$).

Equation rendement = -0.11, parasitisme + 7.7 (Annaba).

Le terme constant indique le rendement qui serait obtenu, si le parasitisme était maîtrisé (les autres facteurs restant à leur niveau actuel). On a examiné les liaisons entre rendement et

TABLEAU N° 3. Résultat de la régression simple.

I – Régression simple		
Variable	ai Coefficient	ti T de Student
Quantité de semence	– 5.71	– 2.11 (*)
Azote démariage	1.09	0.63
Azote totale	– 3.24	– 1.61 (*)
Phosphore	1.03	0.77
Potassium	2	1.78
Nombre de plantes avant démariage	–3.92	–1.02
Nombre de plantes après démariage	8.64	0.51
Indice de dispersion	0.83	1.17
Parasitisme	–8.44	–4.52 (*)
$Azote_F$	2.70	2.69 (*)
Teneur en élément du sol		
Azote	1.17	0.41
Phosphore	0.44	0.46
Texture du sol		
Limons fins	–5.02	–1.79
Limons grossiers	–6.41	–2.30 (*)

* Significatif 5 %
$R^2 = 0.85$
F de la régression: F = 3.97

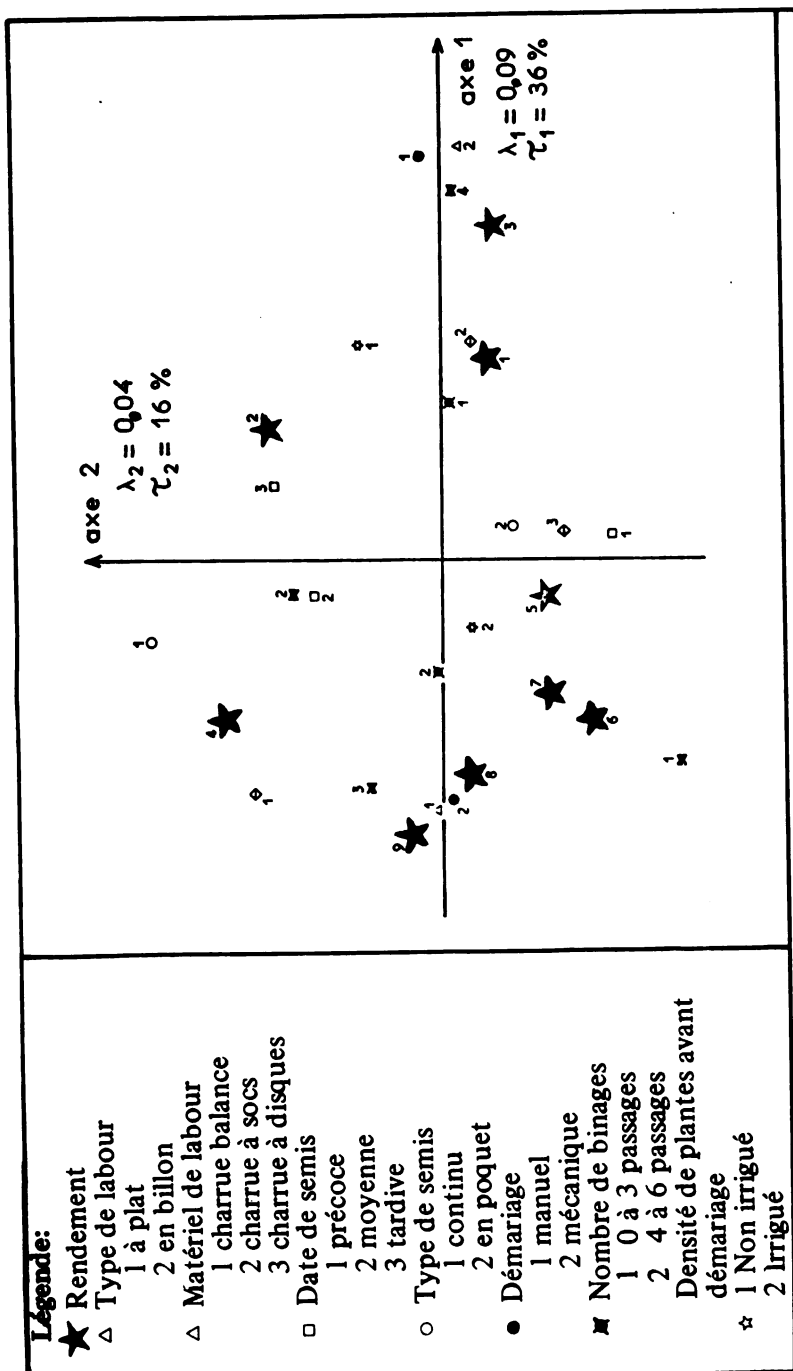


Fig. 6. Analyse factorielle des correspondances entre les rendements et les techniques culturales (partielle).

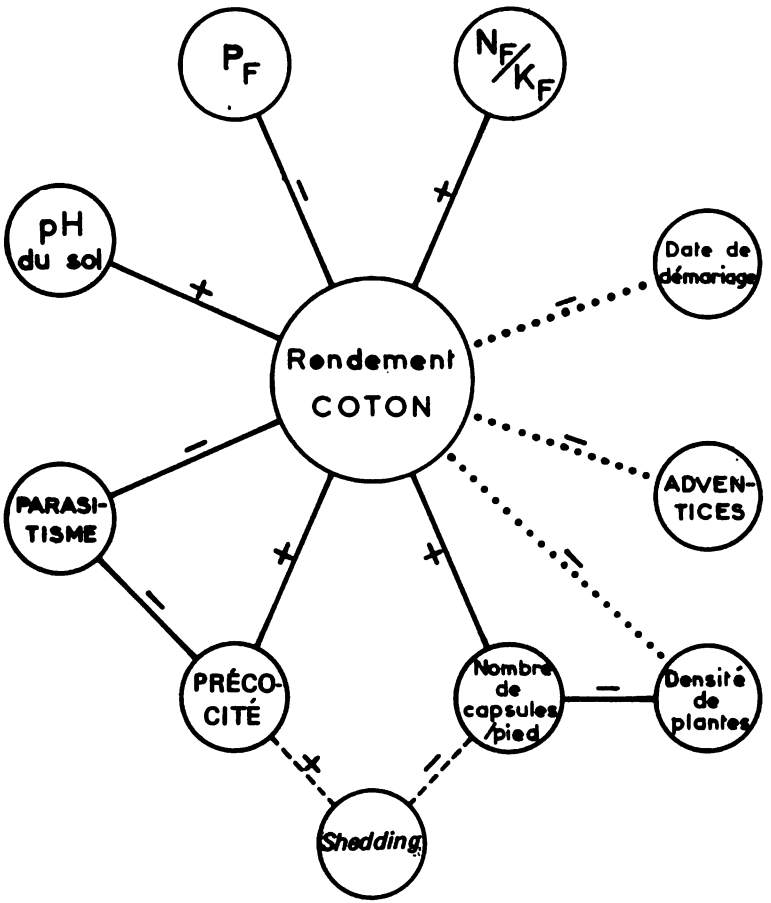
traitements phytosanitaires sans dégager aucune relation significative entre traitement (Aldrine) et rendement en coton brut; ce qui indique que les traitements sont mal maîtrisés. Le parasitisme est fortement lié à la précocité (r –0.40) à Annaba. On peut penser, pour *G. Hirsutum* (variété cultivée à Annaba), que les plantes les plus précoces, qui effectuent leur floraison avant la vague de parasitisme, échappent en partie aux dégâts; et les plantes parasitées perdent une partie de leurs boutons floraux et fructifères par '*shedding*'. Ceux-ci sont remplacés par une nouvelle génération de boutons floraux qui retardent la précocité.

La précocité est liée positivement au rendement (date de semis), ainsi que le nombre de capsules par pied. Par contre, le démariage tardif, et une densité excessive, variables qui expriment une compétition intraspécifique, de même que la présence de mauvaises herbes (compétition interspécifique) se manifestent par une chute des rendements.

En ce qui concerne la nutrition, le rapport $\frac{N}{K}$ dans les feuilles est liée positivement au rendement (r = 0.75), c'est-à-dire qu'à Annaba, une nutrition à dominante azotée semble favoriser les rendements. On n'a pas mis en évidence de liaison entre les variables caractéristiques de l'état physique des sols et les rendements.

A Oued Rhiou, on retrouve l'effet défavorable sur les rendements du parasitisme, d'un démariage tardif ainsi que d'une compétition du coton avec les mauvaises herbes. De même; on note que des teneurs élevées en azote dans les feuilles correspondent à des rendements élevés. Par contre, il y a un effet plus net des propriétés physiques des sols; les rendements sont liés positivement à l'indice de perméabilité K de Henin. Par contre, en rapport limon/argile élevé qui augmente, l'instabilité des sols, se manifeste par une diminution des rendements. On a remarqué que la région d'Oued Rhiou se caractérise par des sols de faible stabilité (Is = 11.86 et K = 0.96 faible en moyenne).

Cette mauvaise structure des sols doit agir sur l'enracinement. On a réalisé trente-sept profils racinaires à Oued Rhiou et on a noté la qualité de celui-ci, ainsi, un bon enracinement est dense et profond, et un mauvais enracinement produit des raci-



Légende:

N_F % d'azote dans les feuilles

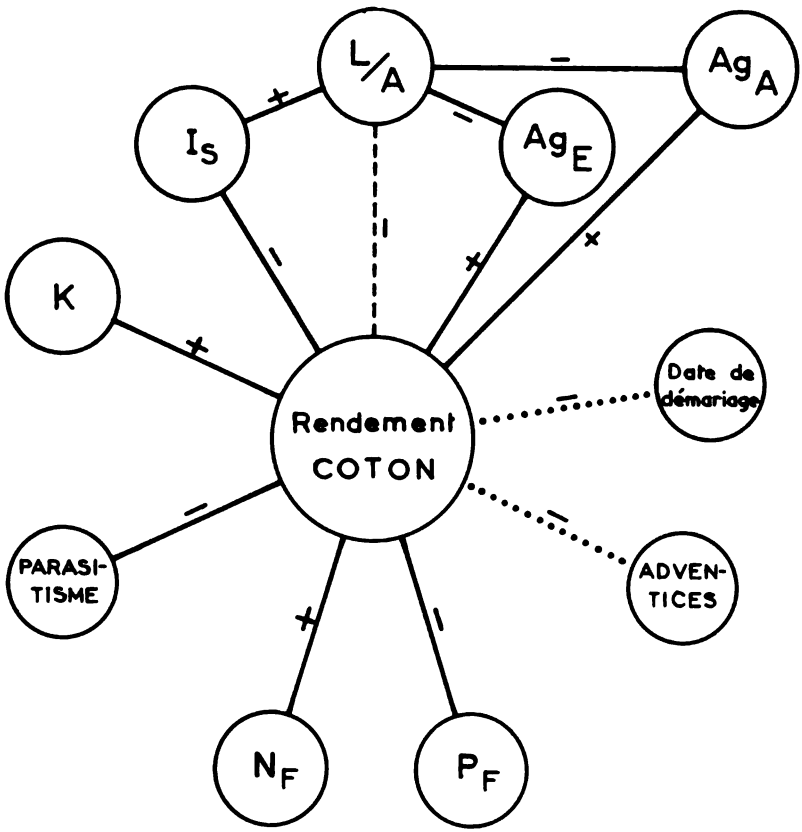
P_F % de phosphore dans les feuilles

K_F % de potasse dans les feuilles

Seuils de signification:

r	à	10 %	----
r	à	5 %	———
x^2	à	5 /%	.....

Fig. 7. Relations entre le rendement brut et les variables du milieu et de la plante (région d'Annaba).



Légende:

A % argile (< 2 u)
L % limons (2 à 50 u)
Ag_A % agrégats stables alcool
Ag_E % agrégats stables eau
I_S indice d'instabilité
K indice de perméabilité
N_F % d'azote dans les feuilles
P_F % de phosphore des feuilles

Seuils de signification:

r à 10 % – – – – –
r à 5 % ———
x^2 à 5 % . . . . . .

Fig. 8. Relations entre le rendement brut et les variables du milieu et de la plante (région d'Oued Rhiou).

nes traçantes, superficielles et peu développées. (cf. Tableau N° 4).

TABLEAU N° 4. Qualité de l'enracinement à Oued Rhiou.

	Agrégat stable Benzène (AGB) 1.61	Agrégat stable Benzène (AGB) 1.61	
Bon enracinement	3	8	11
Mauvais Enracinement	19	7	26
	22 $X^2 = 6.72$	15	37

Les sols de faible stabilité structurale (AGB < 1.61) se manifestent donc par un enracinement déficient, ce qui explique l'importance des travaux du sol déjà signalés.

En conclusion de l'étude au niveau de la parcelle, on a dénoté que de nombreuses insuffisances techniques: lutte antiparasitaire mal conduite, semis et démariages tardifs, variété mal adaptée, fertilisation mal équilibrée, expliquent les mauvais rendements moyens obtenus en 1973 (5.52 à Annaba, 9.03 à El Asnam et 3.95 q x ha à Oued Rhiou). On s'est demandé alors, quelles étaient les causes de cette mauvaise maîtrise de la culture du coton; s'agissait-il d'une connaissance insuffisante des chefs de culture, auquel cas il fallait envisager une campagne de formation? , ou (et) s'agissait-il de négligences liées à une mauvaise acceptation de cette culture par les ouvriers des domaines autogérés? Dans ce cas, il fallait en déterminer les raisons avant d'envisager les mesures susceptibles de remédier à la situation. Pour pouvoir répondre à ces questions, on a poursuivi l'analyse au niveau de l'exploitation par rapport aux variables relatives au système de production.

ANALYSE DE LA PRODUCTION AU NIVEAU DE L'EXPLOITATION

Les données relatives aux exploitations ont été recueillies auprès des directeurs, des chefs de culture, des présidents des domaines. Les résultats présentés concernent les dix-sept exploitations qui cultivaient le coton dans la région d'Annaba, en 1973.

Les variables utilisées afin de décrire le système sont: la SAU, la surface semée et récoltée en coton, les assolements pratiquées (maraîchage-SAU, céréales-SAU, fourrages-SAU, légumes-SAU), nombre de jours de travail (ouvriers permanents)/ha, nombre de jours de travail (ouvriers temporaires)/ha, nombre de tracteurs-/100 ha; durée et date de fin des semis, fin démariage, apports d'engrais, irrigation et traitements du coton.

On a analysé les relations entre ces variables et les rendements en coton obtenus sur les domaines (Fig. 9) et on a constaté:

a. Une liaison négative entre les rendements en coton et les surfaces semées de ce produit. Sur la Fig. 10, on a deux groupes de domaines:

1) les domaines ayant une surface inférieure à 25 ha où les rendements sont supérieurs à 5 q x/ha;
2) les domaines ayant des surfaces en coton supérieures à 25 ha et des rendements inférieurs à 5q x/ha. La surface semblait donc, en 1973, être un facteur limitant (x^2 = 13.2).

Cependant, ce critère n'est pas pleinement satisfaisant; on conçoit qu'une 'surface' ne posera pas le même problème suivant qu'on aura une forte ou une faible SAU. Pour les domaines ayant une surface semée en coton supérieure à 25 ha, les rendements diminuent avec l'accroissement du pourcentage de la SAU occupée par le coton (r = −0 67).

b. Des liaisons entre les rendements en coton et les moyens humains et matériels.

1) L'étude des relations entre le nombre de journées de tra-

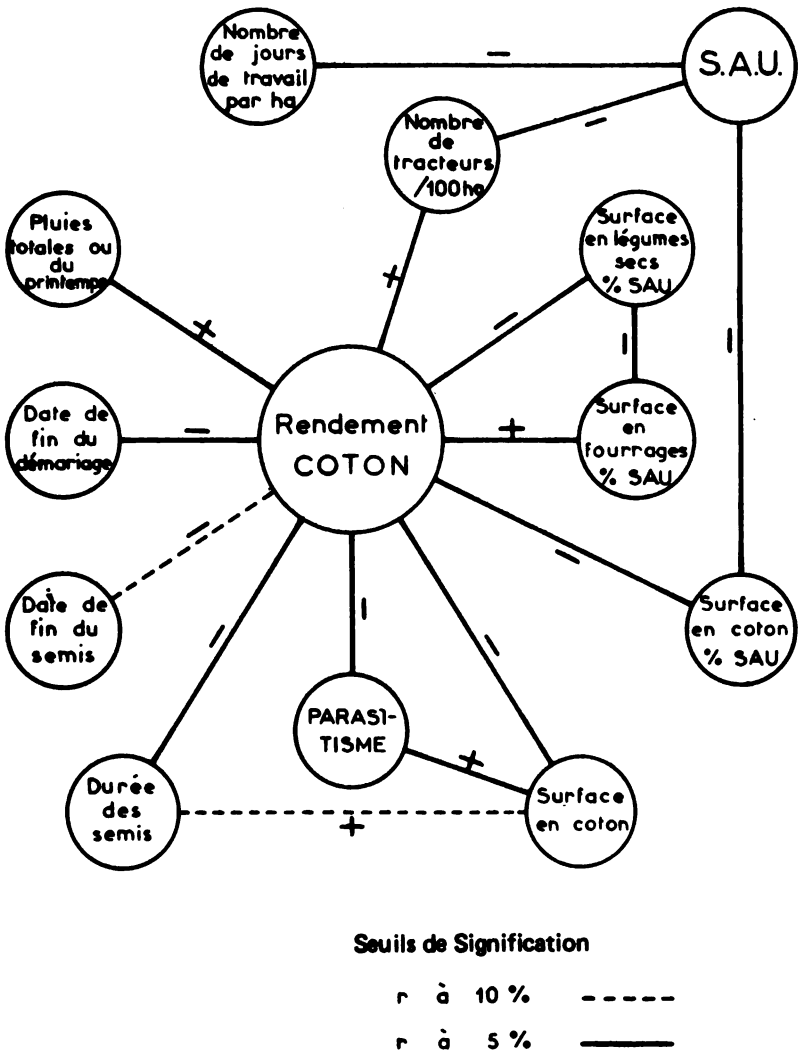


Fig. 9. Relations rendement – système de culture (région d'Annaba).

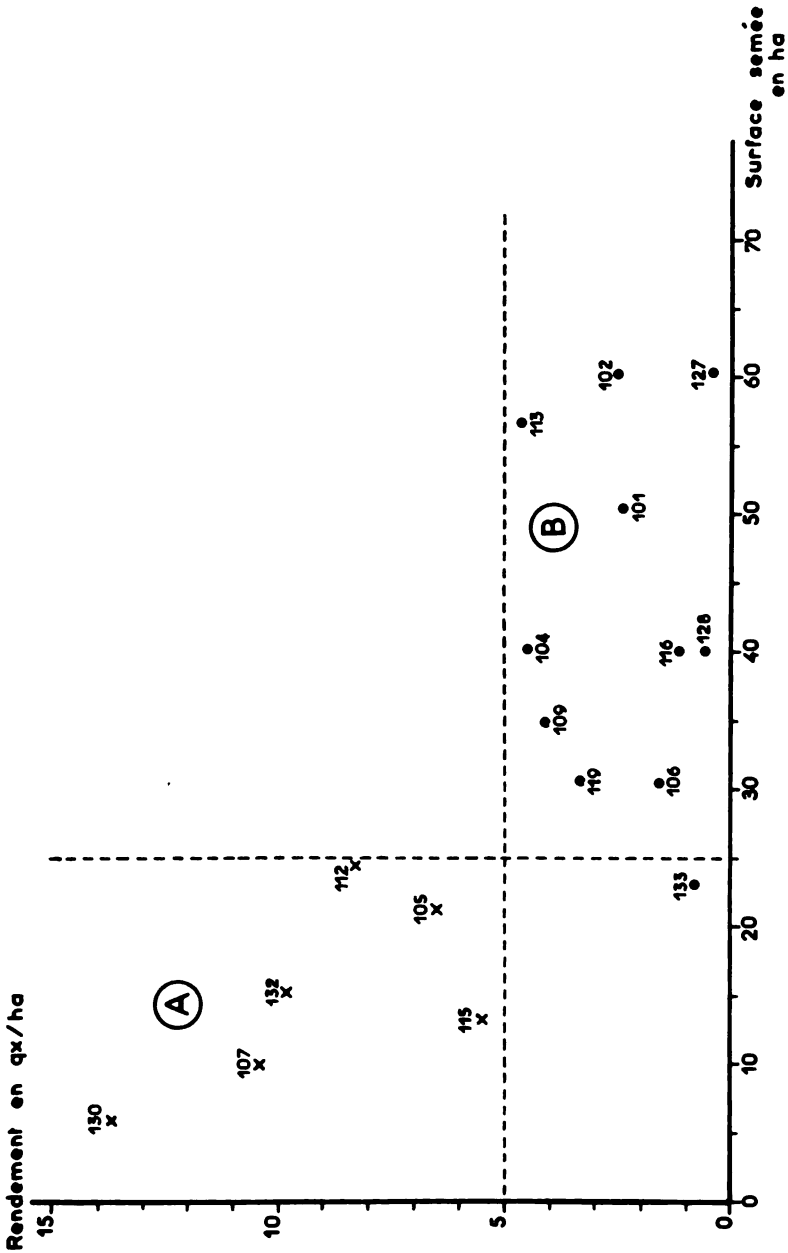


Fig. 10.Relation entre le rendement et la surface semée en coton.

vail par ha, le nombre de machines pour 100 ha et le SAU, montre qu'il existe une corrélation négative significative (au seuil de 5%) entre la SAU et les deux autres; c'est-à-dire, que la production devient 'extensive' avec l'accroissement de la SAU.

2) L'étude des relations, rendement en coton – nombre de tracteurs pour 100 ha. Ces deux facteurs sont corrélés positivement (au seuil 5%); ce qui peut s'expliquer par l'impossibilité de réaliser au moment précis les travaux culturaux, par suite de l'insuffisance en matériel des domaines. Ce facteur limitant sera d'autant plus important que les conditions climatiques seront difficiles pendant les périodes de réalisation des travaux culturaux. On n'a pas relevé de relation entre facteur main-d'oeuvre disponible et les rendements,

3) Réalisation des travaux. Les moyens humains et matériels conditionnent les dates et durées des travaux; de semis, démariage, récolte. Cet effet sera d'autant plus grand que les surfaces à traiter seront importantes. On note, comme on pouvait s'y attendre, que les durèes de semis sont plus longues lorsque les surfaces sont plus étendues (corrélation positive significative). Lorsqu'on examine les effets de ces facteurs sur la production de coton, on dénote une corrélation négative entre les rendements et la durée du semis, d'une part; et la fin du démariage, d'autre part. Un semis ou un démariage étalés, qui correspondent à des interventions tardives sur une partie des surfaces cultivées en coton provoquent une baisse de production.

c. Parasitisme. On a signalé la corrélation négative entre les rendements en coton et le pourcentage de coton parasité. Il y a également, une liaison positive entre le pourcentage de coton parasité et les surfaces plantées en coton. On peut donc se demander si, quand les surfaces à traiter sont importantes, les moyens disponibles ne sont pas insuffisants. Il est également possible que les grandes surfaces favorisent la pullulation des insectes parasites du coton.

On a tenté de dégager les liaisons entre les époques de traitement et leur efficience exprimée par les rendements obtenus (tests de X^2). Le calcul montre des liaisons significatives entre rendements en coton et nombre de traitements pendant la floraison (X^2 = 9.94 ddl 3); et rendements en coton et nombre des traitements après floraison (X^2 = 10.74 ddl 3). Les

traitements effectués à ces périodes doivent être particulièrement soignés.

d. Assolement. Compte tenu de l'insuffisance de certains facteurs de production, on a examiné les interactions entre les différentes cultures de l'assolement. En 1975 il n'y avait pas aucune relation entre les rendements en coton et les surfaces en céréales ou arboricoles. Par contre, le calcul des coefficients de corrélation montre qu'il existe une relation significative négative entre les rendements en coton et les surfaces occupées par les légumes secs (exprimées en % de la SAU) (Fig. 11). Il semble qu'il y a compétition de ces deux cultures vis-à-vis des disponibilités des facteurs de production (en matériel ?), ce qui doit être rapproché des calendriers culturaux. Il paraît que les domaines privilégient la culture des légumes secs aux dépens de celle du coton. Lorsqu'on examine, les relations entre rendement en coton et surface fourragère; on note que les rendements en coton augmentent en même temps que les surfaces fourragères (exprimées en % de la SAU), ce qui peut s'expliquer par le fait que les cultures fourragères (essentiellement la vesce avoine) possèdent un calendrier cultural qui s'intercale à celui du coton.

Ainsi, l'insuffisance des moyens disponibles (matériel en particulier) a pour conséquence; surtout quand les surfaces cultivées en coton sont importantes; un étalement des semis et un retard dans les opérations de démariage. D'autre part, compte tenu de l'importance de parasitisme, les traitements phytosanitaires semblent partiellement inefficaces, ce qui peut s'expliquer par la difficulté de traiter au moment précis toute la surface avec les moyens disponibles. Certaines cultures, comme les légumes secs, rentrent en compétition avec la culture du coton, alors que les cultures fourragères sont compatibles avec cette culture. Lorsqu'il y a compétition, les domaines autogérés affectent des moyens disponibles, insuffisants, aux cultures de légumes secs.

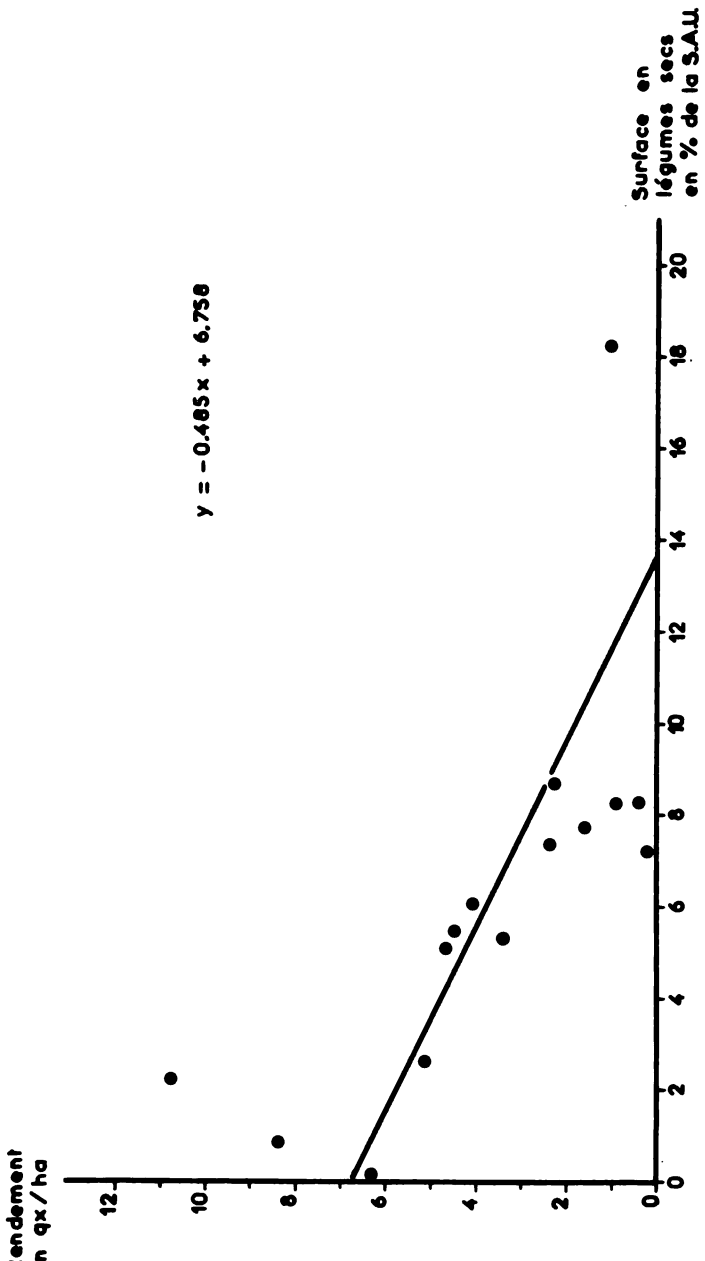


Fig. 11.Relation entre le rendement en coton et la surface en légumes secs.

ÉTUDE ÉCONOMIQUE

L'étude du système de culture dans la région d'Annaba a été complétée par la recherche au niveau économique réalisée sur l'ensemble des domaines cotonniers par Marsal (37 domaines dans les trois régions). Elle s'est attachée à l'analyse des résultats économiques en prenant en compte: le produit brut total, le marge brute totale, le produit brut à l'ha, le marge brute à l'ha, et les charges proportionnelles.

Au niveau statistique, outre le calcul des coefficients de corrélation de Pearson, les liaisons entre variables sont étudiées par l'analyse factorielle en composante principale. Le critère d'efficience économique est la marge brute du coton (différence entre le produit brut du coton et les charges proportionnelles). Compte tenu des différences de superficie, c'est la marge brute par ha qui est le critère le plus intéressant.

L'étude montre que le coton est une culture déficitaire dans tous les domaines étudiés (la marge brute / ha va de – 2102 DA à – 390 DA avec une moyenne de – 1150 DA).

Les premiers responsables de ces résultats négatifs sont les produits phytosanitaires (284 DA en moyenne), mal utilisés. Ils n'agissent pas sur le rendement et dans ces conditions, les domaines qui traitent le plus sont les plus défavorisés (augmentation de charge sans augmentation de produits).

Il n'y a pas de relation significative entre niveau de fumures et les rendements en coton (coûts moyens engrais 187 DA). La fertilisation azotée en particulier est mal maîtrisée. Il semble y avoir concurrence entre cultures intensives (maraîchères) et culture de coton, les domaines qui développent davantage celles-ci pratiquent les plus faibles fumures azotées sur le coton.

On note que l'irrigation a un effet positif puisque les rendements moyens en culture irriguée sont 6.8 q x ha contre 3.5 qx en sec. Cependant, s'accompagne d'accroissement de charges qui en annule l'effet au niveau de la marge brute.

Ainsi, produits phytosanitaires et engrais mal utilisés peuvent accroître les charges sans améliorer les rendements et apparaîssent

comme des causes importantes des résultats économiques. Ainsi, en 1973, les domaines qui ont réalisé les moins mauvais résultats économiques sont surtout ceux qui ont comprimé leurs charges de production. Globalement, avec les rendements moyens de 1975, il faut un prix de 330 DA (triple du prix payé en 1973) pour équilibrer charges et produit.

CONCLUSION

L'analyse menée à différents niveaux, à différentes échelles (parcelle, exploitation) permet une interprétation globale de la situation. Les erreurs techniques constatées au sujet des parcelles peuvent être dues:

† à une qualification technique insuffisante des chefs de culture. Dans ce cas, la solution réside dans une action de vulgarisation;
† à des freins subtiles de nature socio-économique. Dans ce cas, la solution se donnerait dans les structures économiques et les prix.

Une étude réalisée par le laboratoire de sociologie de l'I.N.A. a montré que les les chefs de culture des domaines connaissaient bien les techniques culturales du coton (date de semis, densité, date de démariage, dose d'engrais).

L'examen des relations entre les rendements et des facteurs caractéristiques des systèmes de production, montrent que ceux-ci sont meilleurs lorsque, l'assolement comprend une dominante 'fourrages' que lorsqu'il comprend des surfaces à dominante 'légumes secs' qui peuvent être autoconsommés. Ainsi, si les moyens matériels sont insuffisants, les ouvriers des domaines semblent affecter, de façon prioritaire, les moyens disponibles (engrais, matériel) aux cultures autoconsommables. Ils ont des directives relatives à la culture du coton, et réalisent les opérations prévues par les plans agricoles, mais avec retard. Il s'ensuit que les domaines cumulent les inconvénients. Les dépenses sont effectuées mais par suite des retards; on ne constate pas les améliorations de rendements souhaitées. Cette tendance est accentuée par le fait que les prix du coton, payés par la coopérative sont insuffisants, même lorsque les résultats sont favorables

(15 qx/ha). Ces observations ont conduit les responsables de l'agriculture à accroître sensiblement le prix du coton payé par les coopératives, et à laisser une grande liberté aux domaines dans le choix des surfaces semées en coton.

BIBLIOGRAPHIE

1. CONESA, A. P., M. ROUX, P. BAILLON, et al. Étude globale de la culture de la betterave à sucre sur le périmètre du Haut Cheliff; analyse factorielle des correspondances; analyses en régression. In Annales Agronomiques. France, 1975–1976. 25(6): 709–740, 27(1):61–84.

ESSAI D'ÉLABORATION D'UN SYSTÈME MARAÎCHER INTENSIF EN ZONE TROPICALE DE BASSE ALTITUDE.

P. Daly (*)

INTRODUCTION

Les cultures traditionnelles Canne et Banane régressent en Martinique, comme d'ailleurs sur l'ensemble des Iles Antillaises. La diversification des spéculations est depuis quelques années une nécessite, surtout les cultures légumières.

Elles sont pratiquées depuis les débuts de la présence européenne, mais de façon plus intense il y a une vingtaine d'années. Devenues un des volets du développement, elles devraient permettre, de fixer à la terre un certain nombre d'agriculteurs, de satisfaire la demande en produits frais des populations et des touristes, et d'augmenter le tonnage et la valeur des produits exportables.

(*) I.R.A.T., Guadeloupe.

Le propos, de cette communication est d'essayer de mettre en lumière un nombre de freins techniques et agroclimatiques qui, limitent le développement de ces espèces, et d'analyser le fonctionnement d'un schéma possible d'exploitation maraîchère.

SYSTÈMES MIXTES DE PRODUCTION

Ils sont divers:

a. Cultures intercalaires

Il est courant d'associer à la culture de la banane, certaines cultures maraîchères: tomate, haricot, laitue, concombre et choux. Mises en place, dès la plantation des bananiers, ces espèces à cycle court (moins de trois mois en terre) ont le temps de végéter normalement et d'être récoltées avant que l'ombrage bananier ne soit préjudiciable. Ces cultures bénéficient d'un certain nombre d'entrants d'une culture intensive: amendements, fumures et mécanisation des gros travaux (labour et billonnage).

Par contre, les désherbants sélectifs sont difficilement utilisables. La banane est sensible à la plupart d'entre eux; les entretiens manuels sont les seuls possibles. Les traitements insecticides et nématicides complémentaires sont indispensables, car les applications localisées autour des souches ne recouvrent qu'une partie limitée du sol en place.

Dans ce système intensif d'occupation du sol; 20% des coûts de production sont répartis sur la culture bananière. La plupart du temps, ce système est pluvial, les cultures se pratiquent en zone humide aux périodes climatiques favorables (plantation de janvier à avril selon les zones).

Ce système permet un emploi de la main-d'oeuvre laissée libre après plantation des bananiers, ou à des agriculteurs sans terre de produire sans frais excessifs. Même, sans irrigation, en sol et climat propice (Nord de l'Île) les rendements sont d'un haut niveau.

b. Culture itinérante (la tomate)

Depuis quelques années, elle est cultivée en Martinique, en culture pluviale. Les variétés utilisées, à gros fruits, sont toutes sensibles au *Pseudomonas*. Les mises en place se pratiquent, soit en début de saison des pluies, soit en fin de saison des pluies; novembre à basse altitude, jusqu'en mars-avril à haute altitude. Ces cultures traditionnelles s'effectuent sans beaucoup d'entrants, si ce n'est pas le travail manuel de l'agriculteur.

Les rendements sont relativement faibles, sauf exception, car les fumures sont limitées, les traitements acaricides et nématicides inexistants. Par contre, l'usage des insecticides et fongicides se développe. Ce système est lié aux risques de la culture dans un milieu qui peut-être infesté par le *Pseudomonas*. En effet, les vertisols calcaires ne sont pas représentés en Martinique (une centaine d'hectares sans irrigation). Aussi peut-on considérer l'Île, comme sujette au flétrissement bactérien, dont le niveau est correlé à l'intensité de la pluviométrie. Les zones à climat sec, une partie de l'année (isohyète 50 de janvier à mai), sont des zones à moindre risque (Sud-Est et Nord-Ouest).

L'irrigation, facteur essentiel d'intensification des cultures maraîchères dans ces zones tend à amener à une augmentation des dégâts dûs au *Pseudomonas*.

Si sur la Station de Sainte-Anne aucune mortalité n'a été signalée depuis l'installation de l'irrigation, en 1972 par contre les bactéries se sont vite développées au Vauclin. Dans cette plaine, seules les variétés hautement tolérantes peuvent être cultivées. En zone Nord-Ouest (de Case-Pilote au Prêcheur) les parcelles qui ont porté plusieurs cycles sont devenues impropres à la culture des variétés sensibles. Ce haut risque rend hasardeux le choix de certaines techniques: taille, tuteurage et fortes fumures.

Quelle place peuvent prendre les variétés tolérantes, actuellement disponibles sur le marché? Dans certaines zones, elles flétrissent aussi. (Sur les vieilles parcelles maraîchères de Morne-Vert, des Pitons du Carbet, on a compté 100% de flétrissement avec les variétés *Vénus*, *Carengue*, *Carette*). D'autre part, la qualité de leurs fruits est inférieure à celle des variétés sensibles. Aux périodes de pleine production (février à avril), ils sont difficiles à commercialiser. Ces varié-

tés ne peuvent être mises en culture qu'au début avril, afin de pouvoir commercialiser leurs fruits en mai-juin, à une période de cours rémunérateurs.

On pense qu'actuellement l'intensification peut porter sur des points précis et limités: fabrication de plants en terre indemne de bactéries et de nématodes après désinfection à la vapeur, traitements systématiques contre le *Vasates lycopersici*, agent de la maladie bronzée. Chez des agriculteurs de Beauregard au Carbet on a augmenté la production de 18% par deux traitements et de 75% par six traitements.

c. Association élevage-maraîchage

Dans le Sud-Est de la Martinique, les grandes superficies, plus de 5 000 ha abandonnées par la canne à sucre sont occupées par des savanes naturelles et de plus en plus par des savanes améliorées *(Digitaria decumbens)* et des fourrages de fauche *(Sorgho)*. Sur ces sols à forte teneur en argile, mais chimiquement riches et équilibrés, la culture de certaines espèces peut s'insérer dans le cycle de renouvellement des parcelles de *Digitaria*.

Les essais conduits depuis quelques années dans le cadre de la mise en valeur du Sud-Est ont permis, d'arrêter le choix sur les espèces les mieux adaptées: melon, tomate, pastèque et aubergine. La longueur du cycle de l'aubergine (six à huit mois) et leurs nécessités de commercialisation (marchés d'exportation en pré-saison, de mars à juin, et en contre-saison, d'octobre à janvier-février,) ont obligé à préparer les sols en début de saison des pluies. Les autres espèces ne peuvent pas être mises en place avant janvier – février. La texture des sols rend difficile tout labour avant l'installation de la saison sèche. Le temps d'occupation ne sera que dè cinq à six mois par an, sur une parcelle fourragère en fin de production (cinq ou sept ans?) et avant la replantation de début de saison des pluies (juillet).

Sur une exploitation d'élevage, la main-d'oeuvre est limitée et les espèces faibles utilisatrices, telles le melon et la pastèque peuvent s'insérer. La culture de la tomate, plus exigeante ne sera pratiquée que si les possibilités en main-d'oeuvre occasionnelle, existent. Les

mises en place tardives ont conduit à des récoltes aux périodes de cours intermédiaires (cinq – francs sortie champ en mai-juin).

SYSTÈME MARAÎCHER INTENSIF

Le morcellement de grandes propriétés et la pression politique ont conduit à la mise en place de propriétés, dites à vocation maraîchère, situées dans différentes zones écologiques de l'Île. Certaines bénéficient de réseaux d'irrigation collectifs: périmètre du Sud-Est, périmètre du Prêcheur et de Micolo Plaisance en côte Nord-Caraïbe. Certaines contraintes ne permettent pas une couverture permanente ou rentable du sol, et limitent la localisation géographique de telles exploitations maraîchères.

a. Contraintes permanentes

1) La texture des sols. Les sols sont argileux: vertisols magnésiens et sols fersiallitiques. Ils ne peuvent être travaillés q'une partie de l'année. De juillet à décembre, les travaux du sol sont arrêtés; mais s'ils peuvent être effectués de façon intermittente les plants doivent être mises en place dans un milieu peu aéré mais leur développement sera faible et leur production médiocre. Seuls les sols sur cendres et ponces volcaniques récentes ont permis le travail du sol tout le temps.
2) L'état chimique des sols. Les sols fersiallitiques du Centre (communes du Robert, Lamentin, François, Saint-Esprit et Ducos) sont acides, le **ph kcl** est aux environs de 4. La quantité d'aluminium échangeable est élevée, 15 à 30 meq/100 gr. Ces sols ne sont pas propices aux cultures maraîchères, les rendements y sont faibles et même les plantes ne se sont pas developpés principalement les choux, choux-fleurs, laitues, aubergines, melons et pastèques.
3) L'environnement climatique. Les espèces légumières cultivées en Martinique ont des exigences de température et d'humidité diverses qui limitent leur extension géographique et la régularité de leur production au cours de l'année.
4) L'environnement sanitaire. On a évoqué, dans le cas de la tomate, la situation provoquée par la présence de *Pseudomonas*. D'autres parasites ont limité les rendements de certaines espè-

ces, comme le virus de la mosaïque de la pastèque souche 1 sur courgette en toutes situations géographiques, le virus sur pastèque et melon en zone Nord-Caraïbe et les virus Y et *Tobacco* sur piment doux en zone Nord-Caraïbe.

Ces risques d'infestation virale ont obligé à une preparation des plants en enceinte grillagée afin de retarder l'infection. Les bactéries du genre *Xanthomonas* sur diverses espèces (haricot, poivron, tomate et choux) sont plus virulents en zones humides et en saison des pluies. Les dégâts peuvent être importants.
5) La topographie. Les cultures maraîchères sont mises en place sur des terrains à pente. Dans ces conditions, la mécanisation est difficile, voire exclue. Les temps de travaux deviennent prohibitifs et le coût unitaire de la production est élevé. Les augmentations du côut de la main-d'oeuvre obligent à une mécanisation intermédiaire des travaux culturaux; à l'exception des récoltes.

Il est indispensable que les parcelles maraîchères aient une pente pour permettre cette mécanisation intermédiaire: motoculteur, petir tracteur à deux ponts pour l'exécution des travaux de préparation et d'entretien du sol.

b. Contraintes induites par l'intensification

1) Contraintes d'ordre sanitaire. Dès le début le maraîcher se trouve confronté au développement des parasites: nématodes (*Méloïdogyne*, principalement), insectes du sol (*Courtillères* et *Larves* de *noctuelles*), *Champignon du sol* (*Sclérotium rolfsii*, *Rhizoctonia solani* et *Mycosphaerella melonis*) et bactéries (*Pseudomonas solanecearum*). Une désinfection du sol est nécesaire.
2) Contraintes d'ordre agronomique.

a) Baisse de la richesse en matière organique: Sur sables et ponces du Prêcheur en Côte Nord-Caraïbe, on a mesuré sur une culture de concombre un gain de production de 50% (30 à 45 tonnes/ha) pour un apport des 45 tonnes à l'hectare de fumier. Cet apport entraînerait une augmentation de la marge nette de 7 000 à 15 000 francs à l'hectare.
b) Destruction de la structure du sol: Au bout d'un an sur sables et ponces, on a constaté une augmentation du tas-

sement du sol sous irrigation. Le paillage est à expérimenter. Les outils de préparation et d'entretien doivent-être adaptés (l'utilisation du *rotavator* doit-être limitée).

c) Le développement des adventices: Il est accéléré. Les entretiens du sol doivent-être fréquents: les sarclages manuels sont pratiqués deux fois par mois. L'usage des herbicides serait indispensable, mais l'adaptation des différentes formulations sélectives n'est pas au point.

On a constaté une toxicité du *Métribuzin* à dose normale en culture de tomate; une inéfficacité du *Linuron* sur *Arthémisia* et *Clémée* sur culture de carotte, une insuffisance d'action de la *Trifluraline* sur culture de choux, et du *Sulfallate* en culture de laitue.

Par contre, la patate douce peut se cultiver sans sarclages à l'aide de la *Diménamide*; le haricot grâce à une application en post-semis de *Butraline* sur sol indemne de *Cassia occidentalis*, et les cucurbitacés par une apllication en préplantation de *Naptalame*.

Parmi, les adventices la plus redoutée est le *Cypérus rotondus* qui interdit la culture des espèces à semis direct; telles, la carote, l'oignon. Elle gêne les plants à faible développement, telles la laitue, le choux, et même les autres: le tomate et le haricot. Si le paraquat reste un moyen pratique, il est d'une efficacité limitée. Le *Glyphosate* est efficace, mais l'extension de sa pratique nécessite des mises au point: il semble que l'application en fin de cycle, soit celle qui entraîne le moins de retard dans le calendrier cultural.

c. Aspect économique de l'intensification

On montre aux Tableaux Nos. 1 et 2 le coût d'une production maraîchère continue sur un hectare. D'abord, au niveau des investissements et puis au niveau des frais de culture. Ensuite, on fait l'analyse au sujet de la estimation du produit brut.

1) Coût d'une production maraichère continue sur un hectare.

TABLEAU N° 1. Investissement de production maraîchère continue (1 ha)

Débroussaillage éventuel	3 000 00
Clôture	1 700 00
Abri	2 200 00
Fumière	1 000 00
Bacs pépinières 150 m²	5 500 00
Abri pépinière 30 m²	5 000 00
Matériel: motoculteur 7 CV et outillage ou participation CUMA pour petit tracteur	10 500 00
Appareil de traitement (brouette 100 litres)	6 000 00
Appareil de traitement (désherbant)	400 00
Matériel d'irrigation	10 000 00
Bacs de récolte (50)	1 300 00
Participation à achat générateur de vapeur	5 000 00
	47 300 00

TABLEAU N° 2. Frais de culture de production maraîchère continue (1 ha)

Semences prix moyen	1 500 00
Engrais minéraux 1.5 T/ha	6 200 00
Matière organique 60 T/ha en deux fois	8 000 00
Pesticides	10 000 00
Fonctionnement matériel	2 000 00
Matériaux divers (tuteurs . . . liens) paperpots	3 500 00
Coût de l'eau	5 000 00
Main-d'oeuvre	90 000 00
Coût direct	126 200 00
Amortissement sur 10 ans	2 690 00
Amortissement sur cinq ans	4 680 00
Location terrain ou frais financiers d'acquisition	1 500 00
Coût total	135 070 00 135 000 00

Note: Frais de culture sur 0.80 x 4: 3 ha 20 développés

2) Estimation du produit brut. Le cas ci-dessous a été 'monté' d'après les informations recueillies au cours de dix ans d'expérience et les résultats d'une parcelle mise en place au Prêcheur en Martinique. Les rendements ont été obtenus par l'I.R.A.T. au cours d'essais en grandes parcelles de l'ordre de 1 000 à 2 000 mètres carrés; les prix ont été relevés par le Service de la Statistique Agricole sur les marchés de Fort-de-France, minorés de 30% pour frais de commercialisation.

Pour 10 000 m² de terre on a estimé en cas moyen, 7 800 m² utilisables; compte tenu des chemins, des pépinières et des parties impropres. Cette surface utile peut-être morcellée en six parcelles de 1 300 m². En sols légers, les travaux peuvent être réalisés à tout moment, d'où la possibilité de quatre cycles au cours de l'année. Les dates de plantation et de récolte mentionnées (cf. Tableau N° 3) ne sont que des dates indicatives pour permettre de fixer un programme. Les dates réelles sont fonction de la sucession sur chaque parcelle.

DISCUSSION

Ce système intensif peut paraître théorique, car en réalité aucun producteur de légumes Antillais n'a mis en place un tel système de production régulière afin de assurer un revenu constant.

Vu sous plusieurs aspects, il paraît pourtant possible:

a. Aspect social

Un tel système nécessite environ 600 journées de travail par an. L'année moyenne de travail est d'environ 220 journées pour une exploitation de ce type et assure l'emploi de deux personnes et un tiers à un taux de rémunération au minimum au S.M.I.C., doublé d'un bénéfice qui peut être confortable pour le chef d'exploitation. Ce dernier doit être d'un niveau supérieur à celui d'un simple ouvrier. Il doit, en effet savoir résoudre un certain nombre de problèmes techniques susceptibles de mettre en difficultés l'exploitation.

TABLEAU N° 3. Dates de plantation et de récolte (produit brut).

Date de plantation	Date de récolte	Espèce	Quantité en tonnes/parcelle	Prix à la production en Fr/k	Produit brut/parcelle	Cycle en pleine terre en mois
Octobre	Décembre	Tomate	2	10	20 000	3.5
		Concombre	5	2.6	13 000	2
		Haricot	1	5	6 000	2
		Choux	2.6	6	13 000	2.5
		Laitue	1.3 x 2	8	20 800	1.25
		Patate douce	1	3	3 000	3 – 4
					75 800	
Janvier	Mars	Tomate	2.6	2	5 200	
		Concombre	5	2	10 000	
		Haricot	1	4	4 000	
		Choux	3.5	2	7 000	
		Laitue	1.3 x 2	4	10 400	
		Patate douce	1.3	2	2 600	
					39 200	
Avril	Juin	Tomate	2	5	10 000	
		Concombre	3.9	3	11 700	
		Haricot	1	4	4 000	
		Choux	0.6	4	2 400	
		Laitue	0.6 x 2	7	8 400	
		Patate douce	1.3	2	2 600	
					39 100	
Juillet	Septembre	Tomate	0.650	10	6 500	
		Concombre	2.5	4	10 000	
		Haricot	0.6	7.5	4 500	
		Choux	0.6	6	3 600	
		Laitue	0.6 x 2	12	14 400	
		Patate douce	0.8	3.5	2 800	
					41 800	
		Total =	46.5		195 900	

b. Aspect technique

Chacune des rotations possibles se déroule sur dix mois ou onze mois, quand elle inclut la patate douce, plante qui demande peu de main-d'oeuvre hormis la plantation. Si les sols sont légers pour permettre les travaux de préparation en toute saison, le temps laissé libre entre chaque cycle, soit huit jours environ; est suffisant. La contrainte climatique a été intégrée puisque le calcul du revenu brut a été effectué à partir de rendements et de prix variables. Il est certain, que toutes les espèces ne pourraient pas être produites sur une telle exploitation. L'exemple qu'on a pris rassemble celles, qui ont la plus grande aire d'extension.

D'autre part, la répartition de surface entre les espèces sera fonction de la variation et de l'importance du marché de chacune donc de la production sur les autres systèmes de production. Certaines espèces seront plus difficiles à intégrer dans ce système. Par exemple, la carotte, légume importé, nécessite des conditions particulières de sol et de climat qui limitent sa zone de culture à certains sols bien structurés, riches en éléments argileux et, limons (30%) situés en Martinique, sur les hauteurs de la côte Caraïbe (Morne Vert, Verrier – Case Pilote, Prêcheur); et la pastèque et le melon ne pourront remplacer le concombre autre cucurbitacée, que sur un cycle allonge de quinze jours.

La principale crainte que le maraîcher peut avoir sera d'ordre sanitaire. Les risques en culture intensive ne sont pas négligeables et se concrétisent rapidement. La désinfection des sols doit être prévue et peut être réalisée efficacement, en ce qui concerne les champignons du sol et les *nématodes*. L'apparition de dégâts dû au *Pseudomonas* pose un problème délicat. Hormis le déplacement de la propriété, seul le traitement à la vapeur est efficace. A cet échelon, il n'est possible que dans un cadre collectif.

c. Aspect économique

Les espèces prises en exemple sont parmi les plus demandées sur le marché local des légumes frais. Mais le tonnage commercialisé de chacune d'elles, reste relativement faible.

Le marché actuel peut être approvisionné par une centaine d'hectares bien équipés et judicieusement placés. Le seuil à ne pas franchir, sans risques de provoquer une chute préjudiciable des prix, doit être mesuré avant d'élaborer tout plan de développement de ces espèces. Cette fragilité économique de l'explotation oblige à une recherche de la diminution des prix de revient. Elle se fera; d'abord par la diminution des prix d'achat des entrants matériels, par l'organisation collective de l'approvisionnement; et après, par l'augmentation de la productivité du travail, en système maraîcher c'est important (64% du prix de revient dans le cas du modèle décrit). Celle-ci passe en particulier par l'utilisation d'une mécanisation intermédiaire. A titre indicatif la simple utilisation d'un corps sillonneur derrière motoculteur a permis de diminuer le coût de récolte d'un kilo de patates douces de 300%. Autre exemple: l'utilisation du pulvérisateur brouette permet de gagner un 50% du temps consacré aux traitements.

CONCLUSION

On n'a pas eu la prétention que d'ébaucher un système de productions légumières destinées au marché local.

Si un tel système paraît possible et viable, les contraintes sont loin d'être négligeables et les solutions non encore toutes apportées.

Il faut, d'autre part, être conscients sur la relative étroitesse des marchés que limite le nombre de telles exploitations.

ANNEXE 1. DONNÉES AGROCLIMATIQUES DE LA CÔTE NORD CARAÏBE

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Cette zone s'étend sur la côte Nord Ouest de l'Île, de la sortie du Bourg de Schoelcher à l'Anse Cerón à quelques kilomètres au Nord du Prêcheur. Elle s'étire sur près de 40 km de longueur et s'étale du niveau de la mer à l'altitude 300 – 350 (Morne-Vert, Grande Savane).

Située, sous le vent du Massif des Carbets et du Mont Pelé, elle a les caractéristiques des zones de situation identique de toutes les îles montagneuses de l'arc Antillais; sols volcaniques récents et pluviométrie faible.

En fait, cette zone n'est pas homogène. Certaines données varient en fonction de l'altitude, de la distance au volcan, de la hauteur du massif montagneux à l'Est.

CLIMAT

Situé au pied du Mont Pelé, au niveau de la mer, le lotissement de Boisville – Prêcheur, a le climat le plus sec de la côte. Il est traversé par l'isohyète 1 200 (moyennes annuelles pour la période 1951–1970). Mais cette pluviométrie est mal répartie: moins de 50 mm mensuel de janvier à mai – 200 mm de juillet à octobre. Les températures et l'ensoleillement sont relativement élevées (cf. Tableau N° 4).

Les chiffres mentionnés dans ce tableau ne sont précis que, pour les points considérés. Ils donnent une indication de la frange littorale de basse altitude entre 0 et 150 mètres. Entre 150 et 300 mètres et selon l'exposition les données varient.

TABLEAU N° 4. Rélevés du service de la météorologie nationale (année 1979)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tm	30.7	32.0	31.7	33.1	33.1	32.9	32.2	32.9	32.4	32.7	31.7	30.6
Tm	19.5	21.1	31.2	22.3	22.9	23.4	23.1	23.4	23.1	22.9	22.8	21.6
Tx	25.1	26.6	26.4	27.7	28.3	28.2	27.7	28.1	27.7	27.8	27.1	26.1
Insolation (*)	8.8	8.3	6.8	9.2	7.3	5.9	6.6	7.9	6.6	7.7	7.3	7.5
E T P	169	188	195	222	218	131	126	125	120	120	115	136
Pluviométrie.	42.2	16.5	64.4	7.6	55.5	269.6	255.6	209.4	169.9	138.3	145.9	74.2

(*) moyenne quotidienne en heures et dixièmes
Températures à Saint-Pierre Stade
Insolation à Perrinel
ETP à Choiseul Case Pilote
Pluviométrie au Prêcheur Phare

SOLS

Ils sont, en général, légers et dérivent de cendres et ponces volcaniques récentes. Il existe une grande variation d'un point à un autre.

Au Prêcheur ils sont sableux à 75%, en argile à 5%; à capacité d'échange faible 6–7 meq % g et à coefficient de saturation moyen. Au Carbet et au Morne-Vert, ils sont sablo-argileux, légers en surface, riches en matière organique. En altitude, en région humide, ils sont plus limoneux et forment la transition avec les sols à allophane du Nord Atlantique.

Les aptitudes à l'irrigation des sols du Prêcheur sont définis par les caractéristiques suivantes. La capacité à *stocker* l'eau est faible et la réserve maximale ne dépasse pas 600 m3/ha, soit 20% d'humidité pour les 20 cm supérieurs. La fraction utilisable par les plantes représente en moyenne 50% du *stock* total, soit entre 15 à 30 mm d'eau.

Les sols sont carencés en *calcium* et magnésie, et acides en zones humides ou sous irrigation. Les amendements sont indispensables.

SYSTÈME DES PRATIQUES ET TERROIR POUR UNE APPROCHE AGRONOMIQUE DES SYSTÈMES AGRAIRES.

J. P. Deffontaines (*)

INTRODUCTION

Depuis les années 70, en France, on favorise des essais de coordination entre socio-économistes et agroécologistes dans le but, notamment, de relier des niveaux d'analyse (de l'herbe, à la politique de la CEE) et des échelles spatiales. Les recherches sur lesquelles s'appuie cette communication, se placent dans cette perspective d'articulation. Réalisées par des agronomes et des microéconomistes, elles privilégient cependant le niveau de l'exploitation agricole et concernent son fonctionnement.

Ce n'est pas un inventaire, ni un bilan des recherches menées sur les exploitations des zones en déprise qui sont proposés ici, mais une tentative de dégager les traits communs au fonctionnement des exploitations situées dans des régions de montagne, apparemment aussi

(*) Membre de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), France.

diverses que les Vosges, le Massif Central, les Pyrénées et la Corse. Ces traits ressortent de l'analyse des techniques et des pratiques qui échappent généralement à une analyse plus globale.

Dans ce contexte la problématique du nouveau département de l'I.N.R.A., Systèmes Agraires et Développement (SAD), concerne l'étude du fonctionnement et de la dynamique des systèmes agraires dans une perspective de développement agricole. Il est question ici de quelques aspects des travaux de cette unité de recherche et particulièrement, d'introduire et de discuter deux notions, celles de système de pratiques et de terroir.

Au préalable quelques définitions sont nécessaires: Le **système agraire** est considéré comme l'association dans l'espace des productions et des techniques agricoles, mises en oeuvre par une société rurale en vue de satisfaire ses besoins[2]. La perspective de **développement** traduit le souci de fournir aux agriculteurs, directement ou indirectement, des éléments de maîtrise et d'efficacité de **l'activité agricole**; laquelle a le sens précis de réunir et faire fonctionner des parcelles, des troupeaux, des matériels divers et des flux matériels, financiers et autres à l'aide de techniques et de pratiques[1].

Enfin, les **pratiques agricoles** sont des manières d'agir, dans une perspective de production, directement liées à l'opérateur et, en particulier aux conditions dans lesquelles il exerce son métier. Il s'agit donc, de l'utilisation de techniques dans un contexte socio-économique donné. Mettre en avant, la notion de pratiques revient à dire que l'on centre l'intérêt sur l'acteur et sur ses actes. Dans l'analyse des agrosystèmes on considére comme primordial d'éclairer les pratiques agricoles mises en oeuvre, car elles sont à la charnière entre les systèmes socio-économiques et les systèmes agroécologiques et, pour cela on privilége actuellement deux niveaux d'intégration.

a. Un premier niveau est celui de l'exploitation agricole; celle-ci constitue un élément du système agraire, dont la délimitation et l'identification n'est cependant pas toujours facile. Dans l'exploitation sont organisées et évaluées les pratiques. C'est à ce niveau qu'apparaissent des demandes et des besoins quant à l'amélioration des pratiques en usage et à la mise au point de pratiques nouvelles.
b. Un deuxième niveau est, celui de portions restreintes de territoire qui présentent des contraintes agronomiques spécifiques pour les pratiques agricoles, et dans le cadre desquelles, existent

des interactions entre l'activité agricole de plusieurs agriculteurs mais aussi, entre activités différentes. Malgré l'ambiguité du terme on appele terroirs, ces portions de territoire.

On a introduit au présent travail quelques réflexions méthodologiques relatifs aux deux niveaux d'intégration précédents. On s'appuie sur deux expériences de recherches.

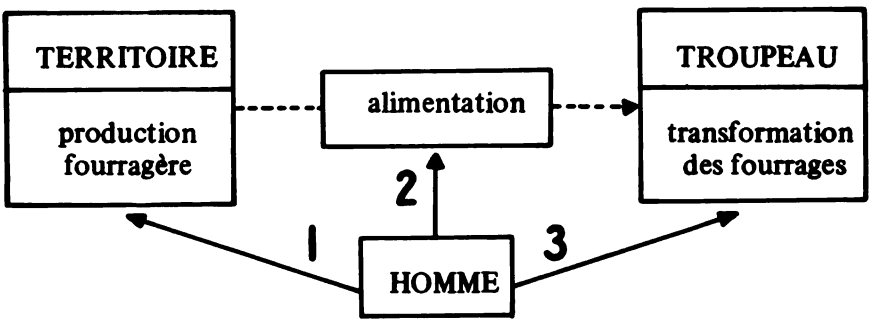
SYSTÈMES DE PRATIQUES

Pour ce qui est du niveau de l'exploitation agricole, on fait référence aux travaux réalisés dans la région de la Castagniccia à l'intérieur de la Corse[4].

La Castagniccia est un massif montagneux qui a été densément peuplé jusqu'à la 1ère guerre mondiale. L'agriculture, activité dominante, était fondée sur un système horto-pastoral et arboricole intensif. Une déprise démographique importante s'est traduite par un accroissement des surfaces en maquis et par une activité quasi exclusive d'élevage. L'observation révèle une grande diversité des espaces animales qui parcourent le territoire et ne permet pas d'identifier les unités de productions.

L'étude suivie de quelques élevages remet en cause le modèle classique de la parcelle et de l'exploitation agricole. En effet, on constate une grande variabilité dans le temps des structures d'exploitations, telles que la superficie et la localisation du territorie exploité, les espèces animales et les effectifs de chaque troupeau. Par contre, les pratiques d'élevage s'avèrent stables. Ce constat suggère de retenir les pratiques d'élevage comme clé de différenciation et d'analyse des élevages.

L'observation prolongée de 15 élevages et une enquête complémentaire sur un échantillon de 31 élevages montrent qu'il est possible de les discriminer à partir de trois pratiques; ils concernent l'intervention de l'éleveur sur le territoire, les apports d'aliments et les actions sanitaires et de surveillance du troupeau (Fig. 1). Chacune de ces pratiques présentent des modalités différentes. (cf. Tableau N° 1).



Légende:

1. Actions sur le territoire.
2. Apports d'aliments.
3. Actions sanitaires et de survellaince.

Fig. 1. Schéma des opérations retenues pour distinguer des élevages.

TABLEAU N° 1. Les pratiques qui permettent de discriminer les élevages de la Castagniccia.

Pratique 1	Pas d'action directe sur le territoire. Mise en valeur de surfaces plus ou moins grandes.
Pratique 2	Apport d'aliments négligeables. Apport d'aliments aux périodes critiques. Apport d'aliments régulièrement.
Pratique 3	Surveillance au minimun et soins 'sauve qui peut'. Surveillance passive et début de soins sanitaires. Surveillance attentive et actions sanitaires suivies.

En fait, l'éleveur met en oeuvre une combinaison particulière de pratiques qui a été dénommée **système de pratiques** car, il est un choix cohérent entre de multiples possibilités d'éxécution de différentes tâches d'élevage.

Les cinq systèmes de pratiques rencontrés dans le massif de la Castagniccia sont représentés dans le Tableau N° 2.

TABLEAU N° 2. Systèmes de pratiques en Castagniccia.

	Alimentation au minimum		Alimentation périodes critiques	Alimentation suivie
	Surveillance au minimum	Surveillance passive	Surveillance attentive	
	Soins 'Sauve qui peut'	Début de soins sanitaires		Actions sanitaires
Pas d'action directe sur le territoire	Cueillette	Cueillette et surveillance	Cueillette et supplémentat.	
Mises en valeur			Cueillette et pâturage amenagé	Pâturage amenagé, cueillette et conduite suivie

Chaque système de pratiques est révélateur du fonctionnement technique de l'élevage. Parmi les divers systèmes rencontrés, deux peuvent être retenus pour illustrer ce point. Ils s'agit de la 'cueillette et surveillance' et du 'pâturage aménagé et conduite suivie'. Chacun de ces systèmes est révélateur d'une combinaison de pratiques qui ne sont pas indépendantes entre elles (Tableau N° 3).

TABLEAU N° 3. Pratiques des systèmes: cueillette et surveillance et pâturage aménagé, cueillette et conduite suivie

Intervention sur le territoire	Uniquement le feu	Mise en valeur des surfaces fourragères
Pratique d'utilisation des parcours	Cueillette	Cueillette et supplémentation fourragère
Autres pratiques d'élevage:		
Pâturage des parcours	Orientation des animaux	Conduite permanente des animaux
Surveillance:		
du troupeau	passive	directive
des mises-bas	occasionnelle	effective
des saillies	rare	orientée
Soins	curatifs tardifs	curatifs et préventifs
Sélection sur	+ reprise de lactation au printemps + grégarité +rusticité + récupération de poids pendant l'été	*performance* individuelle
Race		
Bâtiment	corse	croisée et améliorée
Race		
Bâtiment	abri simple	abri en dur et aménagé
Système de pratiques	Cueillette et surveillance	Pâturage aménagé, cueillette et conduite suivie

Les résultats zootechniques des deux systèmes sont peu semblables. Le Tableau N° 4 fournit quelques données d'enquête pour des troupeaux de chèvre et de brebis.

Le système de pratiques est également révélateur du fonctionnement économique de l'élevage et de la situation économique de l'éleveur, par rapport à la société. Les deux systèmes retenus ici à titre de comparaison appartiennent à deux formes de production qui peuvent être caractérisées par des critères variés (Tableau N° 5) et dont on peut faire une représentation schématique du fonctionnement (Figs. 2 et 3).

TABLEAU N° 4. Caractéristiques zootechniques estimées des deux systèmes.

	I	II	I	II
	CHÈVRES		BREBIS	
Mortalité des mères	10 %	5 %	10 %	3 %
Mortalité des jeunes	20 %	8 %	18 %	5 %
Production laitière des mères productrices en litre de lait/an	130	170	90	125
Femelles pleines en % des femelles présentes (non comprises les jeunes)	90 %	95 %	90 %	95 %
Femelles productives en % des femelles pleines	80 %	95 %	85 %	95 %

Légende:

I. Cueillette et surveillance.
II. Pâturage aménagé, cueillette et conduite suivie.

Il ressort que l'étude des pratiques actuelles d'élevage permet de mettre en lumière des logiques différentes dans chaque système d'élevage. Dans le cadre de l'étude régionale des systèmes de production, la typologie des logiques qui soutendent chaque système semble essentielle si l'on se place dans une perspective de développement.

L'évolution des systèmes de pratiques pose un problème de développement. En effet une alternative apparaît:

a. On privilégie une forme de production et les systèmes de pratiques qui lui correspondent. Cela revient par exemple à retenir dans la grille des systèmes de pratiques de la Castagniccia, le système le plus intensif à savoir le 'pâturage aménagé, cueillette et conduite suivie'. Il convient d'analyser les conséquences de cette stratégie de développement, notamment au niveau de l'emploi, de l'utilisation du territoire, des produits (disparition de certains types de produits de qualité).
b. On estime nécessaire de maintenir une diversité des systèmes de pratiques et des formes de production, ce qui suppose de rechercher des modalités d'évolution adaptées aux diverses situations actuellement rencontrées. Dans ce cas, il convient également d'évaluer les conséquences écologiques, socio-

économiques et institutionnelles, notamment, qu'entraîne un tel choix.

TABLEAU N° 5. Caractéristiques des deux formes de production correspondant aux deux systèmes de pratiques.

Systèmes de pratiques	'Cueillette et surveillance'	'Pâturage aménagé, cueillette, conduite suivie'
S.A.U. Faire-valoir	Non définie Oral et annuel	Fixée pour une partie Propriété ou bail écrit pour une grande partie
Travail	Peu de tâches distinctes, une fonction globale de surveillance	Tâches différenciées: surveillance, soins, alimentation, saillie.
Unité productive Charges	Troupeau Peu d'achat de moyens de production	Animal Utilisation importante de moyens de production: foin, semences, matériel . . .
Relations avec le milieu naturel	Dépendance étroite	Une certaine indépendance
Relations avec les structures commerciales et bancaires	Peu de relations	Les relations peuvent être importantes
Rôle de l'argent	Trésorerie	Trésorerie, réserves et investissements
Services de développement	Peu touchés et peu intéressés	Utilisation des services offerts
Qualification	Connaissances empiriques des relations entre les parcours et les animaux	Connaissance de certaines techniques agricoles
Syndicalisme	Sensibles aux théses du MODEF	Sensibles aux théses de la FDSEA – CDJA – UDSEA

Il est clair que la recherche de références et de solutions techniques pour le développement des exploitations agricoles d'une région sera très différente dans l'un et l'autre volet de l'alternative. L'alternative précédente pose le problème général de la diversité régionale des systèmes de production. L'homogénéité n'implique-t-elle pas une

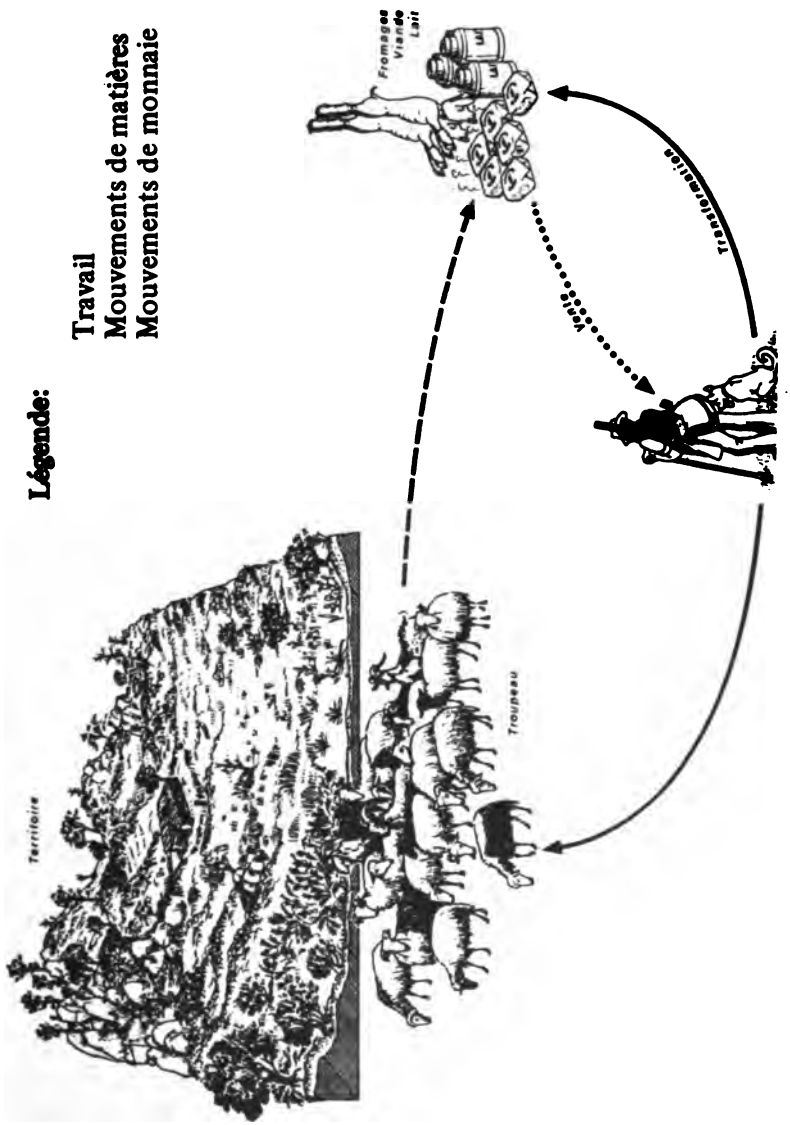


Fig. 2. Forme de production du système de pratique 'cueillette et surveillance'.

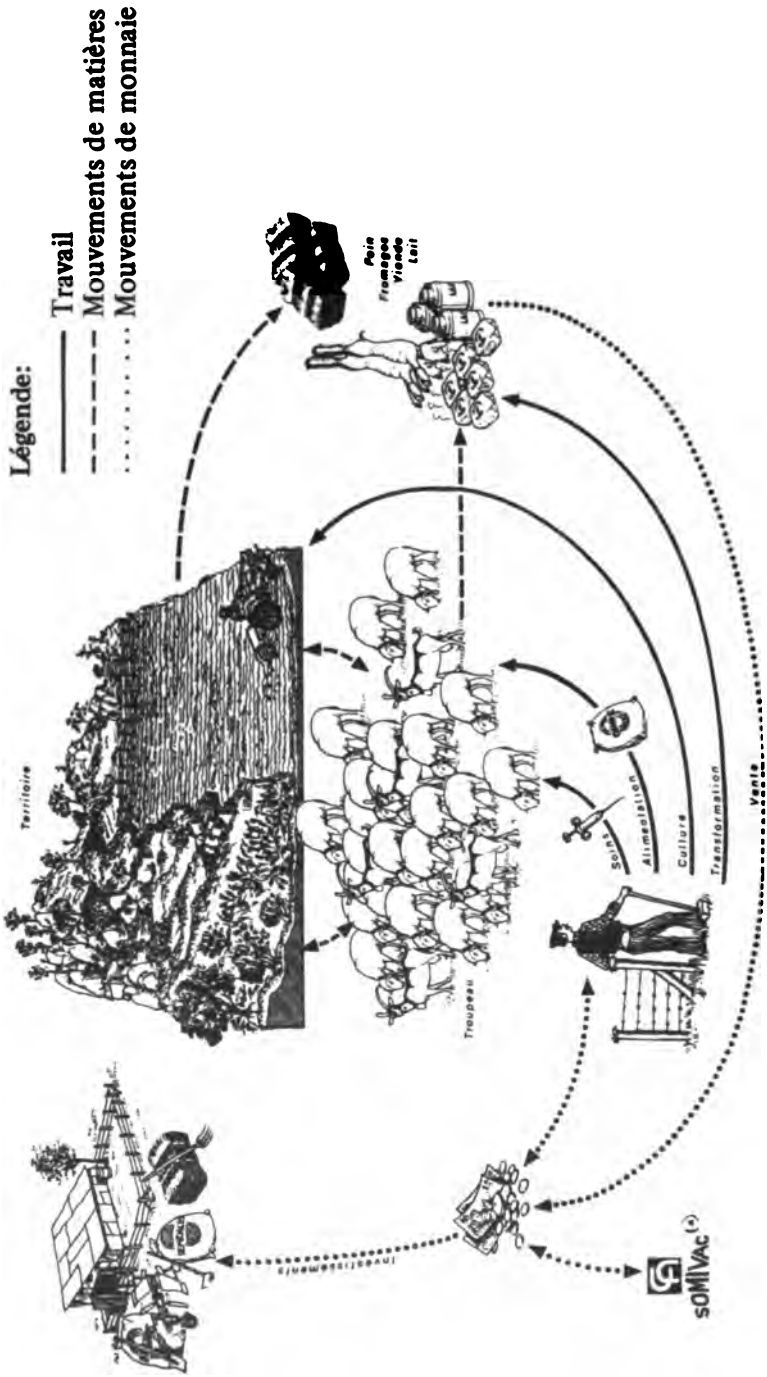


Fig. 3. Forme de production du système de pratiques 'pâturage aménagé, cueillette et conduite à suivre'.

artificialisation forte des milieux naturels, notamment quand ils sont différenciés et/ou peu favorables à l'agriculture? L'évolution économique actuelle se traduise par un 'retour en force des contraintes du milieu' n'oblige-t-elle pas à une diversification?

TERROIR

L'analyse des pratiques agricoles est centrée sur l'exploitation agricole, considérée isolément, or la perspective de développement et d'aménagement ne peut ignorer les dimensions collectives et territoriales de l'activité agricole. En effet, on constate des hétérogénéités dans l'utilisation agricole du territoire. Comment en rendre compte? De plus, l'exploitation est insérée dans un champ de forces qui influencent le choix des pratiques et des systèmes de production. Comment appréhender ces facteurs de l'environnement et saisir leurs effets?

Pour tenter de répondre, en partie, à ces questions semble utile de considérer le niveau d'intégration du terroir. C'est à partir d'une recherche réalisée dans le Sud du Massif des Vosges qu'on présente la notion retenue de terroir et leur utilisation[3]. L'intérêt et les limites de l'approche sont ici discutés.

La définition des terroirs s'est faite de façon concrète sur le terrain et non à partir d'une définition conceptuelle explicite. C'est l'observation paysagique de la région qui a révélé l'existence de petits espaces formés de courtes vallées adjacentes à la vallée de la Moselle. Ces petites unités de 100 à 500 ha de superficie présentaient des limites généralement visibles (lisières du massif forestier, changement dans la configuration du milieu) et une physionomie qui reflète une utilisation agricole particulière des sols.

On présente ici, à titre d'illustration trois terroirs parmi ceux observés. Le terroir de Presles est un 'noyau dur' agricole, situé en altitude où l'activité agricole est dominante et vivante. Le terroir de Thiéfosse est difficile et retourne à la friche et à la forêt. Dans le terroir de Pubas, il s'agit d'une agriculture résiduelle de fond de vallée imbriquée dans un réseau dense de constructions.

Ces trois petits terroirs, voisins les uns des autres, puisque situés dans la même commune, ont réagi très différemment aux influences socio-économiques auxquelles la région a été soumise depuis 1945 (crise de textile, tourisme et autres). Pour rendre compte de cette diversité, on a privilégié l'analyse des pratiques agricoles au sein des exploitations. Chaque terroir présente une combinaison particulière de pratiques.

À Presles, les pratiques sont restées homogènes, fondées sur la production laitière et une exploitation des surfaces fourragères par la fauche (pour les réserves hivernales), et par le pâturage d'été. De nombreux indicateurs révèlent des pratiques en évolution (clôture, drainage, fosse à lisier et maïs).

À Thiéfosse, au contraire, les pratiques sont disparates. Sur deux parcelles voisines, on observe par exemple une exploitation soigneuse de l'herbe à la faux que traduit le 'peigné vosgien' et un pâturage extensif qui dégrade les dispositifs anciens de maîtrise de l'eau.

À Pubas, quelques cultures fourragères et la fauche exclusive (affouragement en vert) sont seules compatibles avec la structure parcellaire pulvérisée (avec quelques minitroupeaux d'agriculteurs à temps partiel).

Ces diverses combinaisons de pratiques traduisent un fonctionnement agronomique différent selon les terroirs. Ces différences tiennent aux diverses conditions du milieu naturel et révèlent un fonctionnement social et économique différent.

a. À Presles, le milieu est favorable à l'exploitation de l'herbe. Les quinze exploitants ont conservé un large contrôle du foncier. Il n'y a pas jusqu'ici de grosses disparités de structure d'une exploitation à l'autre. L'avenir va dépendre de la façon dont, se répartira de foncier libéré par les agriculteurs âgés sans successions.
b. À Thiéfosse, les intervenants extérieurs au terroir sont de plus en plus nombreux. L'utilisation, à distance, qu'ils font du territoire est extensive et la dégradation des surfaces fourragères, rend problématique la persistance d'une population agricole résidente. Par ailleurs, les rapports entre les intervenants sont instables.
c. À Pubas, il s'agit d'un milieu naturel favorable; un seul agri-

culteur a temps plein exploite en fauche les parcelles. Les ruraux non-agricoles sont favorables au maintien de cet agriculteur, car il entretien un cadre de vie et fournit des produits de qualité. L'avenir de l'activité agricole du terroir dépend de son avenir d'exploitant (situation clé).

De toute évidence des facteurs extérieurs aux terroirs vont influencer leur évolution (prix, ramassage du lait, attitude de l'administration ou des municipalités vis-à-vis des équipements et de la forêt), mais l'analyse de l'intérieur révèle des logiques internes différentes et les pratiques agricoles sont des indicateurs de ces logiques.

On prend en compte à cette présentation, la recherche menée dans les Vosges pour introduire une discussion sur la notion de terroir. Dans le cas présent le terroir a été défini; d'une part, par un contenu; il s'agit d'un espace qui regroupe un ensemble de contraintes agronomiques et où existent des relations de contiguité, de voisinage entre ceux qui ont un intérêt ou un projet sur cet espace; et d'autre part, par des limites. L'idée conductrice est celle d'obstacles; ceux-ci induisent des discontinuités dans les relations techniques, économiques et sociales. Le terroir a donc une dimension sociale. Dans le cas des Vosges, c'est l'observation des paysages qui a permis les repérages, mais des limites invisibles (historiques, politiques, économiques, culturelles peuvent être utilisées dans des milieux moins cloisonnés).

Traditionnellement, le terme de terroir est utilisé pour désigner une unité de territoire où se superpose trois fonctions dominantes: celles de produire, d'entretenir, d'habiter(*). L'économie moderne détruit en partie, ce modèle traditionnel mais à des rythmes et selon des modalités différentes. À Presles, on est resté proche de ce modèle ancien, malgré une évolution des systèmes de production. À Thiéfosse, subsiste clairement la fonction de production; mais pour combien de temps? À Pubas, la production est résiduelle, mais la fonction d'entretien existe et celle de résidence se développe.

(*) On peut se référer par exemple á la définition de Sautter et Pelissier: "Portion de territoire appropriée, aménagée et utilisée par le groupe qui y réside et en titre les moyens de subsistance".

Quelque soit l'influence des facteurs socio-économiques externes et leur poids, le terroir conserve un contenu fonctionnel. Dès lors des questions se posent. Peut-on parler de système de pratiques au niveau d'un terroir? Peut-on considérer un terroir comme un écosystème, et utiliser les méthodes écologiques pour saisir les intéractions entre les différentes utilisations du sol?

Le terroir apparaît en outre, comme un niveau commode d'enquête et d'analyse, même s'il demeure des problèmes relatifs à leur repérage et à leur délimitation (car les limites du terroir varient dans le temps et dans l'espace). En effet, il s'agit d'un niveau intermédiaire où on fait le lien entre l'analyse fine des exploitations et celle du fonctionnement économique de la région.

Dans le terroir il est possible de mener l'étude des pratiques de tous les intervenants sur l'espace. Moyennant, certaines hypothèses cette exhaustivité permet d'imaginer des scénarios. Le terroir est sans doute aussi, un niveau d'animation auprès des résidents.

Considéré comme un lieu où peut être saisi la dimension socio-économique et l'impact écologique des pratiques agricoles, le terroir est un niveau à rechercher dans une perspective de développement. Ceci a amène à suggérer, d'associer dans les études régionales des systèmes de production, une typologie des terroirs aux typologies des exploitations ou des systèmes de pratiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. BONNEMAIRE, J., DEFFONTAINES, J.P. et OSTY, P.L. Fonctionnement de l'agriculture en zones défavorisées à partir de recherches concernant les exploitations agricoles. In Séminaire de la Commission des Communautés Européennes; selected socioeconomic aspect of land utilisation. France, I.N.R.A., 1979.

2. FRANCE. I.N.R.A. DÉPARTEMENT DE RECHERCHES SUR LES SYSTÈMES AGRAIRES ET LE DÉVELOPPEMENT. Eléments pour une problématique de recherche sur les systèmes agraires et le développement. France, C.N.R.A., 1980.

3. FRANCE. I.N.R.A. – E.N.S.A.A. Pays, paysans, paysages dans les Vosges du Sud. France, 1977. 191 p.

4. ---------. Utilisation des parcours par les éleveurs de la Castagniccia. In Journées du Gremier de Theix sur l'utilisation par les ruminants des parcours d'altitude et parcours méditerranéens, 10èmes, Versailles, France, I.N.R.A. 1978.

SYSTÈMES D'EXPLOITATION ET ENCADREMENT COMMUNAUTAIRE. L'EXEMPLE DES VILLAGES DE LA VALLÉE DU CHANCAY-PÉROU.

O. Dollfus(*)

INTRODUCTION

L'intérêt d'une recherche sur les systèmes paysans et les systèmes de production agricole dans leurs relations avec la communauté, est d'étudier les conditions de leur stabilité comme les modalités de leurs transformations en fonction des objectifs des agents locaux et des modifications provoquées par la société globale.

L'exemple retenu est pris dans la vallée du Chancay, au Pérou, à 150 km au Nord de Lima. Il fait l'objet depuis plus de cinq ans de recherches conduites dans le cadre de l'Institut Français d'Études Andines, avec l'aide du Comité Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique. Le programme associe agronomes et chercheurs en sciences sociales. Il vise à connaître le fonctionnement des sociétés paysannes qui exploitent des finages caractérisés par un fort étagement.

(*) Université de Paris VII, France.

Une remarque est formulée au préalable. Il est vain de prendre le cas choisi, comme représentatif de l'ensemble des problèmes de la paysannerie andine. Cependant, les situations décrites traduisent bien les problèmes rencontrés par une grande partie des paysans des Andes Tropicales.

L'exposé visé à montrer comment les systèmes se forment, se reproduisent, et disparaîssent. Il comprend une descripcion des éléments des systèmes les plus directement perceptibles dans les paysages, avec une mise en place spatiale; une analyse succincte de la situation au milieu du XX ème siècle et un *flash back* qui permet de montrer comment les finalités des systèmes se sont modifiées au cours des siècles, en fonction des politiques suivies par les gouvernants, et une description de l'hétérogénéité des situations locales dans les années 1975–1980 et une interrogation sur l'avenir des exploitations et des communautés, sur les rôles assignés aux unes et aux autres dans le Pérou contemporain. Des tableaux schématisent les situations.

PAYSAGES ET ÉLÉMENTS DES SITUATIONS SPATIALES

Une description sommaire se donne (cf. Figs. 1, 2 et 3) des petits villages, installés à mi-pente, vers 3 000 m d'altitude, aux maisons d'*adobe* et de toits de tôle, tassées les unes contre les autres. Ils comptent de 100 à 300 ha.; des finages disposés sur de longs versants ou dans des bassins torrentiels, raccordés vers le bas jusqu'à la rivière Chancay entre 1 500 et 1 600 m et vers le haut aux crêtes et rebords des plateaux volcaniques des *punas* (steppes herbeuses) entre 4 500 et 4 900 m.; une situation sous le II° de latitude Sud, en pleine zone tropicale. D'où la faiblesse des variations thermiques mensuelles (de un à deux degrés). À 3 000 m. les températures moyennes annuelles sont de l'ordre d'une quinzaine de degrés, et il n'y a pratiquement pas de gels nocturnes au sol. À 4 000 m. les moyennes sont de huit degrés, et les gelées nocturnes et matinales sont quotidiennes pendant la saison sèche. À 2 000 m. la température moyenne est voisine de 20°. Sauf en hivernage, l'air est sec et ventilé par les vents locaux. Il y a d'ensoleillement malgré les effets de masque, dûs aux reliefs, aussi, des contraintes hydriques et topographiques vigoureuses. Les pentes sont raides (les moyennes tournent autour de 25° à 30°); la situation sur le flanc occidental sec des Andes Tropicales du

Sud commande la répartition des précipitations; le gradient d'aridité s'accroît vers le bas. L'eau est l'élément naturel mal répartu dans l'espace et dans le temps. Les précipitations tombent entre les mois de novembre et d'avril-mai. A plus de 4 000 m., elles sont approximativement de 600 à 800 mm; à 3 000 m. elles varient entre 150 à 600 mm.; elles ne sont que de quelques dizaines de millimètres et parfois moins de 2 000 m. Enfin, elles se caractérisent par une grande variabilité interannuelle, d'autant qu'elles sont faibles et par une répartition mensuelle différente selon les années. L'hivernage, la saison des pluies commence en novembre et finisse en mai, ou bien ne débute qu'à la mi-janvier pour s'arrêter en mars.

La contrainte de la pente a été partiellement surmontée pour les activités agricoles avec la construction de terrasses: les *andenes* dont certaines datent d'une dizaine de siècles sinon plus. Les terrasses entaillent vers 3 000 m des altérites sableuses, nées de la désagrégation de diorites ou des colluvions glissées et altérées, issues de roches volcaniques qui affleurente dans le haut des pentes. Elles sont soutenues par des murs en pierre.

L'épaisseur de la terre arable est généralement poreuse par suite de la texture et de la faiblesse des sols en matière organique, elle est variable du bord interne, où elle est réduite au bord externe, où les sols sont plus limoneux et profonds: d'oú une circulation différente de l'eau dans le sol et des rendements très variables sur un ou plusieurs mètres. La raideur de la pente limite la largeur des parcelles et leur surface. La parcelle médiane à San Juan, où les terroirs ont été mieux étudiés que dans les autres communautés, est d'un are et un quart. Elle est le double à Pampas de la Florida où les terroirs irrigués sont moins pentus.

Dans la mesure où les travaux agricoles se font à l'outil, l'hétérogénéité des champs, leur faible dimension, les obstacles crées par les murettes ne sont pas des contraintes négatives decisives. Ils le deviennent avec l'introduction de la machine dans les activités agricoles.

Une irrigation complémentaire est nécessaire entre 3 200 m et 2 800 m; elle est indispensable en dessous. Les réseaux d'irrigation anciennement ont eté mis en place; la plupart d'entre eux remontent à l'époque coloniale. L'eau est dérivée à partir de torrents qui naissent dans les hauts bassins autrefois glaciaires. Le débit des torrents diminue en fonction de la durée de la saison sèche et du volume des pluies tombées en hivernage au dessus de 3 800 m. L'eau dérivée du

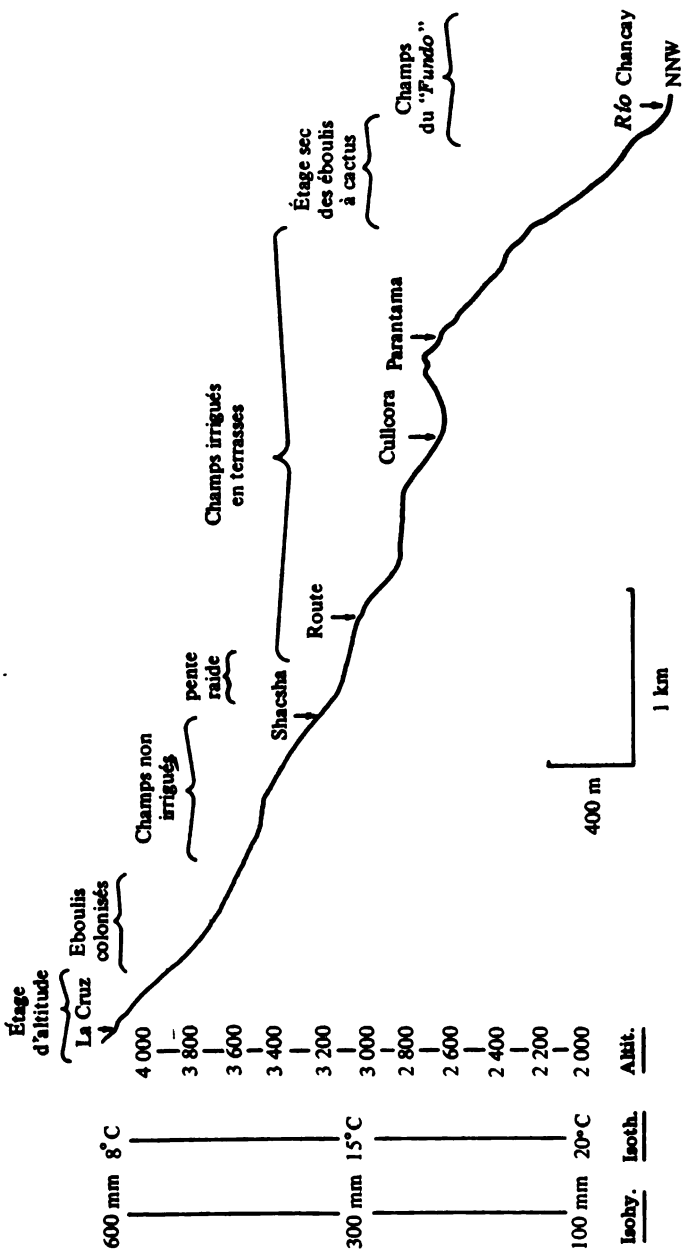


Fig. 1. Coupe du versant.

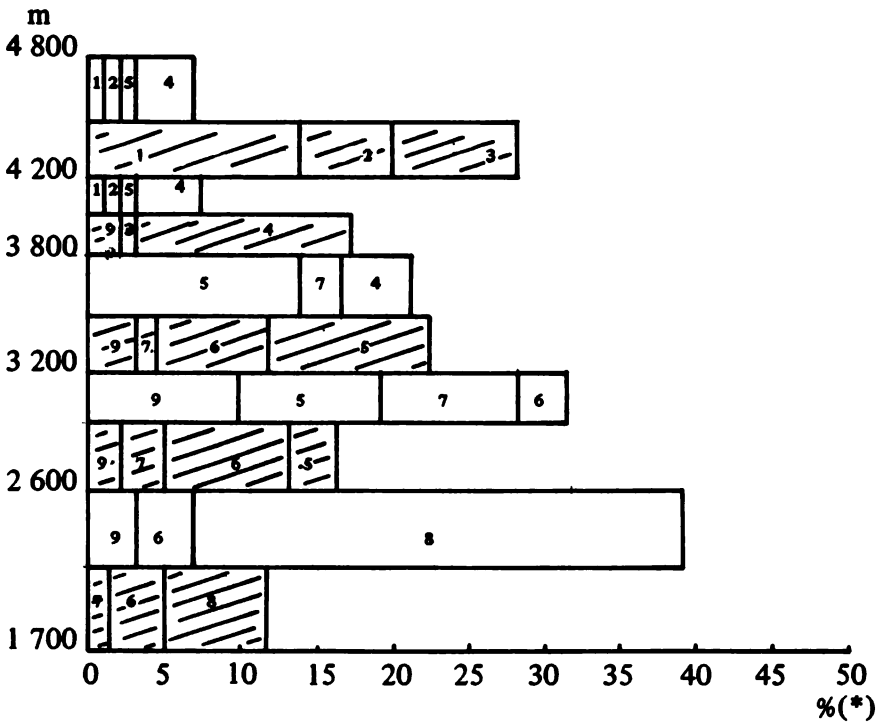


Fig. 2. Distribution des paysages par tranches d'altitude.

Légende

1/ Geosystème de la *puna*.
2/ Géofaciès des tours volcaniques.
3/ Eboulis vifs.
4/ Étage des éboulis colonisés.
5/ Champs de cultures non irriguées.
6/ Champs de cultures irriguées.
7/ Pentes raides.
8/ Étage des éboulis à cactus.
9/ Affleurements rocheux.

(*) Les pourcentages en abcisse se rapportent à la superficie totale du finage de chaque communauté. En ordonnée dans une même tranche d'altitude, on a regroupé les deux communautés de San Juan et de Huascoy (hachuré).

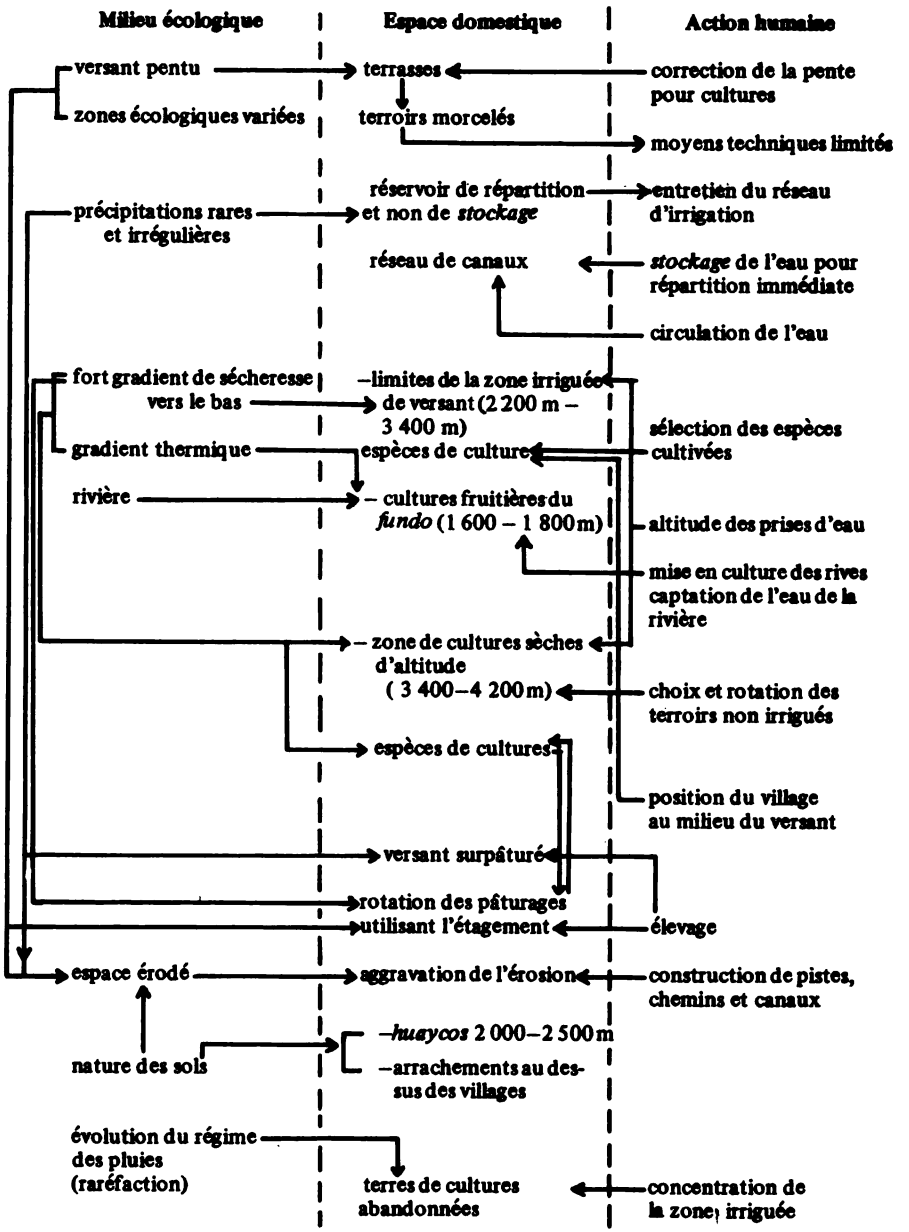


Fig. 3. L'espace domestiqué.

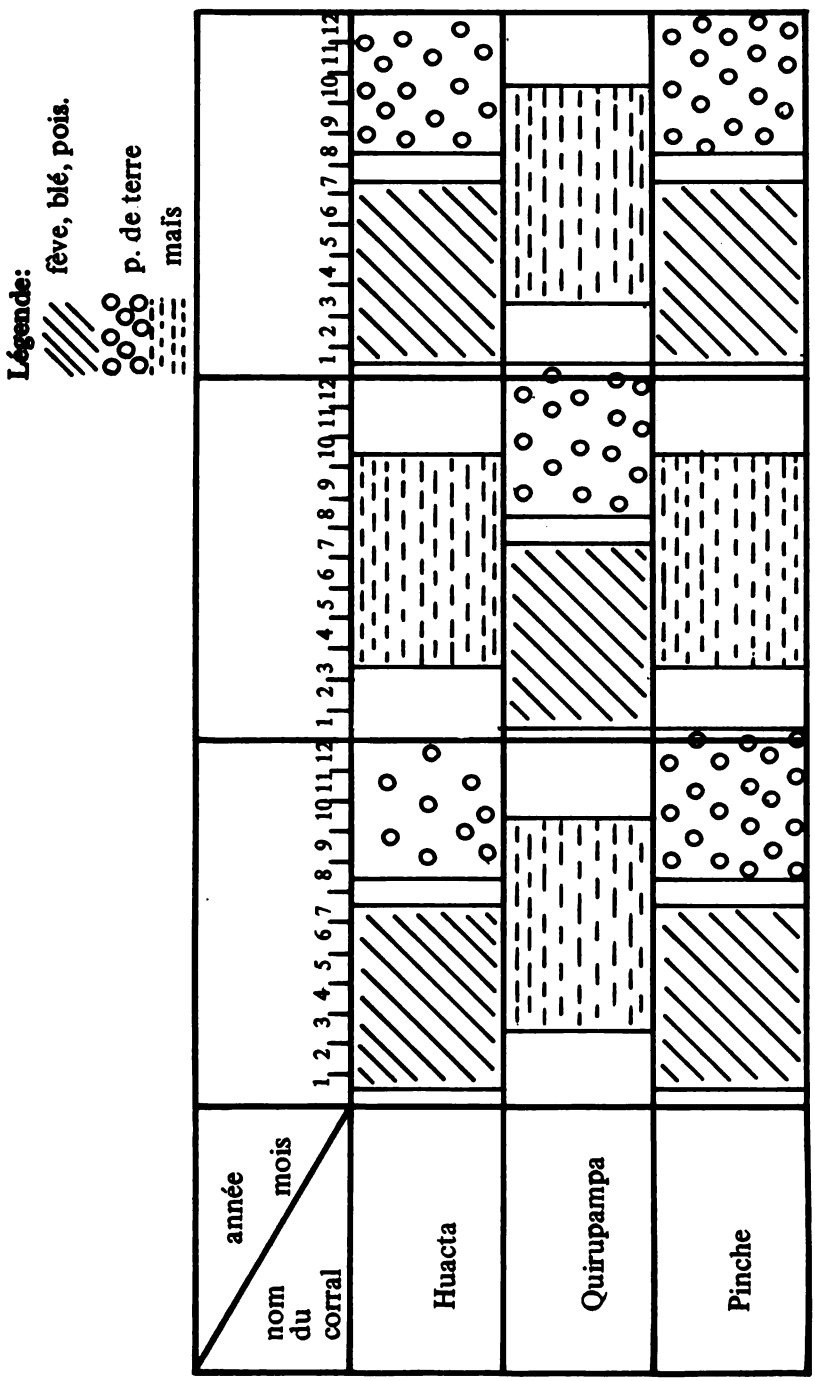


Fig. 4. Rotation des cultures dans les *corrales* à San Juan.

torrent est *stockée* pendant quelques heures dans des réservoirs, avant d'être redistribuée sur les champs. On observe, d'importantes pertes d'eau dans les canaux d'amenée et de distribution; par ailleurs, des apports d'eau massifs (mais espacés) provoquént lessivage et ruissellement. A bien des égards, cette eau rare et indispensable, apparaît ni contrôlée, ni utilisée juidicieusement. Quelques sources, souvent nourries par les eaux d'irrigation, affleurent à mi –versant; elles n'ont qu'un débit très faible.

Des terroirs se distribuent, en solution de continuité, par morceaux, de 4 000 m à 1 500 m. Entre 3 500 m et 4 000 m les parcelles de *secano*, de cultures sous pluie, sont actuellement rarement utilisées. On y pratique (–ait), un assolement sur deux ou trois ans, d'abord de la pomme de terre, puis de l'oca *(Oca oxalis)* avant un retour à la friche pâturée pendant huit à dix ans (cf. Fig. 4). La préparation de la terre se fait en saison sèche, à la barre à mine et à la *taclla* (bêche andine), avec au moins deux façons; les semailles ont lieu au début de l'hivernage, la récolte au début de la saison sèche. Bien que les sols, légers, soient riches non dépourvus de matière organique, les rendements sont souvent médiocres (de 30 à 60 kg à l'are), et variables par suite des gelées, de la faiblesse des précipitations ou encore des attaques de mildiou.

Entre 3 200 et 2 800 m, les *corrales*, terroirs irrigués, enclos; situés à proximité des villages, sont divisés en trois soles: la première de janvier à juillet porte des céréales (blé, orge, avoine) et des légumineuses (pois, fèves, haricots); la seconde les mêmes plantes, également de janvier à juillet, puis d'août à janvier des pommes de terre; la troisième est consacrée au maïs *(choclo)* planté en avril, récolté en septembre-octobre (cf. Tableau N° 1). Ces *corrales*, parcourus par le bétail, après la récolte qui y mange les fânes et débris des cultures sont médiocrement fumés et la restitution de la matière organique se fait de matière irregulière (peu de fumier et déjections réduites du bétail qui ne reste que peu de temps sur ces parcelles pour consommer les pailles). Les terres sont travaillées à une profondeur inégale par la *taclla;* les adventices sont retournées à la houe ou ramassées à la main. Ces *corrales*, aux parcelles de petites dimensions, situées dans les secteurs particulièrement raides des finages, constituent des quartiers ruraux, qui ne dépassent pas la dizaine d'hectares. Pendant l'hivernage, ils bénéficient de 150 à 500 mm d'eau de pluie et de l'irrigation libre (de janvier au 15 avril) et d'une irrigation par tour *(turno)* en saison sèche (un tour d'eau par exploitant chaque quinzaine en début de saison sèche, ensuite tous les trois semaines, voire tous les mois). Par manque d'eau, toutes les parcelles ne sont pas cultivées.

TABLEAU N° 1. Calendrier agricole.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
POMME DE T. d'altitude	*cushpar* (*)		buttage			récolte					prep. semailles	
POMME DE T. irriguée	récolte		jachère ou autre culture			prep. semailles	*cushpar*		irrigation buttage engrais			pluies
MAÏS des *corrales*	jachère ou autre culture		prep. de la terre	semailles			irrigation		récolte		jachère ou autre culture	
MAÏS du *maizal*	prep. de la terre		semailles *cushpar*		irrigation tous les 15 jours buttage engrais		récolte *choclo*		récolte maïs sec		jachère	
FÈVES, BLÉ POIS	semailles			irrigation tous les 15 jours engrais éventuellement			récolte			jachère ou autre culture		
PÊCHES 1/	prep. élagage engrais		irrigation insecticide				récolte			défoliant		
PÊCHES 2/	défoliant		prep. élagage engrais				irrigation insecticide			récolte		

(*) *cushpar:* boucher les trous.

Les *maizales*, entre 2 700 m et 2 300 m sont traditionnellement consacrés, comme leur nom l'indique, à la culture du maïs. Cependant, depuis un siècle la moitié des parcelles est en luzernières pâturées directement sur pied par le bétail. Et maintenant, essentiellement en dessous de 2 500 m, les vergers de pêchers s'étendent au dépens du maïs et de la luzerne.

En bordure du Chancay, sur des terrasses alluviotorretielles comportées de gros blocs; le terroir allongé, en bande étroite des *fundos*, est irrigué toute l'année par dérivation de la rivière. Actuellement les parcelles, de grandes dimensions (parfois plusieurs dizaines d'ares) sont couvertes d'arbres fruitiers (pêchers, pommiers), ainsi que par quelques luzernières. L'ensemble des terroirs cultivés ne couvre que des surfaces réduites: une vingtaine d'ha pour la communauté de San Juan, une cinquantaine pour Huascoy, soixante-dix pour Pampas de la Florida. En dessous de 2 700 m, les conditions thermiques permettent de pratiquer toutes les cultures de la zone tempérée et de nombreuses cultures des zones subtropicales. On peut y pratiquer de quatre à six coupes de luzerne ou passage de bétail par an sur la luzernière; au dessus de 2 600 m la gamme des cultures tempérées reste ouverte presque jusqu'à 4 000 m, donc on a un grand choix de cultures possibles sur une brève distance.

La partie inférieure des versants est désertique, rocheuse et caillouteuse, de couleur ocre-fauve, piquetée de quelques *cereus*. Au dessus de 2 500 m, des landes à ligneux verdissent pendant l'hivernage, avec un tapis de mousses et de graminées. Ce sont les parcours du bétail. Il est difficile d'en estimer la potentialité fourragère, variable selon les stations, les années et saisons, la charge passée en bétail. Elle est peut être comprise entre 200 à 500 UF/ha. Le haut des finages est formé de parois rocheuses, d'éboulis, de chaos de blocs ou encore d'anciens bassins glaciaires, inégalement revêtus par la steppe de la *puna*.

EXPLOITATIONS ET COMMUNAUTÉS AU MILIEU DU XXème SIÈCLE

a. Traits d'ensemble

Les exploitations agricoles associent productions vivrières-maïs, blé, tubercules, pois et haricots –et un élevage principalement bovin, avec cependant deux ou trois moutons, un porc et quelques ânes par exploitation.

On a vu que ces productions sont réalisées sur de petites parcelles. Chaque exploitation en possède plusieurs dizaines, situées principalement dans les terroirs des *corrales* et des *maizales*. La surface de terres arables, exploitées par une famille est de l'ordre de 40 à 50 ares en moyenne à San Juan (avec une fourchette comprise entre 20 ares et moins d'un hectare), de 60 à 80 ares dans les villages voisins de Huascoy et de Pampas de la Florida qui disposent de terroirs peu pentus (grands panneaux glissés à Pampas de la Florida) et davantage d'eau qu'à San Juan; 60 à 80 ares correspondent à peu près au module moyen des exploitations dans la haute vallée du Chancay. Les travaux se font à l'outil: *taclla*, barre à mines et houe.

La terre est travaillée au moins deux fois avant les semailles; l'araire qui servait à la préparation des champs de blé sur de hautes croupes cultivées en *secano* vers 3 200 m, a été oubliée. Aprés les semailles, les adventices sont nettoyés dans les champs de tubercules ou de maïs à la main ou bien sont binés; le maïs se récolte par épi; les tubercules sont déterrés à la houe.

La force de travail provient essentiellement du couple. Il n'y a pas de division sexuelle précise du travail dans les champs, mais les femmes ont les lourdes charges de la répartition de l'eau d'irrigation et surtout de la surveillance et des soins apportés au troupeau. Elles font la cuisine, cherchent le combustible (branchages des landes, bouses sèchées et autres).

L'élevage est pratique sans stabulation. Les bovins parcourent l'ensemble du finage pendant l'année. Ils pâturent en saison sèche les parcours au dessus des villages, parfois faisant longs déplacements pour s'abreuver. En hivernage, ils se tiennent à la proximité du village et, après les récoltes consomment sur les champs

les restes des cultures. L'élevage ovin et les troupeaux de chèvres disparaîssent au profit des bovins. La variété locale *chusca* est de petite taille, résistante aux pénuries alimentaires. Les animaux adultes pèsent de 150 à 200 kg; le troupeau est constitué à moitié par des vaches qui ont en moyenne un veau tous les deux ans, pendant l'hivernage. Les vaches allaitantes, les bonnes années, sont traitées; elles donnent de un à deux litres au plus d'un lait à transformer en fromage. Pendant la saison sèche la vie du troupeau s'organise à partir des *vaquerías* tenues exlusivement par les femmes.

Tant pour les travaux agricoles, que pour la surveillance du troupeau, des pratiques d'entraide *(ayni)* jouent dans le cadre de la parenté biologique ou sociale et permettent à certains de disposer à bon compte de prestations de travail. Ceci à charge d'une réciprocité ou de services à rendre de façon différente. À San Juan comme dans les communautés voisines, au milieu du XXème siècle, l'exploitation agricole n'est possible que si son chef est membre de la communauté. Ce qui n'est pas nécessairement le cas dans tous les villages du Chancay; à Pacaraos, par exemple.

La communauté est la collectivité sociale et territoriale qui regroupe dans son Assemblée, institution délibérante, tous les chefs de famille responsables de l'exploitation agricole. Les *comuneros* participent au gouvernement local, avec l'exercice de charges annuelles tournantes.

La communauté gère le finage et le défend contre les atteintes venues de l'extérieur: conflits avec les communautés voisines à propos des limites, du pâturage des animaux, de la répartition de l'eau ou encore la défense contre une appropriation privative de terres par des étrangers à la communauté. Son président la représente, vis-à-vis, de l'extérieur. L'institution communale organise et veille à la répartition de l'eau d'irrigation entre avril et décembre. Elle décide de la mise en culture des terres de *secano* comme de l'ouverture et des modalités d'utilisation des parcours. Elle perçoît des redevances modiques par tête de bétail. Elle loue à son profit ou redistribue les terres basses des *fundos* proches du Chancay. Elle fait exécuter par les *comuneros* les travaux collectifs *(faenas)*: la construction et entretien des chemins, le système d'irrigation, les bâtiments publics comme l'école ou l'église. Ces travaux dont l'importance varie selon les années, représentent de cinq à 10% du temps de travail annuel du *comunero*.

Les parcours sont donc du domaine communal. Les champs de *secano*, identifiés dans le cadre de chaque exploitation, ne peuvent être mis en culture qu'après une décision de la communauté, ce qui s'explique par leur localisation dans les parcours. Les champs des *corrales* et *maizales* sont de fait, la propriété des exploitants qui peuvent les cèder, les louer, les distribuer à leurs enfants et les vendre, mais seulement à d'autres membres de la même communautê (cf. Tableau N° 2).

Il y a donc un recouvrement nécessaire entre le statut de *comunero* et la fonction de chef d'exploitation. L'un ne se conçoît pas sans l'autre. Ce qui pose le problème de l'entrée dans la communauté, qui ne se fait que lorsque l'on est adulte, que l'on possède quelques champs et que l'on est marié: le fonctionnement de l'exploitation n'est pas possible sans femme.

b. La situation vers 1950

Il y a dix ans que la communauté de San Juan a été officiellement reconnue comme *comunidad indígena*. Donc, depuis 1950 son finage est officiellement délimité et ne peut plus être contesté comme il l'avait été au cours des décennies et même des siècles précèdents (conflits avec Pampas). Son droit à l'eau du Mihua, qui coule sur le territoire voisin de Huascoy est reconnu; il avait fait l'objet de discussions dès le XVII éme siècle. San Juan bénéficie de l'eau du Mihua de minuit à midi. En 1940, la communauté avait décidé que la répartition de l'eau se ferait par tête, et non en fonction de la surface, affirmant ainsi sa volonté de réguler la dimension des exploitations agricoles par le biais de la distribution égalitaire de l'eau. Enfin, au même moment la décision est prise de ne jamais louer des terres irriguées ou des parcours à des baux emphytéotiques.

Cette reconnaissance officielle obtenue après une longue et coûteuse procèdure mettait fin à plus d'un siècle d'incertitudes. Les décrets de Bolívar pris à Trujillo qui abolissent la législation coloniale et les statuts reconnus aux comuns de *indios* et suppriment les biens de mainmorte et les propriétés collectives au profit de la propriété privée individuelle, avaient ouvert la voie à l'accaparement des terres indiennes par des exploitants désireux de se constituer des domaines en pleine propriété.

TABLEAU N° 2. Tableau recapitulatif du foncier.

TERROIR	TYPE DE PROPRIÉTÉ	USAGE	INTENSITÉ D'UTILISATION
SECANO	semi-communale	usage privé, gratuit, localisé et occasionnel.	terrasses mal entretenues: moyenne 0.8 are, ni irrigation, ni amendement. Une récolte de tubercules par an.
	communale	usage collectif pour pâturages moyennant impôt.	évolution du bétail sur les terroirs en fonction de l'humidité.
CORRALES	semi-privée	usage privé temporaire gratuit pâturage collectif en période de jachère.	culture en continu toute l'année, irrig. permanente en saison sèche, terrasses bien entretenues: moyenne 1.3 are amendement.
MAIZAL	privée	usage privé, permanent, gratuit.	irrig. d'avril à juillet. 1 récolte de maïs par an. 1 ou 2 récoltes de pêches terrasses bien entretenues: moyenne 1.3 are, amendement.
FUNDO	communale	location pour usage privé. travail par la communauté en *faenas*.	irrigué en permanence par la rivière Chancay 1, ou 2 récoltes de fruits par an, amendements.
	privée	usage privé pour quelques familles riches qui se sont appropriées ces lopins au début du siècle.	idem

En 1950, le Pérou compte neuf millions d'habitants et l'agglomération de Lima n'atteint pas le million. La route n'arrive pas à San Juan, mais le projet de raccorder les villages des versants à la route du fond de la vallée est en cours d'exécution au moyen des *faenas*. L'arboriculture fruitière qui se développe dans la vallée proche de Huayopampa n'a pas fait son apparition à San Juan, mais les premiers plants sont mis en terre dans le *maizal* de Pampas. Les *fundos* sont semés en luzerne et en partie sont loués à des éleveurs des villages voisins qui y mettent à l'embouche le bétail avant de le vendre sur la Côte.

Le noyau fort des exploitations s'organise à partir des cultures pratiquées dans les *corrales* et *maizales*, qui doivent fournir l'essentiel de l'alimentation nécessaire à la vie de la famille. Le mildiou qu'atteint les cultures de pommes de terre dans les champs de *secano* a affecté particulièrement à Pampas dont la production de pommes de terre en altitude était une ressource importante et en grande partie vendue à Lima. Le maïs, avec les tubercules, reste la base de l'alimentation quotidienne. Les grains sont triés en trois catégories: la grosse est conservée pour l'alimentation locale et pour la vente; la moyenne est réservée pour le troc pratiqué en novembre dans les maisons, avec des éleveurs des *punas* qui viennent avec des caravanes de *llamas* à échanger des tissus de laine, des poteries et des pommes de terre séchées *(chuño)* contre du maïs; la troisième, aux grains médiocres, est consommée par la volaille et le cochon.

Le bétail est surtout bovin. En 1950, à San Juan le troupeau comptait 260 têtes de gros bétail, ce qui fait par exploitation une moyenne de cinq à six têtes dont la moitié de vaches. Au niveau du finage, la charge animale n'est pas excessive. Cet élevage qui constitue un capital et dont les fromages constituent un élément non négligeable dans la diète des familles n'est pas associé aux cultures: médiocre fourniture d'engrais, pas d'utilisation de l'énergie animale pour les labours ou le battage. Il se juxtapose à l'activité agricole plutôt qu'il ne s'y intègre, bien qu'il constitue un élément déja important dans le capital de certaines exploitations. Il mobilise une part importante du temps des femmes et il joue un rôle non négligeable dans les manifestations festives (par exemple les *rodeos*) et il pèse dans les rapports sociaux de production.

Les enfants fréquentent l'école primaire; ouverte au village mais les départs à la ville pour y suivre des études secondaires et supérieures ne sont pas encore nombreux. Le système a deux compartiments

(cf. Fig. 5) exploitation familiale et communauté assurant à la plupart des familles une pauvreté répartie. La régulation s'effectue par le biais, déja vu, de l'eau, par la capacité de la famille de faire face aux moments de pointe dans les travaux agricoles (début de l'hivernage, notamment). Les fêtes, avec l'abattage d'animaux qu'elles entraînent, les dépenses en boissons et orchestre qu'elles impliquent sont un moyen de redistribuer la richesse accumulée et d'écrêter les différences économiques. Les rapports à l'extérieur sont de deux ordres: persistance du troc saisonnier déja signalé; achats à Huaral du sel, des bougies, de riz, de pâtes et de sucre, et d'alcool. Pour avoir de l'argent frais, outre la vente d'un ou deux animaux par an, il est généralement nécessaire d'aller s'employer pendant quelques mois ou quelques années dans les ***haciendas*** de la Côte ou les mines de la Cordillère. Dans les années 50, ces entreprises recrutent encore, bien qu'elles s'efforcent d'avoir des salariés permanents.

Le courant d'émigration vers la Côte se développe. Ceux qui partent sont sans possibilité –ni esprit– de retour; on ne peut plus diviser à chaque génération les exploitations agricoles, qui ne parviennent pas à assurer l'autonomie de subsistance des familles; le remplacement des exploitants âges se fait, (dans les années 50 à effectifs égaux, ce qui signifie que la moitié des jeunes doit aller s'employer ailleurs.

Ainsi le système local livre à bon compte aux entreprises de la main-d'oeuvre dont il a eu à supporter la charge de l'élevage. Le capital foncier des communautés apparaît maintenant préservé après un siècle de tensions, d'inquiètudes et de conflits. Apparemment, le système paraît stable sous la réserve que les exutoires (villes, mines et ***haciendas***) épongent le plein de travailleurs et qu'une partie des émigrés puisse épargner sur des salaires correspondants pourtant au minimum vital un peu d'argent, pour faire face aux dépenses de la famille restée au village, au coût d'une fête ou encore aux frais d'installation d'un jeune couple.

Ces finalités internes: assurer la subsistence du groupe local, famille et communauté, au prix d'un niveau de vie bas, et moyennant un travail faiblement productif (le groupe familial produit dans son année de 300 à 400 kg de grains– maïs et blé-quelques centaines de kg de tubercules et des haricots, d'élèvage, d'un cochon et d'un ou deux têtes de bovins) sont celles de la plupart des collectivités paysannes. Les finalités externes, considérées dans les rapports des paysans minifundistes avec la société, sont la livraison à très bon

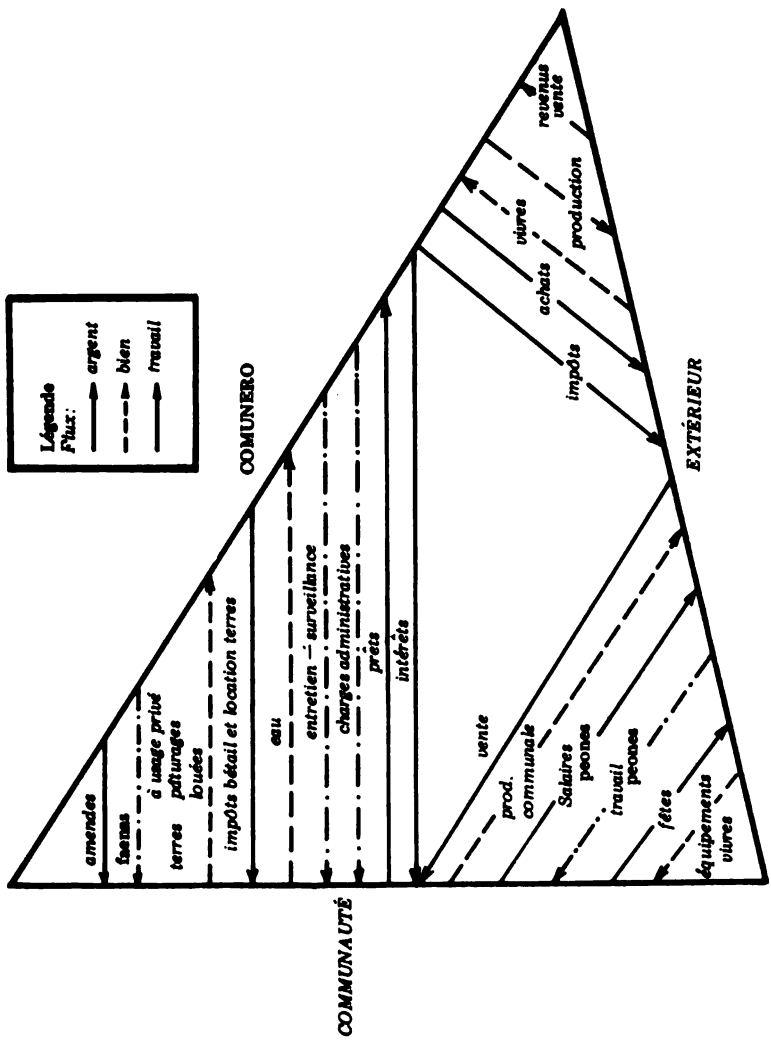


Fig. 5. Rapports communauté – *comunero*.

compte d'une force de travail aux entreprises. Elles sont moins importantes que celles assignées au paysannat indien à l'époque colonial.

c. *Flash back*

Ces villages sont des créations datant du lendemain de la Conquête Espagnole et répondaient à des objectifs précis (cf. Fig. 6). Le regroupement en villages des *ayllus* préhispaniques (groupes locaux de tendance endogamique se réclamant d'un ancêtre commun) devait permettre un contrôle facile des populations indiennes, décimées par la Conquête et ses suites, aider à leur évangélisation, mais, surtout, il avait une finalité économique. Il permet la ponction d'une partie de la force de travail des paysans par le biais de la *mita* (travail obligatoire dans les mines ou dans les services domestiques) et rend aisé le prélèvement en argent ou en produits du tribut versé à l'*encomendero* et à l'administration fiscale espagnole.

Il était un noble espagnol, auquel on remettrait un lot d'indiens installés sur un territoire et qui correspondait à une ancienne chefferie ou un fragment de chefferie; les *Atavillos* remis à F. Pizarro pour la rive gauche du Chancay. Leur contrôle avait son relai local dans le *cacique*, notable indien, souvent, descendant des familles de *kurakas* (chefs préhispaniques). Il était l'intermédiaire entre les autorités espagnoles et la population paysanne indienne regroupée en villages. À la fin de l'époque coloniale, aux diverses prestations, souvent notablement allègées dans le cas de la *mita* minière s'ajoutait l'obligation d'acquérir des marchandises venues d'Espagne: d'où pour les paysans la nécessité de vendre sur le marché une partie de leur production vivrière pour procèder à des achats obligatoires. Politiquement, financièrement et économiquement, ces comuns de *indios* étaient étroitement intègrés dans le dispositif colonial espagnol dont ils constituaient l'une des basses. Et l'on sait que dès la fin du XVI ème siècle, les *reducciones* du Moyen Chancay livraient du maïs aux élevages de cochons de la Côte qui fournissaient de la viande à la ville de Lima.

En même temps, sans que l'on assiste à de profondes transformations dans l'utilisation des techniques et des instruments agricoles, les productions se diversifient avec la venue des céréales de l'Ancien Monde (blé, orge et avoine). L'introduction progressive d'animaux

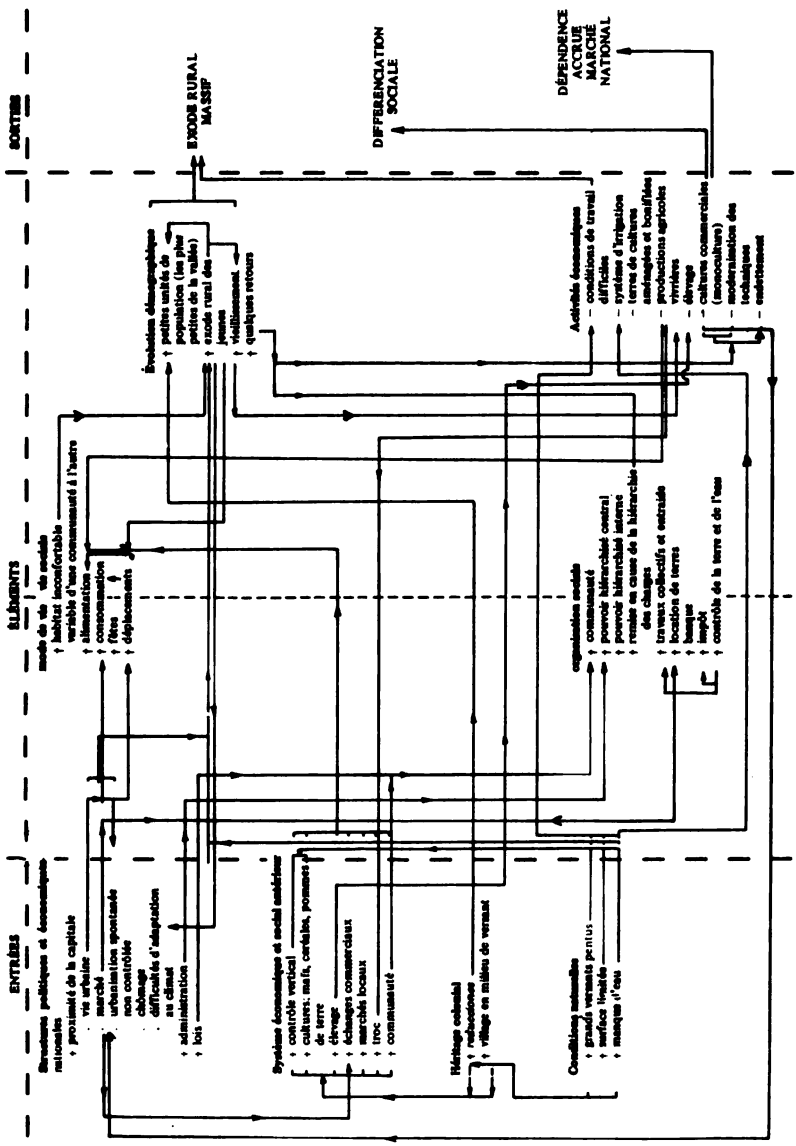


Fig. 6. Système général detaillé des quatre communautés.

domestiques (chevaux, ânes, bovins, ovins et porcins) change les rapports sociaux de production, elle constitue un facteur de transformation des milieux: la forêt claire est transformée en landes de parcours. Techniques et pratiques sont celles de l'Empire Incaïque (surtout pour les productions agricoles) et de l'Espagne Médiévale (surtout pour l'élevage) qui se perpétuent dans les montagnes andines sans toujours se complèter. On l'a déjà noté, l'élevage est plus ajouté qu'intègré dans le procès de production agricole. Et il est probable que la productivité de la terre et celle du travail n'étaient pas très différentes au début du XVII ème siècle et au milieu du XX ème siècle dans les terroirs étagés des grands versants de la vallée du Chancay.

On doit alors s'interroger sur la capacité des exploitations et des communautés à dégager suffisamment d'excédents pour payer le tribut, et à la fin de l'époque coloniale, pour acheter des marchandises venues d'Espagne. La deuxième moitié du XIXème siècle est la période du dépecage des communautés par l'entreprise individuelle capitaliste. Cependant, ces terres sèches et raides n'attirent pas les entrepreneurs agricoles qui préfèrent s'approprier, des terres irriguées que des oasis ou des pâturages étendus dans des *punas*. Ici ce ne sont que les terres irriguées des *fundos* qui sont l'objet de convoitises. Elles sont particulierement bien situées entre la haute *Sierra* et la Côte et constituent une étape privilégiée, comme lieu d'engraissement des animaux sur les luzernières avant leur vente sur la Côte. D'où les actions, souvent réussies, pour arracher aux communautés des versants pour lesquelles elles faisaient figure de terroirs périphériques, éloignés et malsains.

Ainsi la situation décrite pour le milieu du XXème siècle n'est elle qu'un moment d'apparente stabilité, à la fois fonctionnelle et institutionnelle, du système local régissant exploitations et communautés du versant du Chancay. Il existait encore un système local dans lequel s'articulaient étroitement le dispositif communautaire et les exploitations agricoles.

LA NAISSANCE DE L'HÉTÉROGÉNÉIRÉ DES SITUATIONS. CONTRADICTIONS DANS LES SYSTEMES LOCAUX ET MODALITÉS DE LA DÉSAGRÉGATION

En trente ans, les situations ont changé. En 1975–1980, la population péruvienne atteint 16–17 millions d'habitants; seule Lima dépasse les quatre millions. La Réforme Agraire des années 1969–1970 a modifié les règles d'appropriation des terres sur la Côte, les *haciendas* sont devenues des coopératives, mais elles ne recrutent plus de main-d'oeuvre temporaire. La pêche en mer qui, entre 1960–1970 était une activité créatrice d'emplois et rémunératrice, est maintenant en déclin. Le chômage urbain est de plus en plus important. La tentative d'encadrer les masses populaires rurales par le SINAMOS (*Sistema de Apoyo a la Mobilización Social*) a fait long feu, et avant que les autorités politiques ne décident de mettre à terme à l'entreprise, les paysans se sont chargés de rompre les accords passés avec cette bureaucratie dont leurs intentions révolutionnaires s'accomodaient de rémunérations élevées. Les minifundistes qui n'avaient pas de relations de voisinage avec les grandes propriétés foncières n'ont pas bénéficié de la Réforme Agraire et sont restés à l'écart des politiques réformistes des années 1970. Les modalités de transformation de communautés en coopératives, et le nouveau dispositif électif chargé de la désignation des autorités locales, ont été interprêtes différement sur le terrain.

Pourtant ces villages, restées à l'écart des préoccupations des administration liméniennes, sont par tout un tissu de relations de plus en plus étroitément dépendants de l'évolution de la situation nationale.

La route construite par le travail des *comuneros* traverse les villages, les relie au fond de la vallée puis à Huaral vers Lima. Camions et cars l'empruntent plusieurs fois par semaine. Les transistors donnent instantanément les nouvelles; ils évitent à minuit et à midi les litiges, à propos de l'heure, entre *comuneros* de Huascoy et de San Juan, au moment de la répartition des eaux du Mihua. La scolarisation secondaire des enfants des villages s'est généralisée; elle entraîne leur installation à Huaral ou à Lima, demande un effort financier aux parents pour subvenir à leurs besoins et s'accompagne parfois de l'achat d'une maison ou d'un appartement pour loger la famille à la ville. Et quand on a véçu plusieurs années, comme collégien puis étudiant, on ne remonte plus au village à retrouver une situation de

minifundiste ou à garder les vaches en montagne. Même, si les conditions d'existence sont difficiles et les possibilités de trouver un emploi stable sont réduites. Ou bien il faut, comme on le verra, que le travail à la terre procure des revenus appréciables. Enfin les habitudes de consommation se modifient: on achète de plus en plus; de pâtes, de riz, de pain, de bière à la ville; on s'éclaire à la lampe à pétrole et on souhaite disposer de courant électrique, comme les villages du fond de la vallée.

Les transformations dans le secteur agricole pendant la décennie des années 70 portent sur deux secteurs: la croissance quantitative des troupeaux bovins jusque'en 1977 et le développement de l'arboriculture fruitière par rapport au déclin des productions vivrières et des luzernières.

L'accroissement des troupeaux bovins a été accélèré par la législation qui interdise l'abattage des vaches en âge de vêler; mais, il se manifeste dès les années 60. Il est le fait de quelques exploitations qui, au fil des ans, accumulent du capital sous la forme de têtes de bétail pour profiter du bas montant des taxes prélevés pour le pâturage et des relatives économies d'échelle entrainées par le gonflement du troupeau; surveiller vingt têtes ne demande pas deux fois plus de travail qu'en surveiller dix têtes. Les effectifs dénombrés à San Juan passent de 327 en 1960 à 642 en 1977. Les troupeaux importants (plus de vingt têtes) appartiennent a des *comuneros* âgés (plus de 55 ans). La constitution d'un troupeau est l'affaire d'une vie. Mais en même temps, à San Juan, la différenciation des revenus et du capital qui ne joue guère au niveau des terres cultivées (cf. régulation par l'eau et par le travail disponible) s'exerce par l'intermédiaire du troupeau; le nombre de betes possèdées par *comunero* varie de deux à 39.

L'accroissement de la charge se fait sans modification des techniques de conduite des animaux et des pratiques d'élevage. La succesion de plusieurs années à faible pluviosité entre 1977 et 1979 a été catastrophique. La fin des interminables saisons sèches est dramatique, parce que les animaux ne trouvent rien à manger. En 1979 l'effectif du troupeau de San Juan a été réduit à moitié (322 contre 642 en 1977) par mortalité; de nombreuses vaches sont stériles: trois veaux seulement sont nées en 1979. On ne fabrique plus de fromage et le peu de lait est laissé aux jeunes animaux. Par ailleurs, les parcours sont dégradés par le surpâturage et les ligneux non consommés tendent à remplacer les espèces appetentes. Ce choc sur le troupeau survient au moment où le double effet du départ des jeunes à la ville et le refus

des jeunes femmes restées au village de monter aux *vaquerías* laisse de plus en plus la surveillance des animaux aux femmes âgées. Donc il y a une crise sur l'élevage, à la fois par suite d'une conjoncture climatique défavorable, par l'effet de la pyramide des âges au village et de l'attitude des jeunes vis-à-vis des tâches ingrates du gardiennage des troupeaux.

La sécheresse n'a pas que des effets sur les parcours. Elle limite le volume d'eau disponible pour l'irrigation. D'oú la nécessité d'un choix dans la répartition de l'eau d'irrigation. Il se fait vers les cultures les plus rentables; l'arboriculture qui se développe dans les *maizales*, au dépens des cultures vivrières des *corrales*.

LE DEVELOPPEMENT DE L'ARBORICULTURE FRUITIERE

C'est le fait majeur pour les villages étudiés dans le domaine agricole des dernières décennies.

Dès le lendemain de la deuxième guerre mondiale la production de pêches apparaît à l'initiative d'instituteurs dans la vallée affluente de Huayopampa. Elle est rendue possible par l'arrivée de la route, qui permet l'expédition rapide des fruits vers Lima et par l'existance d'un marché dans la capitale avec l'accroisement des classes moyennes et de leurs revenus. En dessous de 2 500 m et mieux encore de 2 000 m, les conditions thermiques et l'ensoleillement sont favorables, dans la mesure où l'on dispose d'eau pour l'irrigation des arbres. L'absence de variations thermiques mensuelles, oblige à créer artificiellement des rythmes saisonniers, à la fois par l'arrêt des apports d'eau mais également par l'usage de défoliants. Bien conduite, et sous réserve d'apports d'eau et d'engrais suffisants, on peut obtenir deux récoltes par an à 1 500 m et trois sur deux ans en dessous de 2 400 m.

A Huayopampa où l'arboriculture, dès 1950, mobilise l'essentiel de l'activité des exploitations, provoque le déplacement du village vers le bas, au milieu des vergers et entraîne la venue d'une main-d'oeuvre étrangère à la communauté. La culture des pêchers apparaît à Pampas dans les années 80; des liens étroits, préhispaniques, existent entre Pampas et Huayopampa et après la maladie de la pomme de terre des années 45, des agriculteurs de Pampas avaient

emigré aux plantations de Huayopampa. Ils en reviennent avec quelques plants et les pratiques de l'arboriculture. Les soins aux vergers deviennent suffisamment importants pour que le transfert des habitants de Pampas s'effectue entre 1954 et 1957 jusqu'au *maizal* de la Florida, situé à 2 500 m sur un replat. L'arrivée de la route facilite les expéditions des fruits, en caissettes, sur Lima où se met en place, à partir du marché central (*Mercado Mayorista*) tout un réseau de vente, des grossistes aux détaillants, qui reste contrôle par les familles des arboriculteurs. Progressivement, les pêcheurs ont occupé l'ensemble des parcelles des *maizales* de Pampas de la Florida, d'où le recul correspondant des luzernières et de la culture du maïs. Les champs situés autour du village abandonné (3 100 m) sont progressivement eloignés et délaissés. La production de pêches mobilise l'essentiel du temps et des moyens des agriculteurs.

Cette production exige un ensemble de pratiques nouvelles et de moyens dépendants du marché et des activités de la ville. À l'aval, la nécessité d'avoir un marché pour l'écoulement régulier, des produits à bon prix. À l'amont, l'obligation d'acquérir des engrais, des pesticides, des défoliants et du matériel nécessaire aux traitements, des pulvérisateurs, notamment. La comptabilité agricole se complique. L'avantage passe à ceux qui possédent un petit capital initial, qui ont les moyens de faire face aux investissements demandés par l'arboriculture et disposent à la fois de parcelles bien situées en dessous de 2 600 m, acquièrent sans difficultés excessives le savoir-faire nécessaire à l'entretien des arbres et à une adéquate gestion de la production de fruits. L'exploitant qui parvient à disposer d'un demi-hectare en vergers peut obtenir trois récoltes en deux ans (rythme qui se généralise à la Florida alors qu'à San Juan on en est encore à une récolte annuelle) et dispose de revenus de dix à vingt fois supérieurs à ceux d'un agriculteurs qui pratique des cultures vivrières sur la même surface.

On assiste à la valorisation des parcelles où l'arboriculture est praticable —c'est-à-dire, les terroirs en dessous de 2 500 m— et à la concentration de l'eau, du travail et de l'ensemble des moyens dans ces secteurs à haut rendement. Mais en même temps, différentes dispositions communautaires peuvent constituer des entraves au développement des exploitations orientées vers l'arboriculture. Certains s'efforcent de faire sauter la règle de la répartition égalitarie de l'eau, *per capita*, soit par l'acquisition des contingents d'eau à d'autres exploitants, soit par l'appropriation d'eau de sources, ou la dérivation de l'eau du torrent, mais à titre privé. Ainsi, à la Florida un réseau extra-communautaire est gèré par plusieurs exploitants.

Comme le travail dans les plantations dégage une plus-value supérieure au salaire minimun –ce qui n'est impossible vis-à-vis à l'outil- pour des productions vivrières (maïs ou tubercules), l'exploitant a avantage à ne plus assurer les *faenas* communales et à faire exécuter les travaux par des *peones* rémunérés au salaire minimum. De même, il est souvent nécessaire, pour faire face aux pointes de travail dans l'arboriculture, de recourir à la main-d'oeuvre salariée. D'abord, celle des *comuneros*, mal pourvus en terre et les plus pauvres; ensuite celle des *peones* venus des régions misérables de la *Sierra*, comme le *Callejón de Huaylas*. Donc, l'apparition du salariat agricole à l'intérieur de la communauté; mais, ce qui est une pratique courante et déjà ancienne à Huayopampa dans les habitudes à la Florida mais qui a fait son apparition à San Juan, récemment.

En même temps, on s'efforce de conserver certaines commodités procurées par l'institution communale aidée par les pouvoirs publics. Par exemple, la communauté peut acquérir sur ses fonds propres ou avec l'aide de prêts, un ou plusieurs camions pour faire le transport des fruits vers Lima et donc, sont les exploitants les plus importants qui tirent en priorité d'avantage. Les organismes de l'État, par l'intermédiarie de la communauté, facilitent la création de coopératives pour procéder aux ventes groupés de produits comme d'aliments et de boissons, bière notamment.

Alors, la communauté n'est plus qu'un support offert à des activités, dont la logique est celle de l'exploitation individuelle reliée au marché. La logique de l'exploitation privée qui vise d'abord à maximiser ses revenus s'impose aux dépens de la logique holiste qui, pour une part et à un certain niveau, s'imposait dans le cadre de la communauté où, les rapports entre les hommes l'emportaient sur les rapports des hommes aux choses.

Ceci s'accompagne de tensions internes et de conflits avec les minifundistes qui pour des raisons personnelles ou en fonction de la situation de leur exploitation, apparaïssent comme des laissés-pour-compte: petits agriculteurs qui n'exploitent que quelques parcelles pour des productions vivrières et doivent s'employer à bas prix sur les exploitations des voisins plus fortunés. On assiste à la prolétarisation sur place d'une partie des paysans et à l'accroissement des différences à l'intérieur du groupe local. Les enfants de ces paysans misérables préfèrent être prolétaires en ville qu'au village où les possibilités d'accèder à la conduite d'une exploitation deviennent difficiles par des prix élevés des parcelles et un marché foncier pratiquement bloqué.

Ainsi, le système local à deux compartiments (communauté et exploitations)perd sa finalité d'assurer sa reproduction. L'exploitation vivrière pratiquée à l'outil sur de petites parcelles et associée à un élevage extensif, médiocre et fragile se désagrège sans qu'aucun effort ne soit pas entrepris pour améliorer ses techniques (par exemple celles d'irrigation) et ses pratiques notamment dans le domaine de l'élevage. Seule l'exploitation agricole se développe, orientée vers l'arboriculture; laquelle est dépendante du marché et du système qui l'organise; tandis que les règles de la communauté sont transgressées ou s'évanouissent. Certes. elle a la fragilité des monoproductions: sensibilité écologique vis-à-vis des attaques des insectes, des champignons; sensibilité aux contraintes du marché et surtout à celle du prix du produit. Cependant, cette activité a permis faire face à la sécheresse des années 1977–1979, et a résisté aux difficultés économiques du pays. Ces pêches, dont la qualité n'est pas excellente, ont continué à se vendre malgré la crise urbaine et la baisse du pouvoir d'achat d'une partie de la population. Elle a permis les maintien sur place d'une population d'agriculteurs.

CONCLUSIONS

La question posée est de savoir quelles seront les formes d'exploitation agricole qui pourront se maintenir sur ces versants secs et pentus. A peu près, partout dans le monde les paysanneries et surtout, celles de montagne se désagrègent, à la fois car, elles constituent des sociétés rurales qui visent à s'assurer la subsistance et dont l'organisation se fait à trois niveaux: celui de l'exploitation familiale; celui de la collectivité locale; et enfin, celui de l'État qui contrôle, prélève et en cas de besoin garantit. Ensuite, parce que les avantages de la diversité des productions liés à l'étagement écologique s'annulent et disparaîssent devant les inconvénients liés à la pente; difficultés, sinon impossibilités de mécaniser l'agriculture et donc de se bénéficier des économies d'échelle; coûts élevés des déplacements et des dépenses d'énergie pour relier les divers secteurs exploités lesquels sont comptabilisés et d'autant que l'énergie ne provient exclusivement de la seule énergie musculaire humaine ou animale.

Ici, la spécialisation fruitière procure des ressources, crée des emplois mais décale vers le bas, le centre de gravité des exploitations;

et pourtant, le déclin des productions traditionnelles. L'utilisation des landes, comme parcours pour un bétail rustique et résistant est une formule intéressante, sous réserve que le gardiennage puisse être assuré au meilleur coût, que la charge animale ne soit pas forte et qu'un complément puisse être fourni par des fourrages obtenus en bonnes conditions, avec des animaux engraissés ailleurs avant l'abattage. Plus amont, dans la vallée les conditions sont meilleurs pour un élevage bovin extensif: pâturages étendus, pluviosité abondante et régulière, et dans les communautés voisines la culture des pois est une activité intéressante. Ainsi partout, s'esquissent des spécialisations qui sont fonctions des données géo-écologiques, mais qui dépendent des conditions imposées par le marché à dominante urbaine. On assiste à la mise en place, d'un système de production relativement spécialisé à l'échelle de la vallée; mais à ce moment, il s'accompagne d'une hétérogénéité des situations au niveau des exploitations et des collectivités rurales voisines. Cette hétérogénéité ne facilite pas l'éventuelle mise en place d'une politique visant au *stockage* sur place des paysans pour limiter le flux vers les villes, où l'emploi dévient difficile à trouver et dont la gestion pose de problèmes difficiles lorsque les agglomérations dépassent les quatre millions d'habitants dans des économies en crise.

0

QUELQUES SUGGESTIONS POUR LE CHOIX, LA MESURE ET L'UTILISATION DES GRANDEURS CLIMATIQUES DANS L'ÉTUDE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION.

M. Eldrin (*)

Lorsqu'on examine une description des composantes des systèmes de production, telle que celle donnée par R.D. Hart[1] : populations de plantes (cultures et mauvaises herbes); populations d'animaux (hommes, herbivores et carnivores); populations de micro-organismes (virus, bactéries, champignons bénéfiques et micro-organismes maléfiques); éléments nutritifs du sol et eau du sol; on remarque que l'action de chacune de ces composantes dans le fonctionnement de l'agrosystème est dépendant des facteurs climatologiques. La plupart des principaux processus physiologiques qui conditionnent le rendement: absorption d'eau et d'éléments minéraux, photosynthèse, respiration, régulation stomatique, systèmes enzymatiques ou hormonaux, croissance, floraison, germination et autres, sont relevés du rayonnement solaire, de

(*) Agroclimatologiste, I.I.C.A., Costa Rica.

l'eau du sol et des précipitations, de la température et de l'humidité de l'air, de la vitesse du vent, de la température et de l'oxygénation du sol, de la longueur du jour et d'autres éléments.

Si l'importance du rôle qui jouent des facteurs climatiques dans le fonctionnement des agro-systèmes est une évidence incontestable, alors l'étude des mécanismes d'action de ces facteurs, la mesure et l'utilisation des grandeurs climatiques pour déterminer quantitativement la fonction de chacune d'elles dans la production des agrosystèmes ne demeure moins complexe et difficile.

Quand on doit réaliser une étude agroclimatologique, il faut se poser les questions suivantes: compte-tenu de la spécificité de l'étude, quels sont les facteurs climatiques à prendre en considération? La réponse à cette question suppose la connaissance de la nature des processus physiologiques qui entrent en jeu dans le phénomène étudié et également, l'action des facteurs physiques sur ces processus physiologiques. Où et comment mesurer ces facteurs? De quels espaces (environnement d'une feuille, d'une culture, d'une région) doivent-ils être représentatifs? À quelle échelle de temps: valeurs instantanées, horaires, journalières, décadaires; les mesures doivent-elles être effectuées? Les réponses à ces questions conditionnent le choix des appareils de mesure (sensibilité, précision, temps de réponse, possibilité d'intégration dans le temps, dimensions ou déplacement du capteur) et leur position dans l'espace; en particulier la hauteur au dessus du sol à laquelle ils doivent être placés.

Selon les choix affectués, les valeurs obtenues pour chacun des paramètres mesurés (température de l'air, par exemple) peuvent différer considérablement et, suivant le cas, présenter une relation (corrélation) forte, faible ou même nulle avec le phénomène étudié.

En fait, le plus souvent, l'agroclimatologiste n'a ni les moyens ni le temps d'acquérir les données appropriées à l'étude qu'il doit réaliser. Il ne se pose pas toutes ces questions et se contente d'utiliser les données fournies par les réseaux météorologiques régionaux. Dans le meilleur des cas, il fabrique à partir de ces grandeurs, des indices climatiques qu'il tente de mettre en relation avec les phénomènes agronomiques étudiés (qualité et quantité de la production, par exemple).

Or, il se trouve que les données fournies par les réseaux météorologiques (ou même par les réseaux agroclimatologiques quand ils

existent) sont généralement inadéquates pour l'étude envisagée. Il s'agit en général de valeurs instantanées (température et humidité de l'air et vitesse du vent) mesurées à certains moments de la journée alors que l'agroclimatologiste a besoin de valeurs correspondants à une intégrale sur des périodes longues. Les précipitations sont données sous forme de montants décadaires ou mensuels alors que les précipitations journalières constituent l'information la plus utile. La hauteur au dessus du sol (1.40 m à 2 m) des appareils placés dans des abris météorologiques de types classiques est telle que les données, ainsi obtenues constituent une référence climatique valable pour des cultures basses (gazon, légumineuses rampantes et céréales basses) mais n'ont pas de signification pour des cultures hautes (maïs, manioc, canne à sucre et autres) et, encore moins pour des plantations d'arbres ou de la forêt.

L'agroclimatologiste doit faire face à l'alternative suivante: mettre en place un dispositif de mesures adapté à son étude et attendre une ou plusieurs années pour disposer d'une série suffisante de données; ou utiliser les données inadéquates existantes. Pour échapper à cette alternative desolée deux lignes d'action sont suggérées. D'une part l'amélioration des réseaux agroclimatologiques. Ainsi, dans la plupart des pays du monde, les réseaux météorologiques ont été créés pour répondre aux besoins de la météorologie (prévision du temps, circulation générale de l'atmosphère, . . .) ou de la sécurité de la navigation aérienne. Il n'est pas étonnant que les mesures qui y sont effectuées ne répondent pas aux besoins de l'agroclimatologie. Dans les pays où l'agriculture constitue une part importante de l'économie nationale (pays en voie de développement, entre autres), il est indispensable de mettre en place des réseaux de mesures climatiques qui constituent un référentiel adapté aux études agroclimatiques. À cette fin, il convient de redéfinir la nature des observations à effectuer; revoir le choix des instruments de mesure (enregistrement ou intégration dans le temps plutôt que lectures instantanées); définir la densité des postes de mesure en fonction de l'intensité des gradients climatiques et régionaux; et modifier la hauteur des appareils au dessus du sol. Une hauteur de 3 m à 5 m pour l'étude des cultures non-arbustives et d'une ou plusieurs dizaines de mètres pour celle de couverts arbustifs, plantations d'arbres et forêts permet d'obtenir des références climatiques significatives du climat régional (quelques centaines de km2). D'autre part, la mise en place des mesures complémentaires, choisies en fonction des objectifs de l'étude entreprise. Il ne s'agit pas de créer des réseaux de substitution aux réseaux de mesures existants; mais au contraire,

de permettre la transformation des grandeurs disponibles en données directement utilisables pour l'étude envisagée. On illustre à ce propos avec l'exemple dè l'étude du bilan hydrique d'une culture, où leur importance sur le rendement d'un agrosystème est évident. Même en zones tropicales humides le rôle de ce bilan est important, par ses effets positifs; car il existe toujours une ou plusieurs saisons séches pendant lesquelles le manque d'eau constitue un facteur limitant du rendement; comme par ses effets négatifs, liés à l'excés d'eau (érosion, lixiviation, asphyxie, humidité de l'air).

L'étude du bilan hydrique suppose celle de ses composantes c'est-à-dire, l'analyse des précipitations qui constituent l'apport climatique en eau, l'évapotranspiration potentielle (ETP) qui traduit la demande climatique maximale en eau et l'évapotranspiration réelle (ETR) qui correspond à la consommation hydrique effective de la culture:

a. Précipitations

Elles sont généralement mesurées quotidiennement au moyen de pluviomètres dans le cadre des réseaux météorologiques. Il est particulièrement important de conserver cette information journalière; souvent perdue par la transcription de ces données primaires sous forme de montants pluviométriques hebdomadaires, décadaires ou mensuels. En effet, les données journalières permettent de réaliser l'analyse fréquentielle des précipitations, particulièrement utile pour la conduite des cultures (callage dans le temps des cycles culturaux, définition en termes de probabilité des risques de sécheresse ou de fortes pluies). L'installation de quelques pluviographes en des points bien choisis permet d'obtenir, en une ou plusieurs années, des informations complémentaires sur le début et la fin de chaque pluie (étude des séries chronologiques), et d'établir des relations utiles (érosion, drainage, et autres) entre le montant et l'intensité des pluies. Ces résultats sont ensuite, extrapolés à l'ensemble des stations pluviométriques.

b. Évapotranspiration.

Le calcul de l'ETP et l'évaluation de l'ETR telle que la propose A. Perrier[2] suppose connue, entre autres choses, le rayonnement net de la culture étudiée. La mesure n'est pas réalisée dans le cadre des réseaux météorologiques qui fournissent généralement la durée d'insolation, mesurée par un héliographe. La démarche à suivre consiste à estimer d'abord le rayonnement solaire global (G) à partir de la durée d'insolation (n) par une formule du type Black:

$$G = G_0 \left(a + b \frac{n}{N}\right)$$

avec G_0 rayonnement solaire au sommet de l'atmosphère et n durée astronomique du jour.

Ces deux grandeurs se calculent à partir de la seule connaissance de la latitude du lieu et de la date du jour considéré; a et b sont des coefficients.

On estime ensuite le rayonnement net (N) de la culture à partir de G et de quelques caractéristiques du couvert végétal (albédo, développement, état hydrique). Il existe une relation quasi-linéaire entre les bilans de courtes et de grandes longueurs d'onde d'une culture. Le problème consiste à obtenir, sur de périodes de quelques jours –cinq à 10 jours généralement pour les études de bilan hydrique– une précision suffisante pour G, à partir de la formule de Black. Pour celà, il faut déterminer des couples de coefficients a et b, correspondants à chaque région et chaque saison de l'année (succession des différents types de temps). Pour cela, on suggére la généralisation de la mesure du rayonnement global, à raison d'un pyranomètre par chaque région climatique grande et permettre la détermination de ces coefficients a et b et, par suite, une utilisation optimale des données disponibles de durée d'insolation.

On note que la connaissance de G permet, non seulement l'estimation de N mais, également, celle du rayonnement photosynthétiquement actif (PHAR), c'est-à-dire de la partie visible du rayonne-

ment solaire global. Le PHAR –qui constitue 45 à 55 % de G– est une donnée particuliérement utile pour l'estimation des potentialités climatiques de production végétale d'une région.

Ces exemples montrent, qu'au moyen de la mise en place de réseaux agroclimatologiques bien concus, il est possible de parvenir, grâce à la réalisation de quelques mesures complémentaires, en un nombre limité de stations et pendant un temps relativement court (un à deux ans), à une certaine récupération des données des réseaux météorologiques pour la réalisation d'études qui concernent l'action des facteurs climatiques sur le fonctionnement des systèmes de production.

BIBLIOGRAPHIE

1. HART, R.D. Agrosistemas del trópico; control integrado de plagas en sistemas de producción de cultivos para pequeños agricultores. Costa Rica, CATIE, v. 1, 1979. pp. 15–25.

2. PERRIER, A. Projet de définitions concernant l'évapotranspiration en fonction de considérations théoriques et pratiques. La Météorologie Nationale 6(11): 7–16. 1977.

APPROCHE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION AGRICOLE PAR LA CARTOGRAPHIE DE L'UTILISATION DU SOL.

P. Gondard (*)

Les cartes d'utilisation du sol qui sont établies en Équateur délimitent des espaces homogènes qui correspondent à des associations stables entre une gamme de plantes et certains éléments qui, dans les conditions économiques et sociales de l'Équateur, peuvent expliquer la culture. Ces types d'utilisation du sol sont reconnus dans l'observation du paysage. Ils traduisent donc, d'une certaine manière les systèmes de production agricole qui sous-tendent les paysages; ils sont comme une approche externe tandis que les études agronomiques, sociologiques ou économiques donnent une connaissance interne. La concordance qui s'établit entre ces deux approches rend possible l'extrapolation d'observations ponctuelles dans un cadre géographique.

(*) Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Équateur.

La cartographie de l'utilisation actuelle du sol telle qu'on est réalisée dans les Andes équatoriennes peut servir de base à une approche rapide des systèmes de production agricole, parce qu'elle fournit le cadre géographique idéal pour intégrer les résultats d'un travail pluridisciplinaire.

Cette étude correspond à une phase de la convention signée entre l'O.R.S.T.O.M. et le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage équatorien. Elle doit aboutir par étapes à la régionalisation agricole du pays. La nécessité d'établir un inventaire détaillé du milieu rural y est présentée comme une des premières exigences et la cartographie de l'utilisation du sol, comme une de ces étapes.

La conception de cette carte devait être pratique, adaptée aux besoins concrets des techniciens du ministère; sa réalisation devait être rapide pour tenir compte des délais de la convention et simple pour démarrer avec le personnel technique existant qui se formerait. La couverture devait être exhaustive.

On a commencé par une photointerprétation systèmatique. L'échelle des documents autorisait une reconnaissance physionomique des formations végétales naturelles, mais ne permettait pas une identification directe des cultures. Dans les zones cultivées, il n'apparaissait que des ensembles d'utilisation du sol photographiquement homogènes que l'on s'est efforcé d'individualiser. Ces ensembles sont caractérisés par la combinaison de quatre facteurs, comme des éléments explicatifs. Il s'agit du climat lié ici essentiellement à l'altitude de la structure agraire, de l'irrigation et de l'érosion.

Ce sont ces quatre facteurs, qu'on a recherché sur les photographies aériennes où ils apparaissent à travers la position des champs sur le versant, la taille des parcelles d'exploitation et la tonalité des gris. La présence ou l'absence de végétation naturelle apporte une information supplémentaire sur l'intensité de la mise en valeur. C'est la combinaison de ces éléments qui individualise des zones homogènes d'utilisation du sol.

Le travail de terrain constitue la deuxième étape de préparation à la cartographie. Il consiste à tester l'interprétation qui a été faite des ensembles de végétation naturelle et à réaliser dans chaque zone agricole homogène précédemment déterminée, une estimation des pourcentages d'occupation du sol pour chacune des cultures présentes, une évaluation des surfaces irriguées ou érodées et une véri-

fication de la dimension du parcellaire. Tout changement dans la taille des parcelles, qu'il soit induit par la réforme agraire ou par une vente, traduit une modification des structures de la propriété et, par concomitance, une telle variation des cultures pratiquées, qu'il oblige à corriger les limites des zones étudiées. On veille en effet à conserver des espaces d'utilisation agricole vraiment homogènes.

Le système de culture peut être diversifié, on le prend en compte comme un tout et on souligne sa permanence sur une surface déterminée.

L'inventaire cartographique proprement dit est à l'échelle du 1/50 000. Il reprend l'essentiel de l'information recueillie lors de l'observation de terrain sur les facteurs explicatifs et les cultures. Celles-ci. sont classées sur la carte par ordre d'importance décroissante des pourcentages d'occupation du sol. Le système d'écriture adopté permet de conserver beaucoup de précision, mais oblige à lire la légende inscrite dans chaque zone. L'usage de ces cartes est fort pratique pour appréhender en détail une petite surface et pour identifier de petits périmètres d'intervention. Elles ont été beaucoup utilisées en ce sens par le Ministère de l'Agriculture et par de nombreux organismes publics ou privés équatoriens. Par contre, s'il s'agit de connaître la répartition d'une culture ou la distribution d'un élément explicatif, ou si l'on veut avoir une vision générale d'une région agricole, elles ne sont pas satisfaisantes. On a réalisé deux autres séries de cartes au 1/200 000. Des cartes thématiques, carte du maïs, carte des prairies, carte de l'irrigation et autres, qui répondent aux préocupations des programmes particuliers du Ministère de l'Agriculture et des cartes des types d'utilisation du sol qui permettent une approche globale des réalités agraires.

On appele type d'utilisation du sol une forme bien caractérisée d'agriculture que l'on peut saisir et décrire à partir de ses composantes fondamentales retenues, lors de l'inventaire des zones homogènes au 1/50 000. Un type d'utilisation du sol correspond à une association constante de plantes cultivées (herbages ou cultures proprement dites), à une taille de parcellaire d'exploitation et à un type d'irrigation donné. Lorsque l'érosion est importante, la culture céde la place à une formation vegétale secondaire qui sert de terrain de parcours au bétail. Il en est de même dans la plupart des formations naturelles andines.

Tous ces éléments sont nécessaires à la définition des systèmes de production agricole, mais ils n'y suffisent pas parce qu'ils permettent l'approche, mais n'épuisent pas la compréhension.

Lorsque, on indique un ensemble de cultures associées d'une manière stable; comme c'est le cas pour l'orge, la fève et la pomme de terre; on saisit immédiatement qu'il y a rotation entre chacune de ces cultures, mais on n'en connaît ni l'ordre, ni le rythme et il manque encore de nombreuses informations sur les techniques culturales. Lorsque on indique la taille du parcellaire d'exploitation, on signifie d'emblée si l'on est en *hacienda* ou en *minifundio*, parce que le parcellaire traduit dans le paysage les structures de la propriété foncière; mais l'organisation sociale qui en découle, l'économie rurale et les flux du marché restent invisibles. Les types d'utilisation demandent à être complétés.

Les disciplines qui, par ailleurs, participent à l'inventaire du milieu rural équatorien l'approchent sous forme d'enquétes. Or, il y a un délicat problème de méthode pour aller du point enqueté à l'espace qu'il représente. Quel est-il? . Où faire passer les limites? La solution fréquemment retenue consiste à suivre les limites administratives, mais elle n'est pas entièrement satisfaisante parce qu'elle découpe des ensembles naturels qui devraient être regroupés. On pense qu'il est juste de suivre les limites des types d'utilisation du sol tels qu'on a présentés. En effet, si comme il est admis généralement, le système de production agricole précise les éléments du rapport Nature/Agriculture, c'est-à-dire s'il détermine comment un groupe humain, en fonction de ses moyens techniques et de ses ressources tire parti d'un milieu physique donné; on note que c'est le même rapport médiatisé par le paysage que saisit le type d'utilisation du sol.

La cartographie des types d'utilisation du sol qui intègre déjà milieu naturel et milieu humanisé; il paraît un cadre judicieux pour extrapoler les enquêtes d'agronomie, de sociologie ou d'économie réalisées, d'autre part.

On remarque, cependant que s'il y a parfois coincidence entre un système de production agricole et un type d'utilisation, il faut regrouper plusieurs types d'utilisation du sol correspondant chacun à un sous-système de production pour obtenir le système de production agricole complet mis en oeuvre par l'exploitant. Par exemple, les *haciendas* laitières du couloir interadin (Cayambe ou

Latacunga) correspondent bien au type: grandes parcelles abondamment irriguées et toujours en herbe, mais le système de production des *minifundios* d'altitude recouvre à la fois la frange de petites parcelles d'orge-fève– pomme de terre, et le *páramo* voisin qui assure un complément de pâture et de combustible indispensable à l'équilibre global du système.

Ces observations qui mettent en évidence le lien existant entre système de production agricole et type d'utilisation du sol, entraînent une autre, complémentaire: la connaissance des types d'utilisation du sol peut permettre de faire l'économie d'une enquête lourde. On choisira les points d'enquête qui seront représentatifs des systèmes que l'on veut cerner et l'on extrapolera ces résultats avec une bonne confiabilité à toute la zone correspondante. Ce cheminement suppose que la cartographie de l'utilisation du sol précède les autres approches. Dans le cas contraire, on peut encore regrouper *à posteriori* les enquêtes correspondant à chaque type d'utilisation du sol pour parvenir à une meilleure définition des systèmes agraires.

AGRICULTURE SUR BRÛLIS ET CHANGEMENTS CULTURELS. CAS DES INDIENS WAYÃPI ET PALIKUR À GUYANE:

Pierre Grenand (*)

On présente deux cas d'évolution d'agricultures sur brûlis tournées traditionnelles vers la subsistance. Ensuite, on discute brièvement les possibilités d'insertion de ces agricultures dans le cadre du développement régional.

INTRODUCTION

Les populations envisagées sont: les indiens Wayãpi et Palikur qui vivent dans la zone frontalière Guyane Française – Brésil– au nombre de 580 et 1 000 personnes, chacune.

(*) Etnologue, Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Centre de Cayenne.

CARACTÉRISATION DES ECOSYSTÈMES PALIKUR ET WAYÃPI

On fait l'analyse au niveau de chaque ecosystème (cf. Fig. 1):

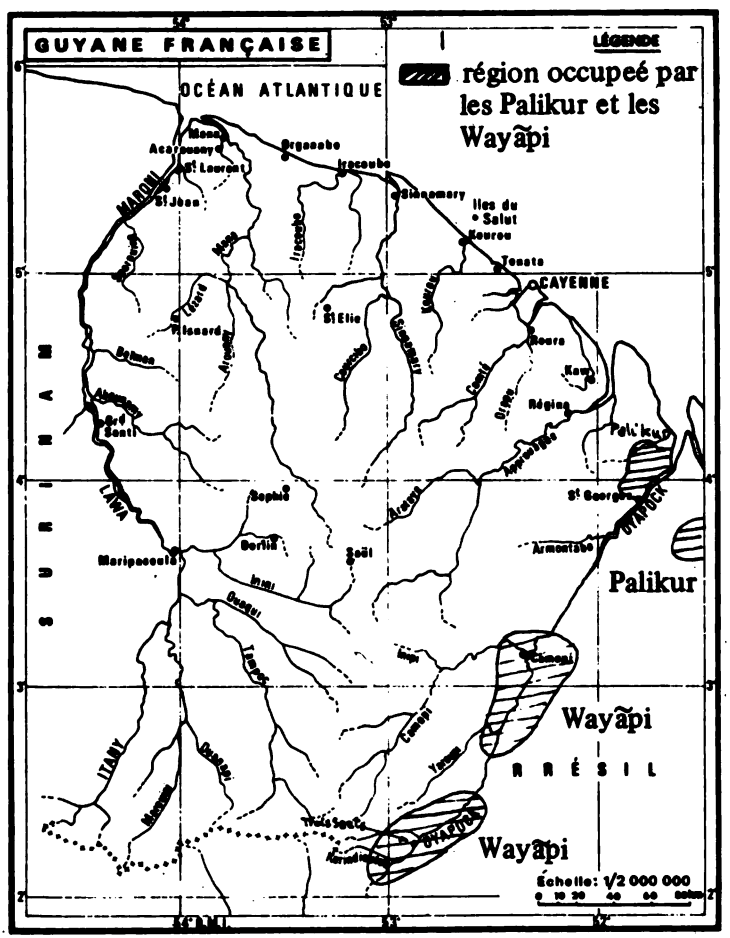


Fig. 1. Régions occupées par les Palikur et les Wãyapi.

a. Ecosystème Palikur

Ces indiens habitent dansune zone limitée et caractérisée par quatre milieux différents: la mangrove, la forêt inondable, des savanes inondées huit mois sur 12, entrecoupées de lacs et d'îlots de forêts de terre ferme. Ces derniers représentent 10 % de la surface.

L'élément aquatique constitue un lien qui permet l'exploitation des quatre milieux aux moments, de la concentration ou maturité, maximales des produits animaux ou végétaux qui caractérisent chacun d'entre eux. L'agriculture sur brûlis est pratiquée sur les îlots de terre ferme et s'intégre dans un cycle contraignant et non à l'inverse.

Au XXème siècle, l'agriculture itinérante des Palikur a succédé à des formes complexes d'agriculture sur buttes-au XVIIème siècle relayée au XIXème siécle –par un système semi-permanent sur mottes et billons. A partir du XVIème siècle jusqu'au début de notre siècle l'évolution du système agricole est liée à la fonte démographique.

b. Ecosystème Wayãpi

Au contraire les Wayãpi jouissent sans partage des immenses forêts de terre ferme qui couvrent la totalité de leur territoire. L'exploitation méthodique du milieu se fait à partir d'un point, le village, d'où l'indien rayonne de manière à toujours rentrer le soir (15 km environ).

Le fléchissement du rendement dans les domaines de la pêche, de la chasse, de la cueillette, et de l'agriculture, et non le seul épuisement des terres; entraîne, le déplacement du village et son installation au centre d'une nouvelle zone de pluriexploitation. Dans ce système, l'agriculture n'est plus subordonnée aux autres activités, mais devient une des quatre composantes d'un système agro-forestier où l'abattis n'est exploité que pendant l'an, et la forêt secondaire, qui le remplace vite, est une réserve pour certains produits de chasse et de cueillette.

Donc, on arrive à une situation paradoxale, d'un côté, les Palikur amenés à développer anciennement une agriculture raffinée pour pouvoir bénéficier de l'ensemble des ressources d'un milieu diversifié et riche, mais peu étendu; et d'autre côté, les Wayãpi limités par leurs déplacements dans un milieu illimité. Ils ont développé une agriculture à impact léger sur le milieu, puisque la condition même de leur abondance est l'exploitation changeante des secteurs accessibles à partir d'un village.

ÉVOLUTION DES AGRICULTURES PALIKUR ET WAYÃPI

a. Les Palikur

À la suite de la perte de l'Amapa par la France en 1900, des Palikur s'installent en Guyane Française; mais, ils continuent à entretenir des relations avec le coeur de l'ethnie au Brésil. Cependant, les nations souveraines, Brésil et France, ne s'accomodent pas de cette symbiose. Dans ce sens, on examine le cas extrême d'une communauté installée sur la rive française, près du bourg créole de Saint-Georges de l'Oyapock.

Dès 1955, les villageois répondent à une demande créole. Ils se font pourvoyeurs de produits de chasse, de cueillette et même agricoles (farine de manioc). En 1968, on commence des travaux d'aménagement d'une piste d'aviation, ce qui demande de la main-d'oeuvre bien payée, et pourtant d'autres Palikur arrivent. Cette communauté nombreuse, désormais accolée au bourg de Saint-Georges, attire l'attention de l'administration qui les accorde l'identité française, des subventions diverses et la scolarisation des enfants.

Les Amérindiens venus au bourg créole pour peu de temps, se trouvent dans l'incapacité de repartir, même de poursuivre leurs activités coutumières. Installés en effet sur des terres des autres au milieu d'agriculteurs non-indiens, les Palikur ne sont plus maîtres de leur écosystème. En 1974 ils se voient accorder une concession de terre de 15 ha pour quinze chefs de familles, non pas pour les faire vivre

un an, mais pour, en plus, y faire les rotations nécessaires. Dès 1978, six chefs de familles sont obligés d'ouvrir des parcelles sauvages hors du lot attribué.

On essaie aujourd'hui, d'améliorer l'agriculture de ces indiens; alors qu'il est patent, que l'on ne peut qu'à grands frais amender des terres déjà sur-exploitées. Les Amérindiens répondent à cette concession par l'abandon de l'agriculture. Ils s'engagent comme prospecteurs géologues, chasseurs professionnels, pêcheurs sur chalutiers, bûcherons; ils choisissent entre deux prolétarisations, la plus rentable.

Dans le cas des Palikur, leur seule chance de survie passe par l'intervention de l'État qui possède les moyens administratifs et pourtant de permettre constituer la communauté pour se bénéficier d'une infrastructure de base (école, dispensaire, atelier) sur les terres vierges d'un cours d'eau voisin, la Crique Gabaret. Autrement dit, les Palikur demandent le droit de se déplacer. Si l'on considère qu'il s'agit d'une entreprise philantropique; on peut se demander si la structure même de la société tolère de telles actions.

b. Les Wayãpi

L'évolution de cette population est particulièrement simple. Le cas des Wayãpi du Haut-Oyapock groupe le plus caractéristique de ce groupement. En 1942, ils entrent en contact avec les Français, d'abord intermittent puis permanent, à partir de 1971. L'assistance sanitaire et matérielle ont amené un certain regroupement des communautés sans pour autant entraîner de déplacements importants. L'achat de biens matériels extérieurs est permis surtout par des prestations familiales de l'État, par des emplois tertiaires à temps partiel et par des gratifications aux chefs de village. Il résulte que l'écosystème reste très similaire à ce qu'il était au siècle dernier.

Paradoxalement à ce qui se passe fréquemment, on peut véritablement parler ici d'évolution dans le sens d'une meilleure appréhension du milieu. En ce sens, on examine le cas de l'agriculture. Entre 1950 et 1955, dans le Haut-Oyapock, pour les quatorze chefs de famille, on a ouvert 7.8 abattis par an. La superficie moyenne d'un abattis était de 0.34

Entre 1971 et 1977; après l'introduction du moteur hors-bord, d'un outillage métallique abondant et une nette amélioration de la situation sanitaire; on a pour une seule, des trois communautés issues des deux existant entre 1950–1955, 20.7 producteurs ouvrant 19.7 abattis par an. La surface moyenne est de 0.51 ha.

Certes, une telle évolution a besoin d'une modification des stratégies. Le moteur hors-bord leur permet de faire, à la distance les abattis sur le sol qu'ils désirent. Autant dire qu'il permet de faire face à l'accroissement démographique aussi bien qu'à usure des sols. L'outillage métallique abondant et l'abondance d'une force de travail jeune permet d'attaquer des forêts renfermant des arbres géants ou au bois dur.

Ces modifications légéres, mais marquées de l'agriculture Wayãpi, servent essentiellement à amplifier certains aspects d'une vie sociale florissante, principalement le système du don et du contre-don qui prend sa place à l'intérieur d'un cycle magnifiscent de fêtes. A l'opposé des Palikur; on a donc chez les Wayãpi une récupération totale des moyens d'intégration mis en jeu par l'Occident, au profit d'une économie ludique d'abondance. Cette situation est largement permise par l'isolement géographique des communautés Wayãpi et par la jouissance sans partage du milieu forestier de terre ferme.

DISCUSSION

De l'analyse des deux systèmes agricoles, on peut déduire un nombre d'éléments de réflexion sur l'avenir de l'agriculture sur brûlis par rapport a une population importante, une économie de marché et une amélioration technique.

a. Agriculture sur brûlis et population importante

En l'absence d'une appréciation quantitative, il est certain que les 3 000 indiens, les 5 500 noirs réfugiés, et les 3 000 mulâtres qui vivent à la campagne en Guyane Française pourraient être dix fois

plus nombreux si on continue à vivre d'agriculture sur brûlis. Or, la concentration des abattis autour des postes administratifs ou des communes, sur des terres depuis longtemps exploitées est contraire au développement d'une agriculture sur brûlis productive.

b. Agriculture sur brûlis et économie de marché

Pour donner un produit commercialisable, cette agriculture doit fournir un travail maximal pour un prix cependant abordable pour l'acheteur; ce qui nécessite une contrainte pénible pour des sociétés bâties sur le modèle Wayãpi où trois jours de travail hebdomadaire seulement, assurent la subsistance et permettent les loisirs. Par ailleurs, l'économie de marché implique l'exportation des produits à un coût bas et dans un délai rapide; d'où la concentration des centres de production, contraire à l'économie des sols. et favorisant la prolifération des parasites et viroses diverses. Enfin, l'ouverture sur l'économie de marché implique un recyclage très large de la production, donc l'abandon de la structure sociale attachée à l'agriculture sur brûlis. Dans ce cas, il n'est pas évident que l'agriculture reste une activité professionnelle économiquement viable face à d'autres proposées par le monde occidental.

c. Agriculture sur brûlis et amélioration technique

Dans le cadre d'une autosubsistance, il est certain que des modifications subtiles sont possibles. L'observation de l'histoire des populations amériendiennes met en évidence des changements technologiques, des associations végétales différentes qui permettent de comprendre qu'il existe de multiples variantes de l'agriculture sur brûlis. Les amendements dont il est question ici sont de toute autre nature. Il s'agit de l'amélioration que des techniciens occidentaux souhaitent pouvoir apporter dans des cas cruciaux, comme les Palikur de Saint-Georges. Par exemple, l'amélioration de l'abattis à coup d'engrais ou l'intervention phytosanitaire revient à une aberration, si l'on pense qu'une courte séquence d'exploitation et une longue séquence de régénération forestière peuvent éviter ces opérations couteuses; c'est-

à-dire que la transformation des Amérindiens en agriculteurs modernes, riziculteurs ou maraîchers implique que l'agriculture prend pour eux toute une autre signification culturelle.

CONCLUSIONS

On constate qu'il est vain de vouloir intégrer une telle agriculture sur brûlis dans le cadre d'une économie de marché; *a fortiori* dans celui d'un développement de la région de la Guyane. En sens inverse, si l'on envisage de freiner la croissance des populations urbaines largement assistées, comme c'est le cas en Guyane, il est certain que la stimulation discrète des écosystèmes traditionnels permettrait un allègement certain de la part du budget consacré à ce département d'Outre-Mer, et un surcroît d'épanouissement pour les sociétés rurales dont l'héritage culturel vaut plus que la production de légumes.

BIBLIOGRAPHIE

1. GRENAND, F. et HAXAIRE, C. Monographie d'un abattis Wayãpi. JATBA. 24(4):285–310. 1977.

2. ---------. DREYFUS-GAMELON, S. et GRENAND, P. Rapport sur la situation des indiens Palikur du Bas-Oyapock. In Mission CNRS-ORSTOM, 1978. 10 p. Document de diffusion restreinte.

3. ---------. et GRENAND, P. Les Amérindiens de Guyane Française aujourd'hui; éléments de compréhension. JSAT 66: 361–382. 1979.

4. GRENAND, P. Introduction à l'univers Wayãpi. Paris, SELAF, 1980. 380 p. Sous presse.

5. IAPARRA, M., ESPIRITO SANTO, D. et IOIO, A. Os meses na lingua Palikur. Belem, Para, Brasil, 1976.

6. NIMUENDAJU, C. Die Palikur Indianer und ihre Nachbarn. Göteborgs Kongl. vet. vitt. Hand. 31(2). 1926.

SYSTÈMES DE PRODUCTION ET POLITIQUE AGRICOLE.

Michel Labonne (*)

ÉTUDIER DES SYSTÈMES DE PRODUCTION, POURQUOI?

Pour améliorer la connaissance sur chacun des éléments qui participent de l'activité agricole (climat, sol, plantes, animal, façons culturales, protection des plantes et autres), et aussi des inter-relations entre ces divers éléments. En définitive, c'est approcher de manière scientifique les problèmes que l'agriculteur doit résoudre quotidiennement de manière empirique.

L'approche de l'activité agricole en termes de systèmes a l'avantage d'obliger à la multiplidisciplinarité et la lecture d'un système agricole à travers des grilles d'analyse se révèle féconde. La mise en évidence des divers flux et *stocks* qui constituent le système, leurs orientations, leurs variations, leurs limites propres et ceux qu'ils imposent à l'ensemble du système; apportent des vues nouvelles d'un grand intérêt. Par exemple, tel

(*) Maître de Recherche, Institut National Agronomique, Paris (France).

système est en équilibre, tel autre en déséquilibre par rapport à tel ou tel élément. Tel autre présente telle dynamique. On utilise la fonction cognitive de l'analyse de système; d'abord description, puis explication.

Quand l'économiste apparaît dans le jeu, il est banal que ses collègues lui disent 'ce système est plus productif'. Même, au moyen d'un remplacement de relations physiques par des relations en valeur, certains affirmeront: 'il est plus rentable'. Ce faisant, on a procédé à un saut méthodologique, sinon épistémologique, au moins de trois points de vue:

a. que les prix représentent un indice synthétique et qui satisfaisent de rapports techniques donnés,
b. que ces rapports demeurent dans l'espace et dans le temps,
c. que la fonction décisionnelle d'un système est contenue de manière implicite dans sa fonction cognitive; c'est-à-dire qu'il existe une relation forte entre sa structure et son évolution.

L'homogénéité et la spontanéité que recouvrent de telles hypothèses ne se rencontrent qu'exceptionnellement. Dans les sciences sociales, la dynamique spontanée d'un système vers un état optimal d'équilibre n'est qu'une hypothèse académique, vite mise à mal dès que l'on se préoccupe d'application.

La constatation que dans une entité géographique d'une certaine dimension se retrouvent des systèmes de production divers, liés à des systèmes de consommation différents par des systèmes de transferts (c'est-à-dire de transport, de *stockage*, de transformation et de distribution) variés, amène l'économiste à élargir considérablement son champ d'observation. Le fait que ces systèmes soient mis en concurrence pour l'accès aux facteurs de production ou pour la capture de marchés et de consommateurs, qu'ils constitueront la base stratégique de groupes économiques aux intérêts, parfois divergents, confèrent aux systèmes de production une dynamique relative, ayant peu à voir avec les facteurs techniques.

La prise en compte de l'espace et du temps d'une part, des conflits d'intérêt de l'autre, oblige à la mise en place de moyens de contrôle et de régulation; sinon d'arbitrage. Ils trouvent leur expression et leur raison d'être dans la politique économique en général et la politique agricole en particulier. L'introduction de la notion de politique économique entraîne à sa suite la notion de choix et de

décision. L'économiste agricole doit construire les moyens aptes à diriger les systèmes. On entre dans le domaine de la cybernétique, l'art de piloter des systèmes asservis. Hélas en agriculture, tant pour des raisons naturelles qu'économiques et sociales, l'asservissement des systèmes est loin d'être acquis. Cette plus ou moins grande facilité à asservir certains systèmes peut, par souci 'd'efficacité', amener à les privilégier et à négliger sinon à oublier les autres. Cet oubli est souvent à la base de graves mécomptes. En effet, il est facile pour les pouvoirs publics de discuter avec quelques grands propriétaires pour mettre en oeuvre des systèmes de production simples et bien maîtrisés; alors que la discussion avec des milliers de petits agriculteurs de polyculture est difficile sans organisation préalable. Or, par rapport à certains aspects de politique économique et sociale (alimentation, emploi, maintien de la population rurale, répartition des revenus et autres) le secteur de la petite agriculture revêt une importance fondamentale. Les insuffisances de l'analyse économique et l'imperfection des outils d'investigation a à cet égard, une part de responsabilité dans la négligence d'une partie importante de l'activité agricole.

Aussi dans un premier temps, on s'attachera à situer la place des systèmes de production dans l'ensemble global de l'économie agricole et alimentaire puis; dans une deuxième partie, on essaiera succintement d'appliquer cette grille d'analyse à l'agriculture de la Guadeloupe, où la situation d'insularité exacerbe l'expression des phénomènes économiques.

PRODUCTION AGRICOLE ET ÉCONOMIE

L'acte de la production agricole est destiné à satisfaire directement ou indirectement des besoins, diversement exprimés. Parmi ceux-ci, le besoin alimentaire revêt une importance fondamentale. L'agriculture doit faire face à une demande alimentaire et non alimentaire, intérieure et extérieure à un espace géographique donné. Mais, l'offre de produits agricoles ne se confronte de manière directe avec la demande; l'une et l'autre ne sont que des fictions commodes.

En réalité, il existe des systèmes de production nombreux qui satisfont des systèmes de consommation différents, à travers des systèmes de transfert variés. Le système de transfert se charge de la

mise à disposition pour consommation (distribution) de produits et de régler les problèmes relatifs à l'espace (transport), au temps (*stockage* et transformation) et à l'accroissement de la variété (transformation).

A tous les niveaux, la plus grande hétérogénéité se rencontre, non seulement due aux facteurs naturels liés à la localisation, mais aussi à des facteurs institutionnels, économiques et sociaux. Ainsi, le jardin familial voisine avec la grande plantation de l'usinier et l'étal en plein vent du marchand de légumes se rencontre à la sortie des grandes surfaces commerciales. On ne peut pas négliger certains de ces opérateurs, car l'étonnante variété des situations est loin d'un mélange anarchique ou d'un *magma* inconstitué.

Entre les trois systèmes de production, de consommation et de transfert, certains groupes entretiennent des liaisons fortes et présentent une grande compatibilité fondée sur une harmonie d'intérêt. On appelle filières, les divers groupes des trois systèmes entretenant des liaisons entre eux pour la production, le transfert et la consommation d'un ou plusieurs produits agricoles.

Schématiquement, on distingue:

a. des filières d'autoconsommation constituées de petites unités où la production est destinée à la consommation des personnes vivant sur l'unité ou à l'échange de proximité, entre parents ou voisins;
b. des filières artisanales fondées sur la petite production marchande d'unités petites et moyennes qui transitent par des circuits, lesquels peuvent être longs en termes de séquence d'opérations mais qui travaillent sur une faible distance et mettent en jeu peu de capital; et
c. des filières industrielles, où la production de grandes unités approvisionne des éléments du système de transfert et utilisent beaucoup de capital et se livrent à des opérations complexes suivant des circuits à longue distance.

Il est évident qu'une unité de production, qui peut être représentative d'un système de production, peut relever de plusieurs filières. Ainsi un producteur cultive son jardin familial (filière d'autoconsommation); éleve quelques bovins au piquet, qu'il vend au boucher local (filière artisanale) et exploite un champ de canne à sucre qui prend après la coupe le chemin de l'usine (filière indus-

trielle). Le niveau des prix, la sécurité, le risque, la maîtrise des techniques ou la force des habitudes, l'accès aux moyens de production (terre, *intrants* industriels, matériel génétique) font que l'on se spécialise dans telle production ou tel système de production, c'est-à-dire dans un certain genre de relations économiques avec les autres acteurs. Il est certain aussi que les trois types de filières, précédemment définis ne sont pas toujours aussi nettement différenciés et donc exclusifs de relations entre elles; ainsi, des filières mixtes peuvent se constituer.

La politique agricole, par la faveur qu'elle accordera à telle ou telle filière peut les entraîner vers une grande autonomisation ou, au contraire vers des inter-relations denses. Mais, les décideurs de politique marquent souvent une préférence pour la filière industrielle, car elle comprend moins d'opérateurs que les circuits artisanaux où chaque opérateur est doté d'un "poids economique" important[1].

L'étude de tout système de production doit, si l'on veut en faire l'analyse économique convenable, pouvoir être située par rapport non seulement à l'utilisation du sol et aux *performances* techniques; mais aussi, par rapport à l'emploi de la main-d'oeuvre disponible sur les exploitations, par rapport aux revenus monétaires et non monétaires, d'origine agricole ou non, de la famille, des filières diverses auxquelles se connectent les exploitations; par rapport à l'expression des diverses demandes qui s'adressent à l'agriculture. Enfin, on aura toujours présente à l'esprit l'hétérogénéité des situations qui prévaut tant dans les systèmes de production, que de consommation et de transfert.

SYSTÈMES DE PRODUCTION ET SITUATION AGRO-ALIMENTAIRE EN GUADELOUPE

Il est habituel de considerer l'économie de la Guadeloupe comme essentiellement fondée sur l'agriculture, mais un coup d'oeil à la ventilation du revenu et de l'emploi montre la prééminence du secteur tertiaire. Si, l'agriculture constitue plus de 80 % de la valeur des exportations de l'Île, on constate aussi que la couverture des importations n'est réalisée qu'au 1/5 ou 1/4, ce qui laisse une place considérable aux 'invisibles' et aux capitaux dans l'équilibre de la balance des paiements.

Cette agriculture est en stagnation, sinon en régression. Malgré une augmentation annuelle de la population de l'ordre de 1.8 %, les surfaces cultivées ne s'accroissent pas et sont inférieures à la surface agricole utilisable estimée de l'Île. On ne peut donc pas parler de dégradation du milieu naturel par une pression des agriculteurs. comme cela, se manifeste dans d'autres îles des Caraïbes.

La terre cultivée se répartit de façon inégale entre de nombreuses micro-exploitations inférieures à deux ha; occupant 12 % de la surface agricole utilisable avec près de la moitié des exploitants; la quasi-totalité de l'autre moitié des agriculteurs occupent environ 45 % de celle-ci sur des exploitations de deux à 10 ha. Peu d'exploitations occupent entre 10 et 100 ha, (2.5 %). Puis, une trentaine de grandes exploitations occupent 20 000 ha, en liaison avec les grandes cultures d'exportation. On doit noter, qu'une première réforme foncière mise en oeuvre dans les années 1960 avait permis de rétrocéder près de 10 000 ha de terre en 3 000 lots, qui étaient venus renforcer la catégorie des petites à moyennes exploitations.

Le faire-valoir direct prédomine, mais plus de la moitié des exploitants ont une autre source de revenu et sont fréquemment âgés. Aussi quand on considère l'utilisation actuelle des sols où les bananiers et les cannes occupent la moitié des surfaces utilisées; alors que, les cultures vivrières et maraîchères couvrent seulement 10 % des superficies et un quart de la surface étant consacrée aux prairies et pâturages; on peut caractériser l'agriculture guadeloupéenne en une agriculture d'autoconsommation. Elle sert de base de vie au milieu rural, même en une agriculture industrielle liée à l'exportation et qui offre des opportunités de revenus et d'emplois complémentaires aux micro-propriétaires.

Les productions d'exportation utilisent des filières industrielles, solidement structurées; alors que l'autoconsommation et l'échange de proximité restent la finalité des micro-exploitations. Les exploitations moyennes sont encore connectées avec les filières industrielles pour les produits d'exportation.

La filière artisanale, intéressant surtout l'élevage et les cultures vivrières et maraîchères, reste d'un impact limité sur l'économie et il semble qu'un secteur important lui échappe dans la satisfaction de la demande alimentaire urbaine, notamment.

On ne peut pas parler à la Guadeloupe du cloisonnement des agricultures ou des circuits de transferts; en fait, il s'agit beaucoup plus de distance que de cloisonnement. L'urbanisation s'est accrue, concentrant dans les villes, habitants et revenus, et modifiant les modes de vie. Les relations entre la production et la consommation se sont distendues, ou même ont disparu. Le système de transfert s'est étoffé avec la grande distribution. Les produits alimentaires élaborés distribués par les circuits de commerce moderne ont non seulement frappé les systèmes artisanaux de distribution, mais se sont détachés des systèmes de production locaux incapables de les fournir régulièrement, en quantité et qualité (*).

Il s'ensuit un déficit alimentaire accru de l'Île. Quoique, on doit regretter l'inexistence d'enquêtes de consommation alimentaire; on peut, grossièrement estimer qu'avec environ 60 000 tonnes de racines, tubercules, plantain, bananes fruits et fruits à pain, soit plus de 150 kg par tête et par an, la ration calorique est largement couverte par les produits locaux, qui comprennent aussi des fruits, des légumes, de la viande et de poisson. Cependant, on note qu'en 1975, la Guadeloupe à importé (réexportations déduites) les ordres de grandeurs suivants en quantité et valeur:

a. 70 000 tonnes de céréales et préparations à bases de céréales, pour 80 millions de francs (soit près de 200 kg par tête),
b. 20 000 tonnes de viande, de lait, des oeufs, de poisson et des préparations, pour 130 millions de francs; c'est-à-dire, plus de la moitié des protéines animales consommées,
c. 15 000 tonnes des fruits et des légumes et des préparations pour 40 millions de francs,
d. 5 000 tonnes des corps gras comestibles, pour 25 millions de francs.

On constate ainsi que la balance agro-alimentaire de l'Île est déficitaire, que la qualité de la ration (protéines, notamment animales) des Guadeloupéens repose sur l'importation et qu'il n'y a aucune raison technique qui empêche les systèmes de production de l'Île à mieux répondre à la demande alimentaire locale.

(*) La négligence du secteur de petite production ne touche pas seulement l'agriculture. Il est dommage que l'enquête INSEE sur les IAA en Guadeloupe 1973–1976 ait exclu de son champ d'étude tout le petit secteur artisanal des IAA.

D'où le questionnement du début:

'Etudier les systèmes de production, pourquoi? '

Il faut signaler l'intérêt des premiers résultats des travaux entrepris par le CRAAG sur les systèmes de production des maraîchers de la Côte-sous-le-Vent et sur l'évolution des systèmes des exploitations issues de la première réforme foncière vers l'élevage et le maraîchage; c'est-à-dire, vers des systèmes de petite production marchande faciles à connecter avec des systèmes de transferts artisanaux afin de satisfaire la consommation d'une large couche de la population. Les travaux de la D.D.A. et des organisations professionnelles agricoles, qui tendent à organiser les petits producteurs vont dans le même sens. Leurs efforts se doivent d'être renforcés. La diversification de l'agriculture guadeloupéenne est à l'ordre du jour; une deuxième réforme agraire, qui porte sur 10 000 ha, est en train de prendre corps. Il ne faudrait pas qu'il y ait amalgame entre les deux idées de réforme agraire et de diversification, car l'une n'est en aucune manière liée à l'autre.

Des chiffres montrent les limites de la diversification. La banane et la canne occupent près de 30 000 ha. L'aubergine, dont on parle comme un succès d'exportation, couvre 130 ha. Un millier d'hectares nouveaux en maraîchage peut occasionner des encombrements du marché de frais local et à l'exportation. La mise sur pied de systèmes artisanaux de transfert sont indispensables à la diversification des systèmes de production, tant pour les productions végétales qu'animales –à moins que pour ces dernières, on se limite de développer des élevages industriels basés sur l'importation d'aliments du bétail–.

On ajoute, qu'en Guadeloupe, la diversification des systèmes de production ne signifie pas substitution des grandes cultures d'exportation; mais addition à celles-ci d'autres productions pour l'exportation et surtout pour la consommation intérieure. Pour ce faire, l'étude des systèmes de production est indispensable; mais, les résultats tirés d'une analyse technique et micro-économique, pour nécessaires qu'ils soient, restent insuffisants s'ils ne s'intégrent pas à une analyse de la gestion générale de l'Île. On prend en compte ses ressources naturelles, les techniques qui s'y utilisent et les besoins de sa population; mais aussi, l'hétérogénéité et la discontinuité des situations et les conflits des groupes qui résultent[2].

BIBLIOGRAPHIE

1. LABONNE, M. Développement rural et biais bureaucratique dans les pays pauvres. France. I.N.R.A.–E.S.R. Série Études et Recherches N° 46. 1979.

2. ————————. Notions de macrogestion des écosystèmes. France. I.N.R.A.–E.S.R. Série Études et Recherches N° 43. 1979.

MÉTHODES D'ANALYSE POUR L'ÉTUDE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION AGRICOLE.

J.M. Légay (*)

Cette communication au séminaire est brève et modeste. Elle consiste en quelques réflexions méthodologiques faites à l'occasion de recherches conduites dans une commune rurale de la région Lyonnaise. Il s'agit donc d'une mise au point à propos de travaux en cours, dans une situation bien précise, de région tempérée, de petites exploitations et de polyculture[1].

L'analyse d'un système de productions agricoles à la région a révèle en fait, l'interaction de trois systèmes principaux qui fonctionnent avec un certain degré d'indépendance, et qu'on nommerait pour cela systèmes parallèles, et non pas sous-systèmes. Il s'agit:

(*) Université Claude Bernard, Lyon (France).

a. Du système du parcellaire

C'est l'ensemble des parcelles de terrain dont les limites sont bien définies et ont fait l'objet d'actes juridiques qui ont conduit généralement à des titres de propriété. Cette **partition** du sol n'est pas stable. Elle évolue lentement et à un siècle d'intervalle on peut à la fois reconnaître les filiations et les expliquer; quelle que soit l'appartenance des parcelles, leur ensemble donne lieu à une carte, le cadastre. La variété des surfaces, de leurs formes, de l'assemblage géométrique, des positions topographiques des parcelles, autorise de nombreuses études, y compris historiques. Elle a conduit à une première série d'interprétations, pour lesquelles d'ailleurs certaines techniques statistiques sont utiles, mais aussi des techniques issues de l'algèbre. Ainsi la comparaison de parcellaires se ramène à celle de partitions, cette question a été peu étudiée par les mathématiciens; une typologie de ces comparaisons à amené à des cartes.

b. Du système des exploitations

C'est la partition en sous-ensembles dont les parcelles appartiennent au même propriétaire et éventuellement au même exploitant. Ces deux variantes pouvant dans certaines régions être sensiblement différentes; les surfaces ainsi définies sont plus ou moins **compactes** et révèlent des stratégies d'appropriation qui vont de l'agrégation à la dispersion la plus systématique et appellent des interprétations au moins autant socio-économiques qu'agronomiques. Des *tests* statistiques ont permis à la fois démontrer que cette stratégie n'est pas le fait du hasard et d'évaluer quelques-unes des caractéristiques de ce système.

c. Du système de mise en culture effective

C'est l'ensemble des sous-systèmes de parcelles portant les mêmes cultures. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, le *puzzle* des cultures est moins complexe que celui des parcelles; il y a, au moins

dans certaines régions comme celle qu'on étudie, remembrement au niveau de la culture, sans qu'il y ait aucun changement au niveau de la propriété. Les limites des parcelles ne sont alors plus visibles dans le paysage; ce qui est visible ce sont les limites des cultures; il est plus fréquent que des parcelles voisines portent la méme culture que le phénomène inverse; c'est à-dire qu'une parcelle soit partagée en deux ou plusieurs cultures différentes. Ce troisième système pose de nouveaux problèmes et fait apparaître des facteurs originaux.

Il faut ajouter un quatrième système qui est celui des ressources auxquelles n'est liée aucune occupation légale du sol; c'est-à-dire, cueillettes diverses, pature dérobée et autres. Ressources, généralement, non comptabilisées et probablement plus importantes qu'on ne l'imagine. Bien qu'on posséde des éléments dans ce domaine, on ne le prendre pas en compte dans cet exposé.

Le système de productions agricoles correspond au moins à trois **états de fait** spatiaux qu'il est possible de séparer au moyen des plans cadastraux, des matrices cadastrales, des registres des états de sections, des photographies aériennes et bien entendu des enquêtes sur le terrain.

La production résulte qualitativement et quantitativement de l'interaction de ces trois systèmes. Telle situation est complexe, pour que son étude soit envisagée avec succès de façon directe. On pense qu'on doit être sans illusion sur les grands modèles qui comportent une centaine de compartiments. Le problème qui se pose est donc celui du choix d'une approche.

On explore actuellement l'approche qui consiste à choisir pour thème et fil directeur **le processus de décision d'occupation du sol,** c'est-à-dire l'ensemble des étapes et des mécanismes qui conduisent à mettre telle culture sur telle parcelle, et par conséquent à reconstruire chaque année un paysage, une production agricole et une situation écologique.

On peut justifier ce choix:

1) d'une part, il finalise par avance les modèles à utiliser dans l'étude des systèmes. Il ne peut y avoir de modèles sans objectifs; mais on oublie parfois qu'il n'y a pas non plus d'approche systémique sans objectifs;
2) d'autre part ce choix, parmi tous les modèles utilisés au

moins la catégorie des modèles de décision, risque d'apporter une contribution intéressante dans un domaine encore mal connu (prévision et décision);

3) enfin, il ne suffit pas de construire des scénarios, il faut se souvenir que l'état de fait constaté est le résultat de **décisions prises par les gens**, et que l'état de fait souhaité sera aussi le résultat de telles décisions. Il paraît fondamental de savoir comment ces décisions sont prises.

Il faut insister sur le fait que l'intérêt ne porte pas sur les statistiques globales d'occupation du sol, comme la surface en blé ou en colza d'une commune, et encore moins d'un département; mais sur le phénomène de base qui est l'occupation par une culture donnée d'une parcelle donnée, c'est-à-dire de la plus petite partie de sol traitée de façon homogène.

L'approche qu'on propose, tout à l'opposé d'une approche réductionniste, est de type constructiviste. Elle part des opérations agricoles elles-mêmes, des discussions, des conflits, des décisions qu'elles impliquent et remontent vers le résultat constaté, celui de la production.

La décision d'occupation du sol, dont l'étude est le moyen de pénétrer dans les trois systèmes impliqués dans la production agricole admet deux types d'acquisition de données, deux sources d'informations.

a) **La première consiste à étudier la décision réalisée**, c'est-à-dire qu'on examine *a posteriori* un état de fait à un moment donné, après décision et réalisation de cette décision. On part de l'état instantané du système et on tire toute l'information qu'il contient: structure, corrélations internes, corrélations entre variables internes et variables externes; bien entendu, tous les éléments disponibles qui peuvent être utilisés pour classer, étudier, rendre compte des phénomènes. Par exemple, un agriculteur ne prend pas les mêmes décisions d'occupation du sol, selon son expression même s'il a des successeurs ou s'il n'en a pas.

Ce type d'acquisition de données correspond à une analyse transversale, d'autant plus que ce qui a été relevé pour une exploitation peut l'être pour une autre; ce qui a été observé pour une parcelle qui porte une certaine culture peut l'être dans plusieurs secteurs du cadastre d'une commune. On dispose, par conséquent de répétitions.

b) La deuxième façon de faire est de procéder **à l'étude du processus de décision** pendant son déroulement même. La seule méthode possible est celle des enquêtes auprès des agriculteurs et sur le terrain. On découvre d'innombrables facteurs de décision dont l'insertion est séquentielle et qui selon les modalités des facteurs intervenant auparavant peuvent être décisifs ou inopérants. Ainsi, dans la région qu'on a étudié on fait souvent suivre du maïs par du blé mais si une parcelle de maïs est récoltée tardivement, elle est presqu'obligatoirement réemblavée en maïs l'année suivante; la seule culture tardive acceptable. On décele des **cultures asymptotiques,** vers lesquelles convergent les décisions d'occupation du sol quels que soient les points de départ. Il n'est pas étonnant que certaines exploitations fassent maintenant exclusivement du maïs sur la totalité de leurs terres. Inversement, la pomme de terre qui a eu un rôle décisif il y a un siècle maintenant, elle a complètement disparu. Il faut souligner que l'occupation du sol n'est pas stable. Il s'agit d'un phénomène significatif et les décisions qui la concernent modifient largement, par retouches succesives les systèmes de production agricole.

Ce type d'acquisition de données est, par opposition au précédent, de nature longitudinale; puisqu'on suit un processus, au moins un certain temps jusqu'à un événement précis, le choix et la mise en place d'une culture.

En effet, après décision d'occupation du sol et sauf accident, les parcelles portent le moment venu les récoltes correspondantes. Leur connaissance quantitative permet d'aller jusqu'au bout du problème posé et de considérer les récoltes comme les conséquences de la décision d'occupation du sol. On voit comment un modèle d'occupation du sol peut devenir la charpente, l'épine dorsale d'un ensemble de recherches sur les systèmes de productions agricoles. Il n'implique pas seulement les récoltes et les prévisions à faire (la seule donnée des surfaces consacrées à une culture permet une première estimation de récolte pour cette culture); il implique aussi, toutes les opérations agricoles qui concernent cette culture, leur calendrier, les charges correspondantes de main-d'oeuvre, d'énergie et de produits divers.

L'avantage de la méthodologie qu'on propose, qui part une fois de plus de données expérimentales, est sa grande aptitude à utiliser

des techniques statistiques diverses; donc à examiner, le maximum d'aspects de la situation et à en extraire le maximum d'information. Techniques d'échantillonnage, analyses en composantes principales, analyses par correspondance, ***tests*** d'analyse combinatoire dans la mesure où la répartition de cultures sur un parcellaire relève du classique mais complexe problème de distribution d'objets dans des boîtes (la collection de boîtes est différente selon que l'on se place dans l'un des trois systèmes évoqués); toutes ces techniques donc sont utilisables. On peut se demander si certaines algèbres comme le langage de Lindenmayer ne pourrait pas servir au moins à la description des transitions d'une année sur l'autre.

Il est sans intérêt dans cet exposé de réflexion consacré aux méthodes, de donner une liste de tous les facteurs de décision possibles; on dit seulement que la constitution de cette liste et son examen constituent déjà une étude descriptive du système de production agricole[2].

Quant au modèle de décision lui-même, on remarque qu'il doit répondre aux caractéristiques particulières de la situation dans laquelle il opère. En effet, **le nombre de décisions est fini et même petit;** dans ce cas, il s'agit du maïs, du blé (et autres céréales), du colza pour les cultures annuelles, des prairies et des bois pour les cultures pérennes. Par contre, **le nombre de facteurs est grand.** Dans ces conditions, un modèle du type de service par essais successifs paraît bien adapté. Dans lequel, les réponses possibles sont accompagnées de probabilités et se présentent comme une variable aléatoire. Une réponse est tirée au hasard et l'adéquation de celle-ci à la question est testée grâce à des critères dont on a le choix. La réponse est rejetée si le ***test*** n'est pas positif, et on passe à une autre possible; le système est en outre doué de mémoire[3].

Il n'est pas question d'entrer dans le détail, mais seulement de dire qu'une certaine procédure est possible, qui n'impose pas de modèle à fortes contraintes *a priori* (et encore moins de valeurs précises de paramètres). On cherche à découvrir comment les choses se passent, plus qu'à en constater les aboutissements, à découvrir les mécanismes et non pas à imposer une norme ou une façon de faire.

Il est clair cependant que la fin d'une telle étude pourraît être marquée par des essais de simulation qui testeront la compréhension du système. Mais dès à présent, on a obtenu quelques satisfactions[2] ; telles par exemple, que de trouver des différences entre secteurs du

cadastre, entre types d'exploitations, de pouvoir rattacher de tels types à des statuts sociaux des familles. Mais ce qu'on espére surtout, c'est découvrir les principaux facteurs de décision, leurs modalités d'intervention; et bien entendu, leurs effets sur la production. Car si on veut proposer des modifications pour un système de production agricole, il faut d'abord le connaître.

BIBLIOGRAPHIE

1. LARDON, S. Modèles de décision d'occupation du sol par les agriculteurs; contribution à l'étude de quelques facteurs; cas de la commune de Saint-Jus-Chaleyssin (Isère). Thèse de 3° cycle. Lyon, 1980.

2. LEGAY, S. Travail, espace, temps au village; le cas d'une commune de l'Isère. (En préparation).

3. PONTIER, J. Traitement des informations; systèmes à servicès par essais successifs. Thèse de Doctorat d'État. Lyon, 1969.

CARTOGRAPHIE ASSISTÉE PAR ORDINATEUR DANS L'ÉTUDE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION AGRICOLE.

J. P. Legros (*)
B. Séguin (**)

INTRODUCTION

L'étude d'un système de production agricole, dans l'optique d'une conservation ou d'une modification de son fonctionnement, implique la prise en compte de données relatives au milieu physique. À tout le moins, il faut recueillir et interpréter des informations sur la topographie, le sol, le climat, l'hydrologie, la végétation et autres.

On retrouve le même problème dans chacun de ces domaines. Les données à acquérir sont théoriquement définies en chaque point du territoire. La meilleure façon de les apprehénder consiste donc à établir des cartes; ce qui est en général long et coûteux. C'est pourquoi, on se contente souvent d'un effort d'enquête plus limité et l'on

(*) Science du Sol, I.N.R.A.
(**) Bioclimatologie, I.N.R.A.

aborde le problème du système de production agricole à partir de quelques renseignements synthétiques et ponctuels sur le milieu physique.

Cependant l'informatique, particulièrement la cartographie assistée par ordinateur, est, dès à présent, susceptible d'apporter un nombre de facilités pour ces études cartographiques. On le montre dans la première partie de l'exposé et on se limité aux éléments: sols, topographie et climat, spécialement étudiés. Naturellement, l'acquisition de l'information n'est qu'une étape. Les données doivent être combinées et interprétées. La carte des sols, celle des pentes, celle des risques de gelées n'ont d'intérêt, que s'il se trouve quelqu'un pour en extraire les éléments importants au niveau du système de production agricole.

Cette interprétation est, pour l'essentiel, du ressort des agronomes et économistes. On peut cependant, se demander dans quelle mesure le processus de réflexion et de synthèse peut être facilité par l'emploi d'un ordinateur. On discute ce problème dans la seconde partie du texte.

PRISE EN COMPTE DES DONNÉES DU MILIEU NATUREL

a. Les données topograhiques

Elles sont essentielles. La pente est un facteur limitant pour de nombreuses productions agricoles. L'orientation est en relation avec la quantité d'énergie solaire reçue. L'altitude est également un paramètre important.

Pour prendre en compte ces données la seule solution, accessible jusqu'à présent, consiste à superposer une grille de maille régulière à la carte topographique. On délimite par ce procédé des petites surfaces carrées ou rectangulaires appelées **Sectons** (terminologie proposée par Boulaine). Dans chaque secton, on estime l'altitude, la pente et l'orientation moyenne. Ces données et les coordonnées correspondantes sont ensuite ***stockées*** dans un fichier (cartes perforées ou supports magnétiques).

Le travail est long et complexe. Il existe, cependant, les moyens pour simplifier le calcul de la pente et gagner du temps[8]. Depuis quelques temps, l'Institut Géographique National (IGN) a entrepris la numérisation de ses cartes topographiques à l'échelle du 1/50 000[14]. On obtient, ce qu'on appelle un modèle numérique de terrain (MNT); c'est une bande magnétique qui fournisse pour de nombreux points et selon un quadrillage régulier, les coordonnées: X (longitude), Y (latitude) et Z (altitude).

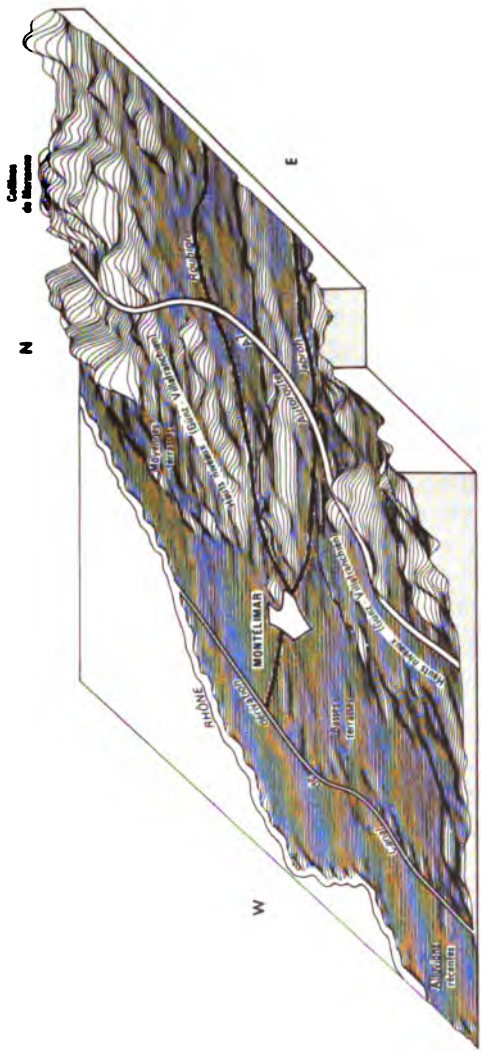
La Fig. 1 présente un exemple de bloc diagramme sur la Vallée du Rhône (France Métropolitaine). Le tracé est obtenu au moyen du programme ISOBLO de la bibliothèque Cartolab.[20, 21]. Les mêmes MNT peuvent être traités pour obtenir des cartes de pentes[1].

b. Les données pédologiques

Les calculateurs électroniques n'apportent qu'une aide limitée au niveau de la cartographie pédologique, proprement dite. La télédétection assortie de l'analyse statistique des données recueillies, ouvre de nouvelles perspectives dans ce domaine mais, les résultats acquis ne sont pas encore probants. Aussi, jusqu'à présent, l'informatique a surtout été utilisée pour le ***stockage*** et l'exploitation automatique de données collationnées de manière conventionnelle. Les cartes pédologiques et les rapports qui les accompagnent fournissent deux types d'informations: d'une part, des renseignements précis mais ponctuels qui correspondent à la description et à l'analyse de coupes de terrain, et d'autre part, de données relatives à la répartition des sols dans le paysage (limites d'unités). (Figs. 2, 3 et 4).

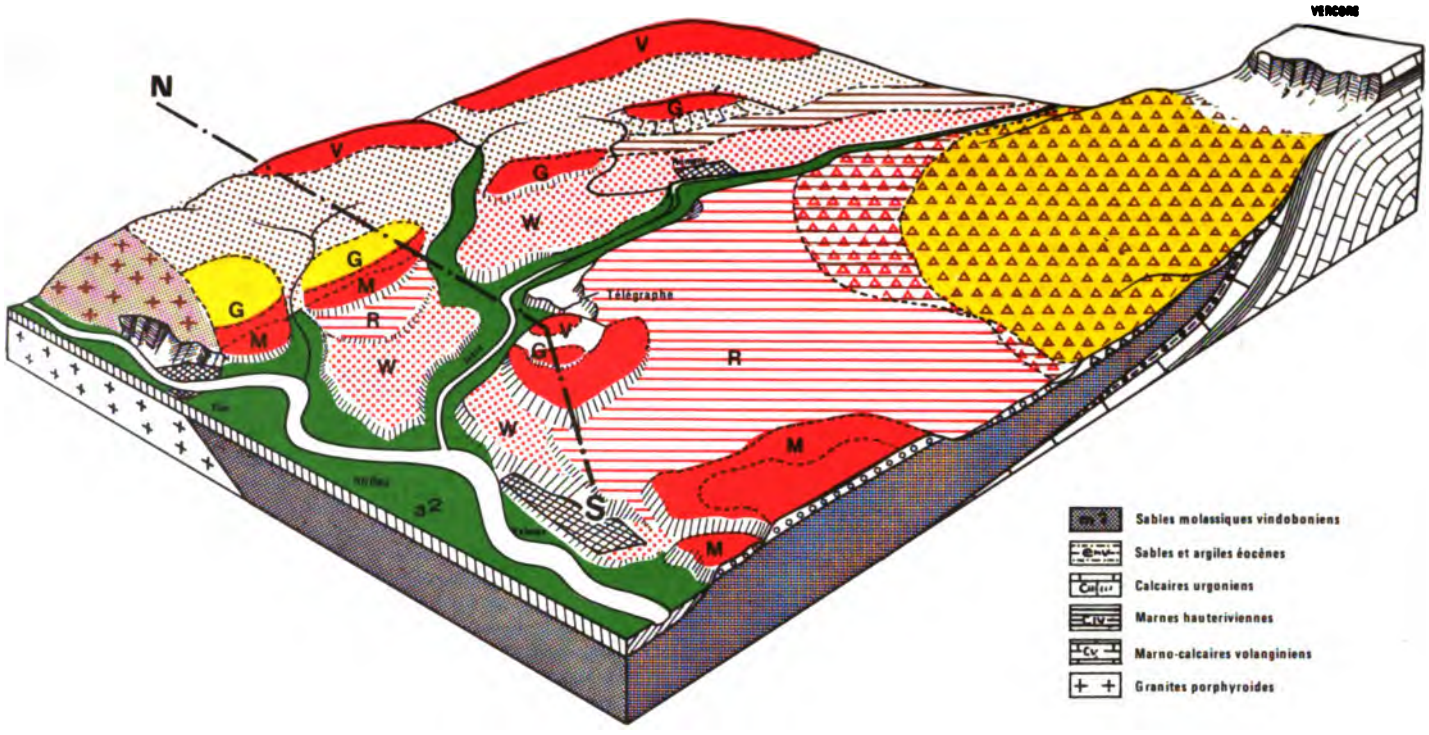
Le ***stockage*** des descriptions et analyses de sols est réalisé dans des banques de données pédologiques. Celles-ci sont, à l'heure actuelle, opérationnelles dans de nombreux pays. Les banques françaises (INRA, IRAT, ORSTOM, SOGREAH)(*), la banque belge (Gembloux)(*), la banque canadienne (CANSIS) (*), les banques des pays francophones d'Afrique (Togo, Haute Volta)(*) collaborent au sein

(*) Voir liste annexée des sigles utilisés.



Programme: Bibliothèque Cartolab, J.L. Mallet.
Données: I.N.R.A., Science du Sol, Montpellier.

Fig. 1. Bloc diagramme des plaines de Montelimar et du bassin Valdainais.



a2 Alluvions récentes (stade initial)

R Moyennes terrasses - Riss Stade d'évolution N° 2

G Très hautes terrasses Günz Stade d'évolution N° 4

Formations limoneuses de recouvrement

W Basses terrasses - Würm Stade d'évolution N° 1

M Hautes terrasses - Mindel Stade d'évolution N° 3

V Niveaux villafranchiens Stade d'évolution N° 5

Cones de déjection calcaires issus du Vercors

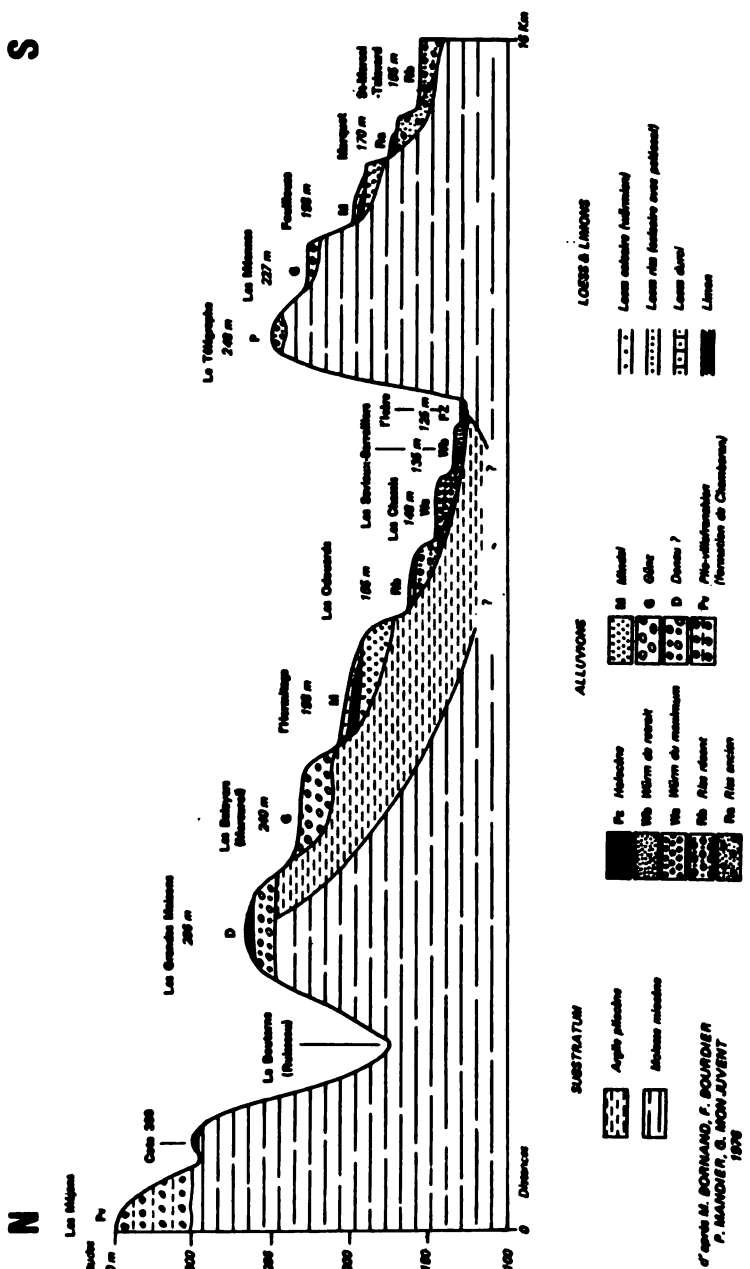


Fig. 3. Coupe semi-synthetique nord-sud à travers les plaines de Valence.

d'un réseau mis sur pied par l'Agence de Coopération Culturelle et Technique[16]. Ces banques impliquent un effort de conception et de développement pour établir les fiches de terrain et les programmes de traitement. La Fig. 4 présente une fiche extraite du système STIPA mis au point par l'INRA et l'IRAT à Montpellier[3]. Le Tableau N° 1 est constitué d'un exemple d'édition de profil.

L'enregistrement des limites des sols est également entrepris par un nombre d'organismes. On cite par exemple, les travaux du Ministère de l'Agriculture à Ottawa et ceux de la Société du Canal de Provence[15, 9]. Le logiciel et le matériel nécessaires sont importants et ne peuvent être développés que dans des centres de cartographie pédologique puissants.

LES DONNÉES CLIMATIQUES

Le probléme est plus complexe que pour les données pédologiques. En effet, les données climatiques sont connues ponctuellement (postes météorologiques). Elles sont fluctuantes dans le temps et en général, très nombreuses (relevés journaliers, moyennes décadires et autres). En outre, leur fiabilité est difficile à établir par suite de risques d'erreurs importants au niveau des mesures. Il faut définir des procédures de vérification, d'interpolation et de *stockage*. De tels travaux sont en cours, en France, en collaboration entre l'INRA et la Météorologie Nationale.

Le cas de l'énergie d'origine solaire a déjà été traité. Une bibliothèque de programmes appelée *Flash* a été établiée pour calculer le rayonnement global et les durées d'insolation.[10,17]

A partir des MNT déjà mentionnés, il est possible de tenir compte des variations introduites par la morphologie de la contrée (orientation des sectons et masques liés aux reliefs les plus élevés). La Fig. 5 fournit les résultats sous forme de courbes ou de cartes.

Devant la complexité des problèmes, les recherches sont organisées de façon à appréhender les facteurs du climat progressivement, les uns après les autres. Le prochain objectif est de tenter de modéliser et de cartographier automatiquement le bilan hydrique du sol.

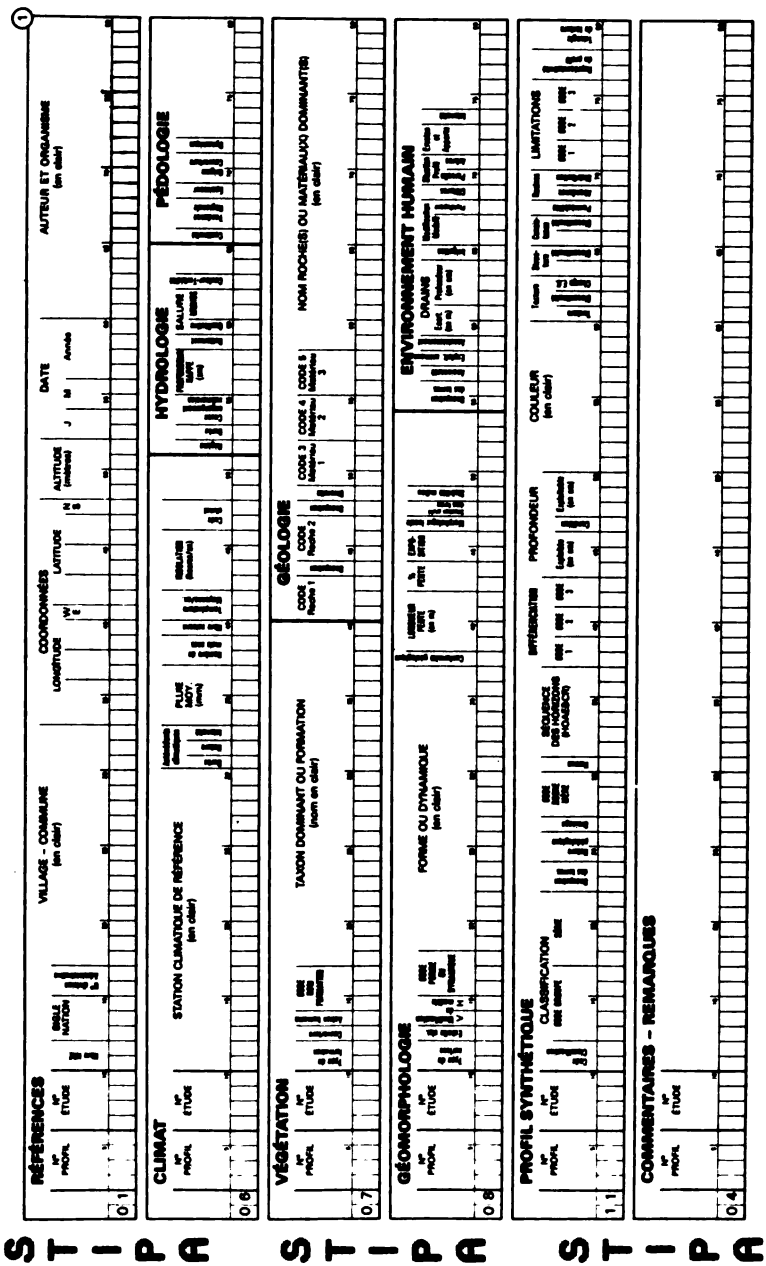


Fig. 4. Système de transfert de l'information pédologique et agronomique.

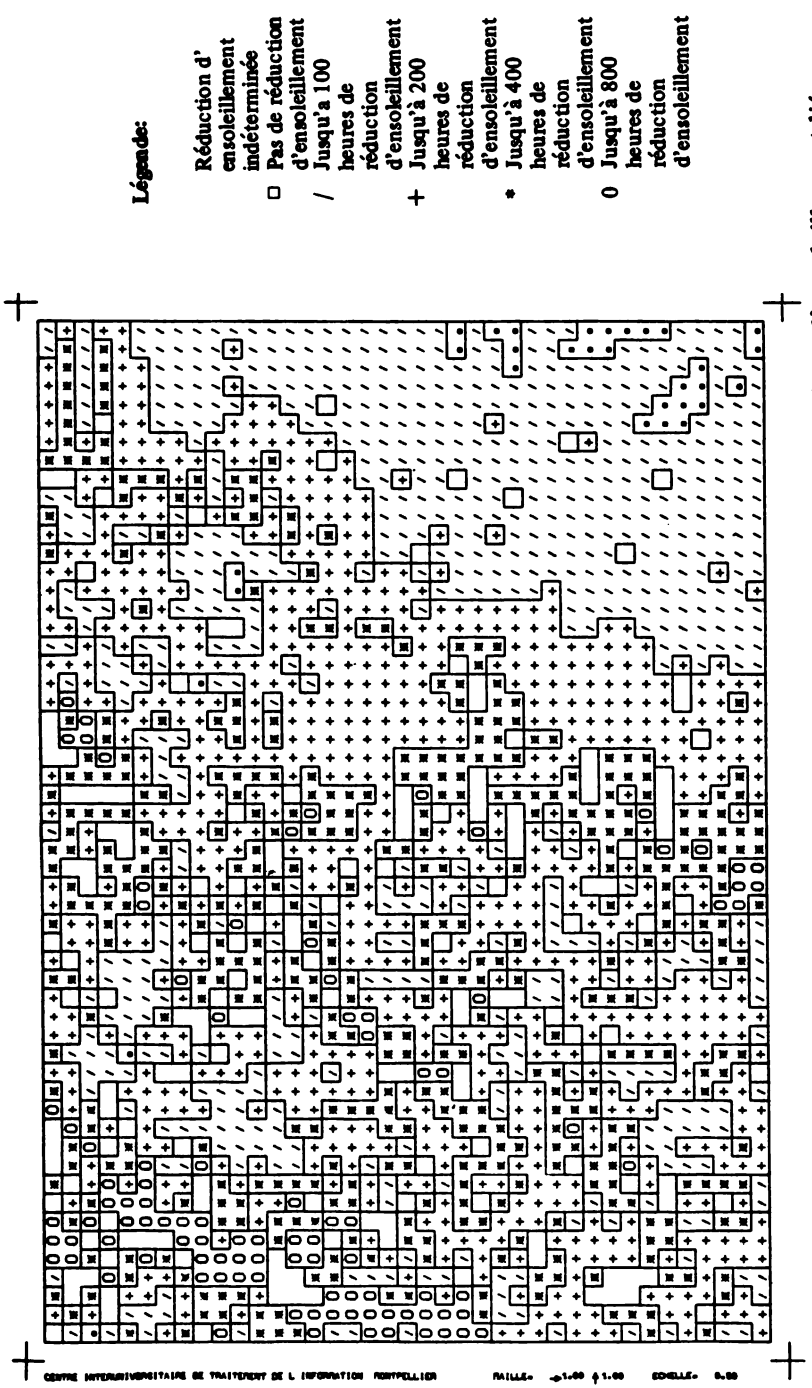


Fig. 5. Feuille d'aigueperse à l'échelle du 1:100 000. Réduction annuelle théorique d'ensoleillement liée au relief.

TABLEAU N° 1. Exemple d'édition de profil.

P: 1 ETUDE: 486 SIGLE NATION: F COMMUNE: GLANDIEU
X: . . . :
Y: . . . :
Z: 207 M PROSPECTEUR: BORNAND

DESCRIPTION ENVIRONNEMENT:
CLIMAT → STATION DE REFERENCE: BELLEY AMBERIEU. HYDROLOGIE → SUBMERSION TEMPORAIRE PAR DEBORDEMENT BATTEMENT DE NAPPE > 1M. PEDOLOGIE → COUVERTURE PEDO. CONTINUE: SOLS PEU EVOLUES ORIGINE FLUVIATILE DYNAMIQUE NON IDENTIFIEE VEGETATION → UTILISATION AGRICOLE GEOLOGIE → ALLUVIONS EN COUVERTURE GEOMORPHOLOGIE → PROFIL A FOND PLAT A L'ECHELLE DE L HM. PLAINE ALLUVIALE LOCALISATION GEOGRAPHIQUE- PLAINE ALLUV. RHONE ENVIRONNEMENT HUMAIN → AGRICULTURE UTILISATION ANCIENNE PAS D ASSAINISSEMENT PAS D IRRIGATION CLOTURES DIVERSES EN LIMITE DE PARCELLE A "X" METRES D'UN ARBRE

DESCRIPTION SYNTHETIQUE:
AGRICULTURE * PROFIL PEU EVOLUE * A DRAINAGE MODERE * GEOLOGIE → ALLUVIONS * CLASS. CPCS FRANCAISE CLASSEMENT: 2 .420. 3 * SEQUENCE –HORIZONS: AC (CG) *** PROFONDEUR EXPLOITEE: 100 CM PROFONDEUR EXPLOITABLE: 150 CM * TEINTE GENERALE: GRIS/OLIVE * TEXTURE LIMONEUSE SUR ARGILE * PEU STRUCTURE * MEUBLE COMPACT * MOYENNEMENT PERMEABLE * NOMBREUSES RACINES A DISTRIBUTION VERTICALE ***

DESCRIPTION DES HORIZONS:
0 – 30 CM * AP * FRAIS * TEXTURE: SABLE LIMONEUX A SABLE FIN * MAT. ORG. MOYENNE JUXTAPOSEE AUX EL. MINER. RESIDUS DE TIGES ET RESIDUS T. DECOMPOSES PAILLES * EFFERVESCENCE MOYENNE GENERALISEE * ST. CONTINUE: ECLAT EMOUS. DE: 40 MM PEU NETTE ET SUR STRUCTURE POLYEDR. SUBANGULEUSE DE: 5 MM PEU NETTE * MEUBLE TRES FRIABLE * DE COULEUR: 25Y 42 (BRUN GRISATRE SOMBRE) **** TRACES D ACTIVITE: NB RACINES DECOMPOSEES ET PEU NB RESIDUS DE RECOLTE * RACINES PEU NOMBREUSES DANS LA MASSE QUELCONQUES NON DEVIEES NORMALES SAINES * TRES PEU DE PORE VISIBLE TRES FINS (1 MM) CHENAUX PEU NOMBREUX QUELCONQUES POREUX *** TRANSITION SUR: 3 CM REGULIERE

30 – 50 CM * AC * FRAIS * TEXTURE: SABLE LIMONEUX A SABLE FIN * MAT. ORG. FAIBLE REVETANT LES EL. MINERAUX RESIDUS TRES DECOMPOSES ET MO TOTAL DECOMPOSEE * EFFERVESCENCE MOYENNE GENERALISEE * STRUC. CONTINUE: ECLAT. ANG DE: 60 MM NETTE POLYEDR. SUBANGULEUSE DE: 8 MM PEU NETTE * MEUBLE FRIABLE * DE COULEUR: 5Y 43 (OLIVE) ** REVETEMENTS ORGANIQUES RECOUVRANT DE 0 A 20 % MINCES (< 0.05 MM) ASSOCIES AUX VIDES ET REVETEMENTS LIMONEUX RECOUVRANT DE 0 A 20% MINCES (< 0.05 MM) ASSOCIEES AUX VIDES ** TRACES D'ACTIVITE: NB RACINES DECOMPOSEES COPROLITHES ET PEU NB * NOMBREUSES RACINES DANS LES CHENAUX QUELCONQUES NON DEVIEES NORMALES SAINES * PORES PEU NOMBREUX FINS (1 – 2 MM) CHENAUX NOMBREUX VERTICAUX POREUX *** TRANSITION SUR: 8 CM IRREGULIERE

50 – 70 CM * CG * FRAIS * TEXTURE: SABLE LIMONEUX A SABLE FIN * % DE MAT ORG. INDETERMINE * EFFERVESCENCE MOYENNE GENERALISEE * STRUC. CONTINUE: ECLAT. ANG DE: 50 MM NETTE POLYEDR. SUBANGULEUSE DE: 8 MM PEU NETTE * PEU COMPACT FRIABLE * DE COULEUR: 5Y 43 (OLIVE) **** TRACE D ACTIVITE: PEU NB RACINES DECOMPOSEES * RACINES PEU NOMBREUSES DANS LA MASSE QUELCONQUES NON DEVIEES NORMALES SAINES * PORES NOMBREUX FINS (1 – 2 MM) CHENAUX NOMBREUX VERTICAUX POREUX *** TRANSITION SUR: 10 CM IRREGULIERE

70 – 100 CM * CG * FRAIS * TEXTURE: LIMON SABLEUX ARGILEU A SABLE FIN * % DE MAT ORG. INDETERMINE * EFFERVESCENCE MOYENNE GENERALISEE * STRUC. CONTINUE: ECLAT. ANG DE: 50 MM NETTE POLYEDR. SUBANGULEUSE DE: 10 MM NETTE * PEU COMPACT FRIABLE * DE COULEUR: 5Y 43 (OLIVE) * TACHES D OXYDATION DE COULEUR: 75 YR 56 (BRUN FORT) PEU NOMBREUSES FINES IRREGULIERES PEU CONTRASTES NETTES ASSOCIEES AUX VIDES ET TACHES DE REDUCTION DE COULEUR: 5Y 63 PEU NOMBREUSES FINES IRREGULIERES PEU CONTRASTEES PEU NETTES ASSOCIEES AUX VIDES ** DE FE EN TACHES DE MM EN TACHES ** RACINES PEU NOMBREUSES DANS LA MASSE QUELCONQUES NON DEVIEES NORMALES SAINES * TRES PEU DE PORE VISIBLE TRES FINS (1 MM) PEU POREUX *** TRANSITION SUR: 10 CM IRREGULIERE

100 – 130 CM ** FRAIS * TEXTURE: A * % DE MAT ORG. INDETERMINE * EFFERVESCENCE MOYENNE GENERALISEE * STRUC. CONTINUE: ECLAT. ANG DE: 50 MM NETTE POLYEDR. SUBANGULEUSE DE: 15 MM NETTE * COMPACT PLASTIQUE PEU FRIABLE * DE COULEUR: 5Y 52 (GRIS OLIVE) * TACHES DE REDUCTION DE COULEUR: 5 Y 63 PEU NOMBREUSES FINES IRREGULIERES PEU CONTRASTEES PEU NETTES ASSOCIEES AUX VIDES ET TACHE D

INTERPRÉTATION EN TERMES DE POTENTIALITÉ DES DONNÉES DU MILIEU PHYSIQUE

Des voies ont été explorées. On peut réaliser des 'cartes de contraintes', tenter d'évaluer l'aptitude des sols ou procéder à un diagnostic comparatif.

a. Cartes de contraintes monothématiques

Elles sont simples à établir. Par exemple il est relativement aisé d'interpréter la carte des pentes en carte de contraintes, vis-à-vis, de la mécanisation. Cependant on observe deux difficultés; d'abord, il est clair que de telles cartes n'ont une valeur immuable dans le temps. Un changement dans les techniques peut amener à remettre en cause les limites choisies comme seuils pour la mécanisation, d'oú l'intérêt du *stockage* informatique qui permet la réédition immédiate d'une carte actualisée. Ensuite, il est difficile d'interpréter l'impact, en un lieu donné, de plusieurs contraintes associées. Par exemple, si on suppose que pour chaque facteur d'une série de n, on envisage les contraintes de la façon suivante, en trois classes:

pas de contraintes pour le facteur, ex: cailloux < 10 %
faibles contraintes, ex: cailloux entre 10 % et 30 %, et
fortes contraintes, ex: cailloux > 30%.

Si les n facteurs sont indépendants, il faut théoriquement étudier 3 n cas, soit 729 possibilités de combinaisons pour n = 6. Il est donc clair qu'on n'a pas répondu à la question mais on a fournit à l'aménageur un jeu de cartes de contraintes.

Dans cette optique, le cas où les variables sont liées est plus favorable; les cartes de contraintes se ressemblent et se superposent aisément. Autrement dit, il est alors relativement facile de définir, dans le milieu considéré, des 'secteurs naturels d'aménagement' qui constituent des unités homogénes au plan des potentialités et de la mise en valeur agricole[12].

b. Évaluation de l'aptitude du milieu

La méthode précédente implique la définition de valeurs seuils (ex. 10 % pour les cailloux) dont le bien fondé n'est pas évident.

On a donc cherché une approche plus souple du problème, selon une démarche en quatre points:

a. définition de la liste des facteurs à prendre en compte, en fonction de l'expérience acquise et du problème posé,
b. élaboration, pour chaque facteur, d'une grille de notation. Pour l'aptitude à la pomme de terre par exemple, on pourra créditer la texture du sol de 10 points. si elle n'est pas caillouteuse, de 5 points si elle est peu caillouteuse et de 0 points si elle est très caillouteuse,
c. détermination du poids relatif de chacun des facteurs. Cela peut se faire par l'intermédiaire du nombre de points affectés au niveau de la notation. Il est plus simple de compter chaque facteur sur 20 et d'introduire un coefficient multiplicatif de pondération, et
d. pour le milieu considéré, on somme enfin les points gagnés pour les différents facteurs, puis l'on compare le total obtenu à des seuils choisis pour caractériser le niveau d'aptitude global.

Cette méthode a été très employée au cours de la dernière décennie aux Etats Unis[19], en France[11, 2, 4, 5] et au niveau européen[7].

L'emploi de l'ordinateur n'est pas obligatoire; cependant, il est fréquent et facilite le travail.

c. Diagnostic comparatif

La méthode s'appuie sur les résultats d'une enquête ou bien sur les données de champs d'expériences agronomiques. Elle permet d'extrapoler en surface l'information ponctuelle obtenue. Elle est basée sur la démarche suivante:

a. définition de situations de références dans lesquelles est connue la variable que l'on souhaite cartographier (par exemple, aptitude à la production de pommes de terres estimée à partir des rendements obtenus). Dans les situations de référence, on connaît également les facteurs explicatifs retenus (types de sol, de climat et autres),
b. enregistrement sur ordinateur, pour tout le territoire considéré, des cartes correspondant aux facteurs explicatifs (sols, climat et autres),
c. calcul, pour un point quelconque du territoire, du degré de ressemblance avec chaque situation de référence, c'est-à-dire recherche de la similitude maximale au niveau des facteurs explicatifs,
d. établissement du diagnostic pour ce point, en application du principe 'les mêmes causes provoquent les mêmes effets' (les mêmes contraintes du milieu physique vont impliquer des rendements maximum comparables à ceux de la situation de référence la plus ressemblante) et
e. répétition du calcul pour chaque point du territoire et cartographie de l'aptitude ou de la potentialité considérée. (Fig. 6).

Il n'est pas possible de présenter ici les difficultés de la démarche et les solutions proposées pour y remédier. Ce type de recherche a été développé et publié en collaboration entre l'INRA et l'Université de Montpellier[6, 17].

LIMITES DE L'APPROCHE

Quels que soient les efforts et les précautions prises, les approches présentées souffrent de diverses limites qu'il faut avoir présentes à l'esprit:

a. Limite social

Le raisonnement est basé sur l'idée qui'il faut assurer une gestion optimale des ressources en sol (productivité, protection du capital édaphique et autres). Or, les agriculteurs n'ont pas souvent

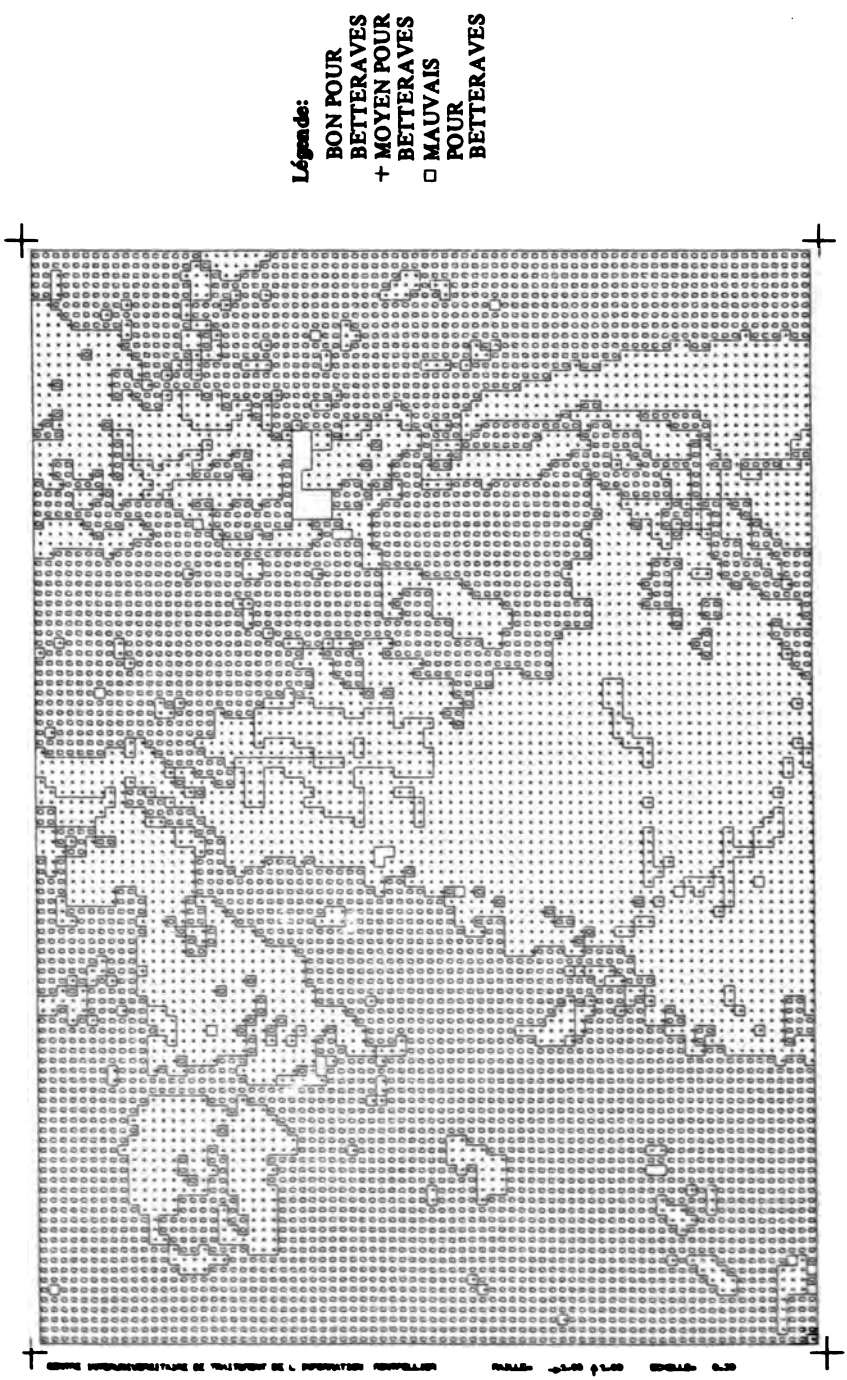


Fig. 6. Aptitude à la Beterave.

toute latitude pour agir. Chacun d'entre eux ne possède pas nécessairement, au sein de son exploitation l'éventail de sols lui permettant une répartition optimale des cultures qu'il souhaite réaliser. Les problèmes de rotation viennent encore compliquer un schéma d'orientation simple. Enfin, il n'est pas certain que les objectifs personnels de l'exploitant coïncident exactement avec ceux du planificateur.

b. Limites économiques

Le système de notation proposé ne peut être établi dans l'absolu sans référence au contexte économique. Par exemple telle parcelle en pente, au sol très peu profond et caillouteux aura pourtant une grande valeur, si elle se situe au coeur du vignoble de Champagne. Il semble donc que l'étude socio-économique doit, sinon précéder, du moins être conduite parallèlement à l'étude du milieu, si l'on veut que cette dernière détermine les vraies contraintes naturelles du système de production. La FAO, dans des travaux récents, a bien mis toutes ces notions en évidence[13].

Une autre limite économique de cette approche est qu'il faut théoriquement confronter tous les types possibles d'utilisation du sol. Que signifie une excellente aptitude pour l'agriculture d'un terrain situé en zone constructible près de Paris! La méthode dite 'Planification Écologique' ne néglige pas ce genre de difficulté.[11]

c. Limites scientifiques

La première est, bien entendu, le caractère sectoriel de l'approche. Il est évident que des nombreux aspects du problème sont omis à ce stade. En outre, le système de notation étudié est empreint d'un certain empirisme. Certes, il constitue un progrès dans la mesure où il correspond à une démarche codifiée donnant des résultats reproductibles (fidélité). Mais, on admet implicitement que les contraintes du milieu naturel sont additives. Or, celà n'est pas nécessairement le cas: la pierrosité en volume CX et la profondeur P

du sol interviennent de façon multiplicative pour définir une contrainte sur l'alimentation en eau des plantes. En effet la formule qui détermine la Réserve Facilement Utilisable est:

$$RFU : Px (100 - CX)x \ldots$$

d. Limites techniques

Si les traitements sur ordinateur sont aisés et rapides, il n'en est pas de même de la prise en compte des données (observations sur le terrain, *stockage* informatique et vérifications diverses). C'est probablement cela qui constitue, à l'heure actuelle, le facteur de blocage des progrés dans l'utilisation et l'amélioration des méthodes qu'on a présentées. L'évolution actuelle des techniques est rapide pour qu'on puisse espérer des solutions meilleures dans le futur.

CONCLUSION

L'étude d'un système de production agricole peut être facilitée, dans certains cas, par l'existence de techniques informatiques en plein développement à l'heure actuelle.

Des résultats concrets ont déjà été obtenus, en ce qui concerne la réalisation de cartes monothématiques ou cartes de contraintes, telles que: cartes de pentes, cartes du bilan radiatif, cartes de pierrosité du sol et autres.

Cependant, on observe encore de nombreux tâtonnements, d'abord au niveau de la prise en compte automatique des variables du milieu, ensuite relativement aux méthodes de synthèse qu'il convient d'employer.

Cela résulte, de que l'informatique n'a pas été employée comme il conviendrait. On s'est contenté de reproduire et d'automatiser des démarches antérieurement utilisées, non pas parce qu'elles étaient les meilleures, mais parce qu'elles ne nécessitaient pas de calculs

complexes. C'est bien le cas de la méthode par notation présentée plus haut. On arrive donc, dans un système paradoxal, caractérisé par une sorte d'autocensure qui a perdu sa raison d'être. Les chercheurs en ont conscience et de sérieuses améliorations sont en chantier.

ANNEXE 1 SIGLES UTILISÉS

CANSIS : Canada Soil Information System.

IGN : Institut Géographique National (France).

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

IRAT : Institut de Recherches en Agronomie Tropicale.

ORSTOM : Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer.

SOGREAH: Société Grenobloise d'Études et d'Applications Hydrauliques.

STIPA : Système de Transfert de l'Information Pédologique et Agronomique.

BIBLIOGRAPHIE

1. BACHACOU, J. Le calcul automatique des pentes; contribution à l'opération Vichy du contrat 'Carte de Potentialité CEE'. I.N.R.A. –Biométrie, 1979. 22 p.

2. BEGON, J.C., MORI, A. et HARDY, R. Un système de classement des terres suivant leur aptitude à la production agricole. 1978. pp. 1274–1285.

3. BERTRAND, R., FALIPOU, P. et LEGROS, J. Notice pour l'entrée des descriptions et analyses des sols en banque de données; système STIPA de l'I.N.R.A.–I.R.A.T. 1979. 119 p.

4. BONFILS, P. Le classement des sols en vue de la reforestation en zone méditerranéenne. Revue Forestière Française N° 4. 1978.

5. ————————. Le classement des sols suivant leur aptitude à la viticulture mécanisée en région méditerranéenne. France, I.N.R.A.–Science du Sol, 1980. 20 p.

6. BONNERIC. Conception et réalisation d'un système cartographique appliqué à la pédologie. Mémoire d'Ingénieur. Montpellier, France, C.N.A.M., 1978. 108 p.

7. COMMUNAUTÉ ÉCONOMIQUE EUROPÉENNE. Cartographie Écologique. Bruxelles, 1977–1978. 8 v.

8. DEFFONTAINES, J.P. Carte schématique des pentes en France. France, I.N.R.A. Étude SEI N° 34. 1968. 12 p.

9. DOMPTAIL, P. La cartographie automatique à la Société du Canal de Provence et d'Aménagement de la Région Provençale. In Colloque Informatique et Biosphère, 5ème, Paris, 1977. Actes. pp. 113–143.

10. DURAND, R. et LEGROS, J.P. Cartographie automatique des ressources en énergie solaire. Annales Agronomiques. 1980. À paraître.

11. FALQUE, M., PORTIER, J. et DUCLOS, G. Pédologie et Planification écologique. Revue L'Irrigant (Numéro spécial) 1973:44.

12. FAVROT, J.C. Carte pédologique de France; feuille de Moulins; notice explicative; notice des secteurs naturels d'aménagement. Esc. 1:100 000. France, I.N.R.A., 1974.

13. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Projet relatif aux zones agro-écologiques; méthodologie et résultats pour l'Afrique. 1979. 15 p. (v. 1, N° 48).

14. HOUSSAY, PH. Exploitation des modèles numériques de terrain; cartographie de la pente et de l'ensoleillement. Institut Géographique National. Bulletin d'Information N° 3. 1979. pp. 15–26.

15. KLOOSTERMAN, B., DUMANSKI, J. et TABI, M. Possibilités de gestion des données dans le Système Canadien d'Informatique Pédologique (CANSIS). In Normalisation et échange de données pédologiques. Paris, ACCT, 1979. pp. 125–138.

16. LEGROS, J.P., OUATTARA, S. et YAWOVI, V. Concepts, structure et fonctionnement du Réseau International de Traitement de Données de Sol (RITDS) de l'Agence de Coopération Culturelle et Technique. In Conférence pour l'Intégration Informatique Africaine, Abidjan, 1979. Bureau Intergouvernemental pour l'Informatique, 1979. 15 p.

17. LEGROS, J.P. et BONNERIC, PH. Modélisation informatique de la répartition des sols dans le Parc Naturel Régional du Pilat. Annales de l'Université de Savoie 4:63–68. 1979.

18. ————, ARLES, J. et DURAND. R. Cartographie automatique des durées maximales d'insolation en fonction du relief. Revue Informatique et Biosphère. 1980.

19. Mac HARG, I. Design with nature. The natural History Press (New York) 1969:197.

20. MALLET, J.L. Présentation d'un ensemble de méthodes et techniques de la cartographie numérique; sciences de la terre. Informatique géologique N° 4. 1974.

21. ————————. Programmes de cartographie automatique; présentation de la bibliothèque Cartolab; sciences de la terre. Informatique géologique N° 7:189. 1976.

ANALYSE DIACHRONIQUE DES SYSTÈMES MARAÎCHERS EN GUADELOUPE.

D. Picard (*)

La Côte sous-le-Vent de Guadeloupe, versant Ouest de la chaîne volcanique de l'île, est une région très accidentée, au climat semi-aride pendant cinq à six mois de l'année (janvier à juin).

INTRODUCTION

Bien qu'elle aît été la première région colonisée en 1630, même s'est peu développée ultérieurement, surtout à partir du 19ème siècle. Dès 1950, elle produisait essentiellement du coton dans les zones basses et sèches, du café, du cacao, de la vanille, puis de la banane, dans les secteurs plus humides et en altitude[4].

Durant les années soixante, un certain nombre d'études ont été faites pour essayer de sortir cette région de son isolement et de sa pauvreté relative. Elles ont abouti, dans les années soixante-dix, à la

(*) Station d'Agronomie, I.N.R.A., Antilles-Guyane.

Légende:

- cultures pures existant en 1976.
- cultures associées existant en 1976.
- extensions depuis 1976.
- périmètres irrigués.

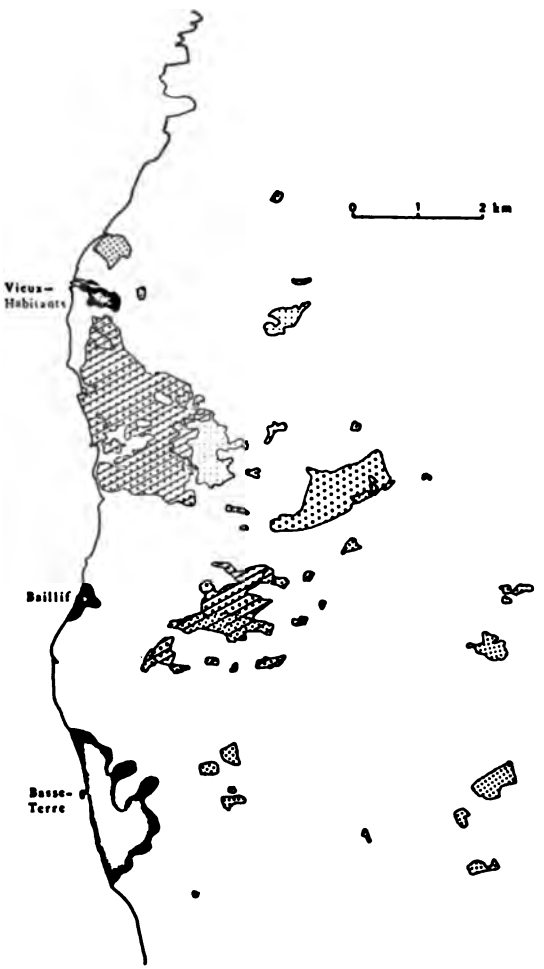


Fig. 1. Évolution des cultures maraîcheres en Côte sous-le-Vent.

mise en place de réseaux d'irrigation et à l'essor rapide des cultures maraîchères (Fig. 1). Il existait déjà une tradition pour ces cultures, mais elles se pratiquaient surtout dans le cadre de jardins créoles ou jardins familiaux qui servaient d'abord à nourrir l'agriculteur et sa famille et dont seuls les excédents étaient vendus.

Dès l'abord, ces systèmes de production maraîchère présentent des caractères particuliers, liés en partie aux conditions dans lesquelles ils sont apparus. Quel est leur avenir? Peut-on les considérer comme stables, reproductibles dans le temps ou ne sont-ils qu'une étape dans l'évolution de l'agriculture en Côte sous-le-Vent? Actuellement, en régle générale les maraîchers ne pratiquent aucune autre spéculation; ne faudrait-il pas associer ces cultures à d'autres, ou à l'élevage, pour une meilleure exploitation du milieu, un meilleur équilibre?

Une bonne compréhension du fonctionnement de ces systèmes, l'analyse des contraintes qu'ils présentent, au niveau des structures et des techniques de production, sont nécessaires pour répondre à ces questions; ce qui a conduit à développer progressivement une méthode d'étude originale dont, l'exposé en relation avec le thème du séminaire, est l'objet principal de cet article. Quelques résultats sont présentés à titre d'exemple pour illustrer ce que l'on peut en attendre.

ÉTUDES CONDUITES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE LA CÔTE SOUS-LE-VENT ET LA MISE EN PLACE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION MARAÎCHERE

Les études, menées dans les années soixante, ont abouti en novembre 1967 à la publication d'un projet-toujours d'actualité-intitulé 'Étude de la mise en valeur agricole de la Côte sous–le–Vent' par la Direction Départementale de l'Agriculture.

Les motivations invoquées pour le déclin de l'agriculture sont: une situation excentrée, mal desservie par les routes jusqu'en 1960, la faiblesse et l'émiettement des structures agricoles, l'effet dévastateur des cyclones de 1928 et 1956 et l'absence d'eau pour l'irrigation des secteurs mécanisables[3]. A ces raisons, il faut ajouter la concurrence internationale pour le coton, le café, le cacao, liée à l'évolution des coûts de production et main-d'oeuvre, notamment.

L'objectif du projet est de lever trois obstacles: le manque d'eau dans les zones basses, l'absence de voies de pénétration dans l'intérieur de la région, l'insuffisance de l'encadrement et de la formation des hommes[3]. Les zones à mettre en valeur sont définies à partir de la carte pédologique au 1/20 000e (ORSTOM), de la carte des pentes et de la carte climatique. Trois zones sont ainsi répertoriées et cartographiées: les terres pédologiquement valables à irriger; les terres pédologiquement valables d'altitude qui ne nécessitent pas d'irrigation; enfin, les terres pédologiquement peu favorables à utiliser pour le reboisement et les productions extensives. Les cultures envisagées pour les deux premières catégories de terre sont l'arboriculture (lime et autres agrumes, avocatier, manguier et goyavier); le café et le cacao; les cultures maraîchères pour l'exportation; les cultures vivrières pour le marché local; enfin les cultures fourragères, irriguées et non irriguées.

À la suite de ce projet, deux périmètres irrigués ont été aménagés, l'un à Baillif, l'autre au Sud de Vieux-Habitants, qui dessert pour l'essentiel des terres non retenues dans le projet de 1967. Au même temps, à Baillif, un réaménagement foncier était engagé sur le domaine de Campry et en 1974, 40 hectares irrigables d'un seul tenant étaient vendus à 22 agriculteurs adhérents d'une coopérative de production maraîchère, la SOCOGIAP, crée en 1970, mais dont l'essor véritable date de ce moment. Il n'y a pas eu d'opération foncière pour le réseau de Vieux-Habitants-Sud.

En matière de formation et d'encadrement, deux actions ont été entreprises. Des stages pour le maraîchage et l'arboriculture adressés à des volontaires et la mise à la disposition de la SOCOGIAP par la Chambre d'Agriculture de deux techniciens.

Dans ce contexte, deux systèmes de production se sont développés; d'une part, sur les domaines d'altitude et de superficie importantes, la culture de la banane déjà pratiquée, et l'aubergine pour l'exportation (un an) introduite en rotation avec celle-ci (trois ans).

D'autre part, sur les terres plus morcelées des zones basses, se sont développés les systèmes de production maraîchère pour le marché local, objet de cette recherche. En effet, on dispose d'un marché avec des prix très rémunérateurs, puisque l'essentiel des produits étaient, jusqu'à présent, importés et les agriculteurs ont, apparemment, transposé à une plus vaste échelle les techniques de production utilisées pour les légumes dans le cadre des jardins-

créoles. Par contre, pour les autres spéculations prévues par le projet, soit aucune tradition n'existait (cultures fourragères intensives), soit le marché paraîssait plus aléatoire (café, cacao) et elles n'ont pas été reprises. Seule, l'arboriculture se met en place, mais plus lentement.

MÉTHODE D'ÉTUDE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION MARAÎCHÈRE

D'abord, on a réalisé, une enquête préliminaire, rien n'étant connu sur ces systèmes[1] . Les résultats obtenus ont montré que, l'on avait affaire à des systèmes à évolution rapide pour des systèmes agricoles.

Si l'on considère les variables d'état, un chef d'exploitation déplace ses terres cultivables, tous les deux ou trois ans, par exemple. Les terres effectivement cultivées ne représentent qu'une fraction de ces derniéres et constituent un sous-ensemble mobile au sein du premier. Chaque culture occupe des parcelles de dimensions variables dont les limites elles-mêmes se déplacent avec une fréquence en fonction de la durée de chaque culture (six semaines en moyenne pour les salades, quatre mois pour les tomates). La main-d'oeuvre utilisée est également susceptible de varier à l'échelle de la semaine. L'équipement utilisé est réduit: des tuyaux d'irrigation et des asperseurs, un atomiseur à dos, rarement un motoculteur et une débrousailleuse à moteur.

D'autre part, les variables de flux ne sont pas enregistrées, notamment les quantités d'eau, d'engrais et de produits phytosanitaires utilisés. En fait, l'agriculteur ne connaît que le produit monétaire final de son exploitation, qui résulte d'achats et de ventes globales et qui ne permettent pas de connaître la rentabilité de chaque culture.

Pour entrer dans le détail du fonctionnement de ces systèmes, il fallait trouver une méthode d'étude permettant de suivre ces changements d'état aussi rapides et de reconstituer dans la mesure du possible les flux. On a donc procédé, à une analyse diachronique des systèmes à l'aide de cartographies périodiques des cultures en place; d'une part, au niveau des 40 ha du lotissement de Campry

(Fig. 2); d'autre part, au niveau de dix exploitations individuelles prises en dehors du périmètre (Fig. 3).

Les cartographies du lotissement de Campry ont été faites chaque mois par un lever manuel des cultures sur un plan au 1/5 000e. On a utilisé les limites des îlots (ensemble d'un seul tenant) et les repères naturels (lignes de crêtes, *thalwegs*). Les superficies de chaque culture sont ensuite mesurées par photo-planimétrie.

Pour les dix exploitations, le parcellaire de chaque îlot a été levé à l'aide d'un topofil et d'une boussole au moment de chaque modification importante. Ces données ont été complétées par des observations systèmatiques faites sur les cultures toutes les deux ou trois semaines: stade, densité, travaux culturaux en cours ou effectués récemment, maladies, parasitisme, état des adventices. Enfin, les temps des travaux culturaux en cours au moment des observations ont été relevés.

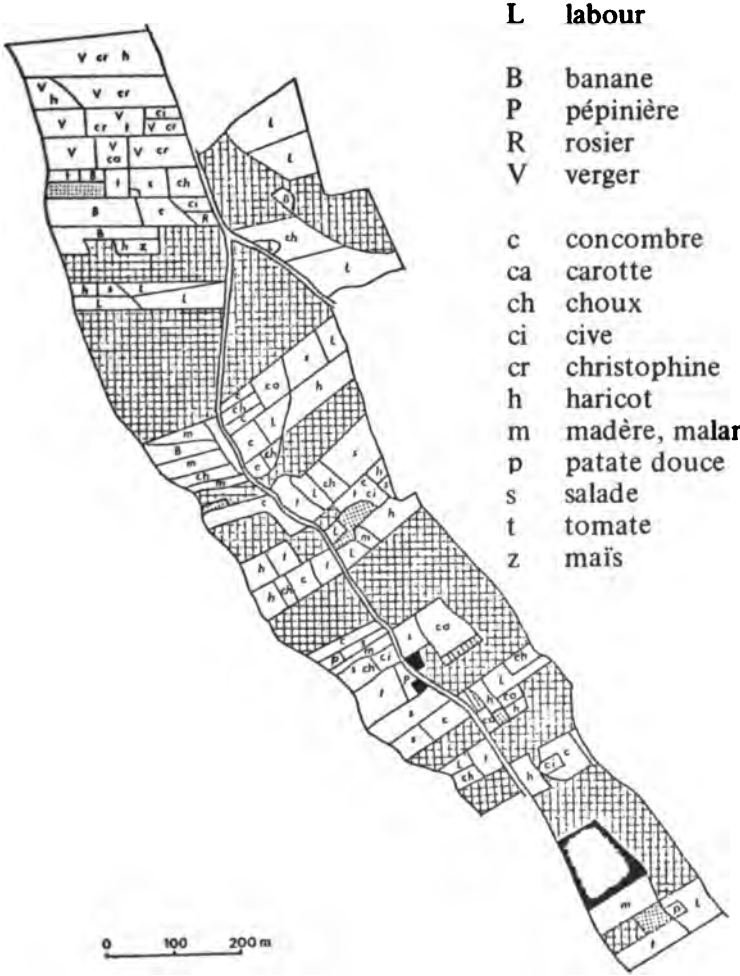
RÉSULTATS

Les deux exemples choisis pour illustrer l'intérêt de la méthode portent sur l'évolution des cultures pendant l'année 1979 à Campry et sur les modalités de la production de la tomate.

a. Évolution des cultures à Campry

L'analyse diachronique permet de mettre en évidence l'existence d'un haut pourcentage de terres en jachère de longue durée (Fig. 4), en moyenne 48 %. Mais ce pourcentage est fonction de la saison; il est plus élevé en saison des pluies (54 %) qu'en saison sèche (42 %).

Pour les terres cultivées (Fig. 5) une fraction importante (26 %) est en labour ou en friche, après arrêt de la récolte de la culture précédente et six cultures (tomate, chou, haricot, salade, concombre



Légende:

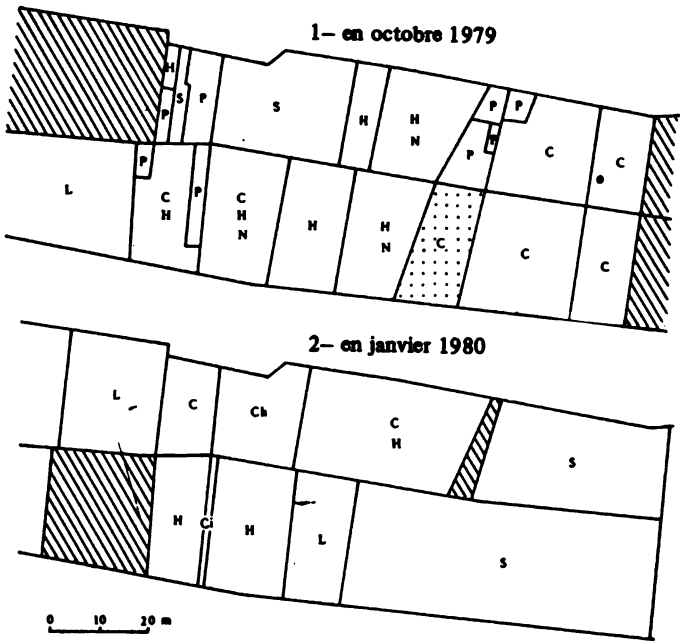
- zone bâtie
- jachère
- jachère + cultures éparses
- cultures abandonnées
- terres cultivées

L labour

B banane
P pépinière
R rosier
V verger

c concombre
ca carotte
ch choux
ci cive
cr christophine
h haricot
m madère, malanga
p patate douce
s salade
t tomate
z maïs

Fig. 2. Lotissement de campry (Commune de Baillif). État de l'occupation des sols le 10 mars 1979.



Légende:

jachère

culture abandonnée

C concombre
Ch chou
Ci cive

H haricot
L labour
N navet
P pépinière
S salade

Fig. 3. Exemple de parcellaire d'un îlot maraîcher.

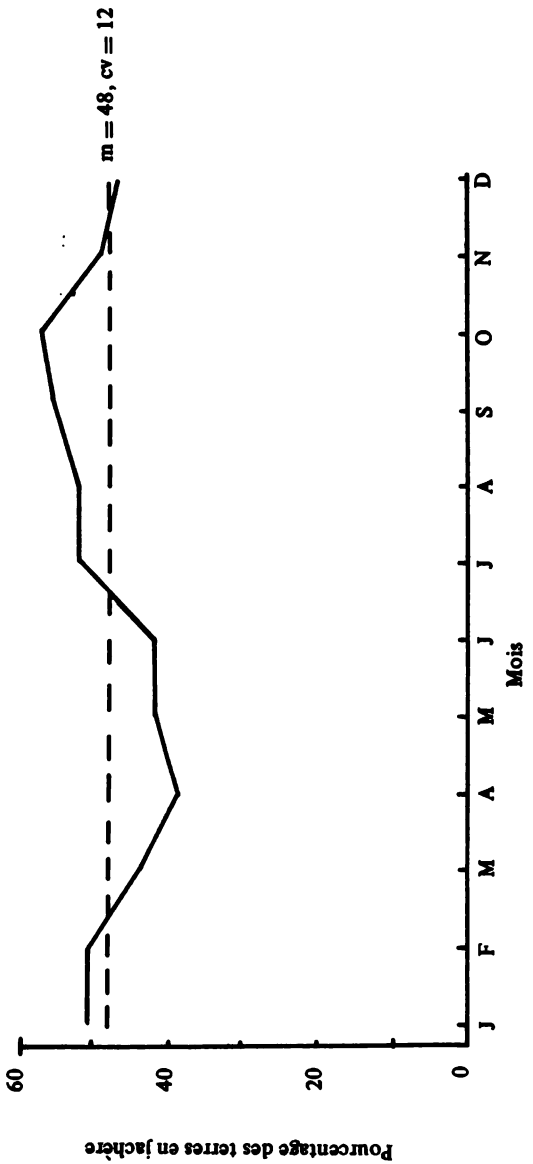


Fig. 4. Lotissement maraîcher de Campry, 1979. Pourcentage mensuel des terres en jachère.

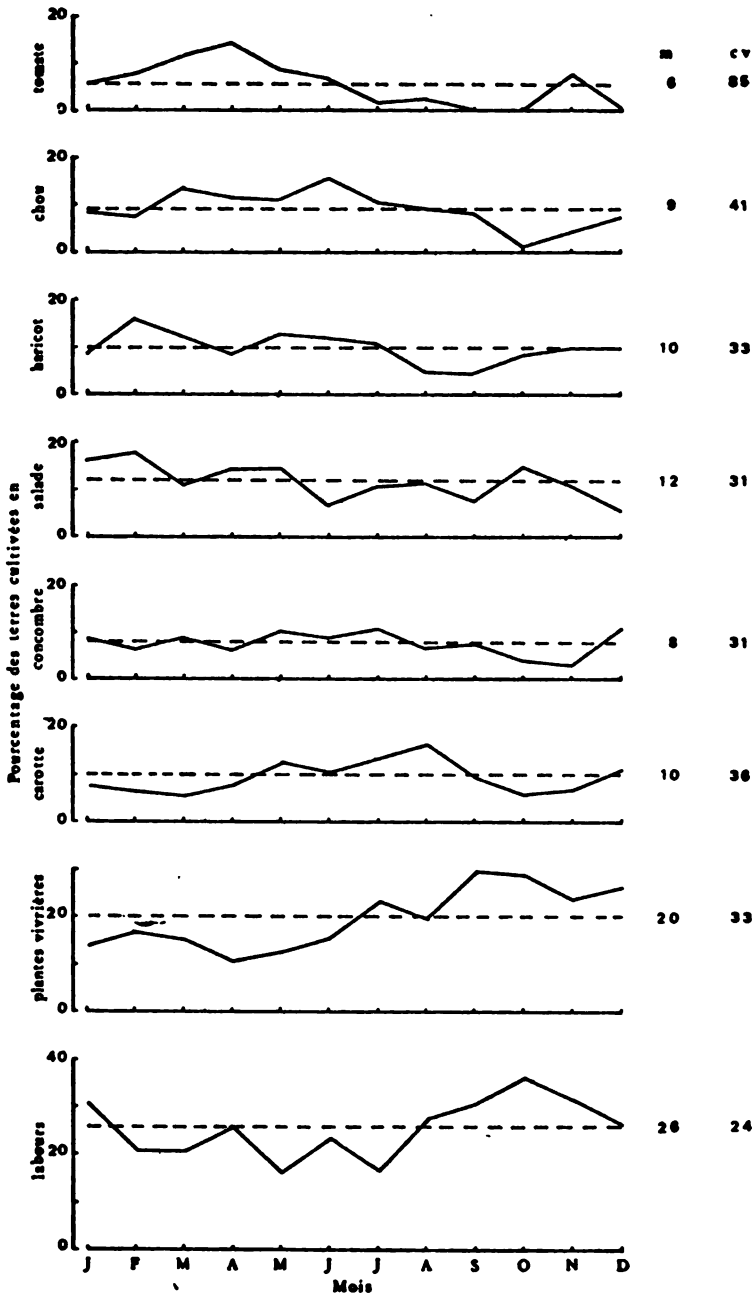


Fig. 5. Lotissement maraîcher de Campry. Pourcentage des terres occupées par les différéntes cultures en 1979.

et carotte) occupent la presque totalité des terres en maraîchage (55 % des terres cultivées). Cependant, certaines d'entre elles sont présentes davantage en saison sèche (chou) ou exclusivement, en saison sèche (tomate). D'autres occupent des superficies comparables presque toute l'année (salade et concombre).

La part des cultures vivrières augmentent de plus en plus sans qu'il soit possible de dire, sur une seule année d'observation, s'il s'agit d'une évolution saisonnière ou durable. Une fraction importante de ces cultures est constituée par la banane plantain, culture pérenne; il est cependant vraisemblable, qu'il s'agit d'une évolution durable.

b. Modalités de la culture de la tomate en Côte sous-le-Vent.

Quarante-cinq cultures de tomate ont été observées chez huit maraîchers qui travaillent sur leurs îlots depuis des dates variables, mais très récentes (1978 pour le plus ancien), à l'exception d'un seul, qui est sur le même îlot de façon continue depuis longtemps. La plupart des agriculteurs enquêtés plantent des tomates en toute saison. Les superficies sont variables: de 200 à 6 600 m2 (moyenne 1 270 m2). Beaucoup pratiquent la plantation échelonnée sur des parcelles contigües. Mais le risque de faire une récolte médiocre ou nulle est élevé: il varie selon les individus mais pour diverses raisons, dans 27 sur 45 cas, la culture n'a pas pu être menée à son terme.

La maladie du flétrissement bactérien, due à *Pseudomonas solanacearum*, est une cause fréquente d'interruption. Il n'existe pour l'instant aucun moyen de prévoir les dégats qu'elle est susceptible de provoquer. Les agriculteurs adaptent leurs techniques culturales en fonction des risques qu'ils prévoient, puis de l'extension de la maladie en cours de culture (Fig. 6). Les prises de décision interviennent à trois niveaux: avant la plantation, après les premières façons d'entretien, lorsque le flétrissement peut apparaître, enfin s'il y a aggravation ultérieure, ce qui se traduit par quatre catégories de récoltes. Les fréquences rencontrées aux deux premiers niveaux de décision et pour les quatre catégories de récoltes (Fig. 7) confirment l'importance des risques pris par les maraîchers. Bien que, dans 42 % des cas qui représentent 51 % des surperficies concernées, les agriculteurs ont implanté leur culture sur des terres juste défrichées, jugées en principe indemnes de *Pseudomonas solanacearum*. La

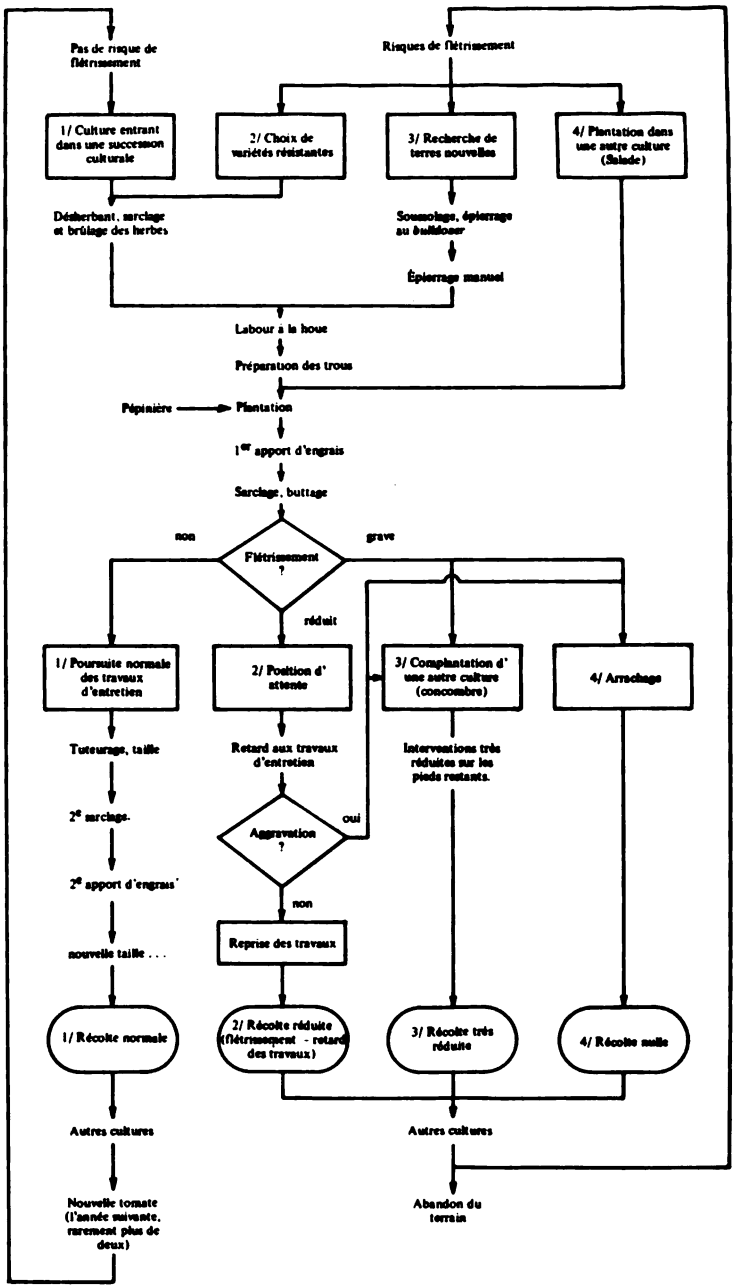
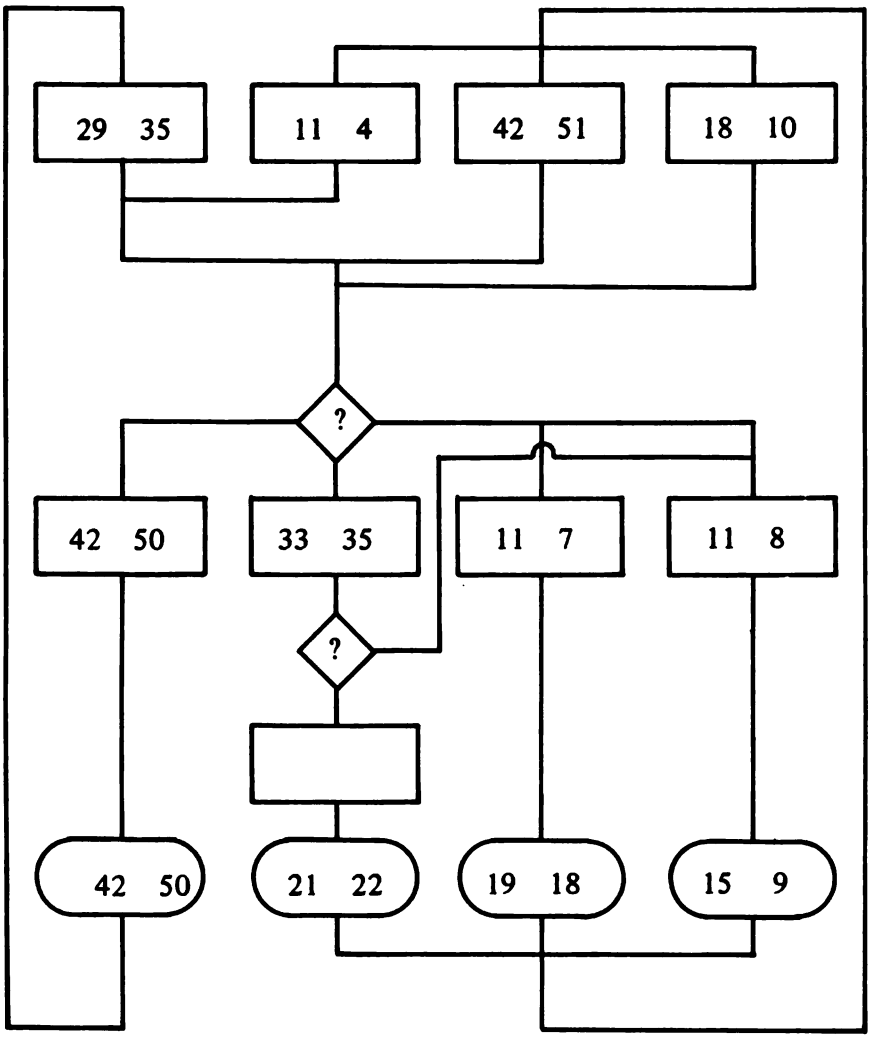


Fig. 6. Modalités de production de la tomate en Côte sous-le-Vent. Tactique des agriculteurs face au problème du flétrissement bactérien.



Légende:

nombre de gauche: fréquence des cas rencontrés.
nombre de droite: pourcentage des superficies concernées.

Fig. 7. Fréquences des décisions prises par les maraîchers pour la production de la tomate face au problème du flétrissement bactérien et les récoltes qui résultent (%).

récolte n'est normale –en l'absence d'autre facteur limitant, non pris en compte ici– que dans 42 % des cas qui représentent 50 % des superficies plantées. Elle est nulle dans 15 % des cas –9 % des superficies plantées–, ce qui indique que les exploitants ont tendance à réduire ces dernières quand le risque d'apparition du flétrissement croît. Le faible recours aux variétés résistantes s'explique par le fait que celles actuellement disponibles ne présentent pas une résistance parfaite et ont des qualités commerciales (grosseur) jugées insuffisantes par les agriculteurs.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La méthode d'analyse diachronique utilisée pour étudier les systèmes maraîchers de Côte sous-le-Vent a permis de mettre en évidence un certain nombre de problèmes agronomiques; par exemple, celui de la place de la jachère de longue durée ou du flétrissement bactérien, de reconstituer un certain nombre de flux, d'analyser les prises de décision de l'agriculteur face à certains de ces problèmes, facteurs clé de l'évolution des systèmes; enfin de relever leur fragilité actuelle, lié au niveau élevé de risques acceptés, pour chaque culture, par l'exploitant.

Il est ainsi possible d'apporter une première réponse à la question posée à l'origine de l'étude sur l'avenir de ces systèmes maraîchers. Il apparaît clairement, que leur maintien est actuellement en fonction du niveau de prix du marché, qui permet à l'agriculteur de supporter dans un certain nombre de cas la perte d'une récolte. Il est également fonction de la disponibilité en terre qui rend possible le déplacement des cultures lorsque, les conditions de production deviennent aléatoires à un endroit donné; ce qui conduit à un taux de terre en jachère de longue durée élevé.

Toutefois, cette méthode a tendance à privilégier l'étude des facteurs directement impliqués dans l'évolution à court terme des systèmes (maladies qui détruisent les récoltes), aux dépens de ceux qui ont une action à plus long terme (variation des propriétés du sol) et ne permet pas l'analyse précise des facteurs du rendement d'une culture. Celle-ci ne se justifie pas ici. Les rendements varient dans de larges proportions, en liaison avec des facteurs identifiables. Le problème se pose par exemple, pour comprendre la variabilité dans les 50 % de cas où la récolte est dite normale (Figs. 6 et 7).

Par contre, la méthode d'analyse diachronique a l'avantage de permettre l'étude d'un système de production dans tous les cas où, une approche par *interview* du chef d'exploitation et des autres agents impliqués, n'apporte qu'une quantité limitée d'information; comme ce fût le cas notamment lors de l'enquête réalisée en Grande-Terre de Guadeloupe[5]. Elle est particulièrement adaptée aux systèmes de petite dimension –du parcellaire notamment– et à évolution rapide. On peut cependant, en fonction de la vitesse avec laquelle ils évoluent, jouer sur la fréquence des 'photographies' des états successifs et sur leur étendue pour aborder l'étude de systèmes plus vastes, à évolution plus lente.

BIBLIOGRAPHIE

1. GOUSSELAND, J. Contribution à la connaissance de l'évolution des systèmes de cultures maraîcheres en Côte Sous-le-Vent de Guadeloupe. I.N.R.A., 1978. 20 p.

2. GUADELOUPE. DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE. Étude de la mise en valeur agricole de la Côte sous-le-Vent. 1967.

3. ---------. Proposition à l'agrément ministériel du plan d'aménagement rural de la Côte sous-le-Vent de Guadeloupe. 1974. 6 p.

4. LASSERE, G. La Guadeloupe. Thèse. Bordeaux, France, Université, 1960. Union Française d'impression. 2 v. 1 135. p.

5. SERVANT, J. et PICARD, D. Étude préliminaire de l'évolution du système canne-élévage en Guadeloupe. In Séminaire Inter-Caraïbe sur les systèmes de production agricole; méthodologie d'étude, Guadeloupe, 1980.

ANALYSE PRÉLIMINAIRE DES SYSTÈMES D'OCCUPATION DES SOLS DANS L'EST DE LA GRANDE TERRE DE GUADELOUPE.

D. Picard
J. Servant
P. Monestier (*)

PROBLÉMATIQUE DE LA RECHERCHE

La Grande-Terre de Guadeloupe est une île calcaire dont le relief tabulaire, à morphologie doucement ondulée, n'est accidenté que dans la partie Sud-Ouest où se situe le *karst* tropical des Grands-Fonds. Compte tenu de la faible altitude de l'île, la pluviosité est réduite, oscillant entre 1 000 et 2 000 mm, avec une saison sèche (le 'carême') bien marquée, surtout dans les parties Nord et Est.

Les sols, développés sur roches calcaires, sont essentiellement des sols argileux à montmorillonite, organisés en séquences depuis le sol superficiel et occupant les hauts jusqu'au vertisol hydromorphe de dépression.

(*) I.N.R.A., Guadeloupe.

La surface agricole utilisée est de 33 000 ha et le statut agricole de cette partie du département est marqué par le système canne-à-sucre-élevage; où la canne-à-sucre occupe environ 12 000 ha et les savanes naturelles herbacées environ 18 000 ha. L'évolution de l'agriculture au cours des deux dernières décades est caractérisée par une diminution très nette des surfaces cultivées en canne, avec une perte de l'ordre de 5 000 ha. Ce processus d'abandon de la canne se traduise par une augmentation des savanes herbacées où se pratique un élevage semi-extensif de bovins au piquet.

La diminution des surfaces cultivées en canne a pour origine plusieurs causes. Tout d'abord, des causes générales, économiques liées au prix du sucre, au coût de la main-d'oeuvre, à l'introduction de la mécanisation qui privilégie les grandes surfaces plates, aux dépens des petites surfaces accidentées; ensuite des causes locales, liées à une succession d'années sèches, à des opérations de remodelage qui n'ont pas eu un effet bénéfique sur la qualité des sols, à l'apparition de maladies qui n'existaient pas auparavant (en particulier le *charbon* qui attaque la variété HJ, très répandue).

Il faut noter que, le problème de la viande est fondamental aux Antilles; qui importent 60 % de leur consommation. Au cours des dernières années la pression de l'élevage s'est faite plus forte en relation avec l'augmentation des savanes; ainsi d'ailleurs, qu'avec la mise en place de prairies artificielles à base de Pangola.

Cette situation, d'un système canne-élevage en voie d'évolution, mérite une analyse attentive dans ses motivations profondes et dans ses objectifs, d'autant plus que de nouveaux éléments interviennent au cours de ces dernières années. Il s'agit tout d'abord, des projets d'irrigation de certains secteurs de la Grande-Terre, sur une superficie qui peut atteindre à terme plusieurs milliers d'hectares. Les perspectives de l'irrigation en Grande-Terre entraînent: une amélioration des rendements de la canne à sucre, une extension des prairies artificielles à Pangola, une introduction des cultures maraîchères et en particulier de celles qui sont sensibles au flétrissement bactérien des solanées (tomate), lequel sévit en Basse-Terre, mais non en Grande-Terre.

Ensuite, des projets de réforme foncière vont intéresser plusieurs milliers d'hectares de terres avec, comme objectif, la définition d'unités agricoles de moyenne dimension qui pratiquent une agriculture diversifiée, selon des normes de gestion et d'occupation des

sols lesquels doivent être définies avec précision, compte tenu des besoins spécifiques de l'agriculture Guadeloupéenne. Les perspectives d'aménagement rural, dans le contexte qui vient d'être évoqué, ont besoin d'un effort de créativité dans la recherche des systèmes de production, les plus adéquats, compte tenu des nécessités économiques, sociales et techniques. Mais, cette créativité ne doit pas être dissociée des réalités présentes; ce qui veut dire qu'elle doit trouver sa source dans l'analyse attentive et critique des mutations naturelles qui caractérisent la situation actuelle de l'agriculture. Cette réalité agricole, on a tenté de l'approcher au travers d'un travail d'enquête sur le terrain qu'on a réalisé pendant plusieurs mois, dans la partie orientale de la Grande-Terre.

Après avoir exposé les modalités de l'enquête, on donne les principaux résultats de façon à pouvoir discuter de l'intérêt de cette approche pour les études de systèmes de production.

MODALITÉS DE L'ENQUÊTE

Des cinq régions naturelles de la Grande-Terre, celle des plateaux calcaires de l'Est est apparue comme la plus intéressante à étudier pour l'enquête. C'est en effet, la région qui a été la plus modifiée par la récession de la canne à sucre. C'est également celle qui, dans le proche avenir, sera la première à bénéficier de l'irrigation et des superficies importantes seront concernées par la réforme foncière qui se met en place, actuellement. L'axe Le Moule –Saint François, qui traverse à la fois des terres exploitées; en faire-valoir direct par l'usine Gardel, des terres en 'colonnage' et des terres de petite et moyenne propriété, a été retenu comme axe du transect à étudier (cf. Fig. 1).

L'enquête a été faite à partir d'un questionnaire comportant trois séries de questions: sur la structure foncière de l'exploitation, sur les cultures et les élevages pratiqués et enfin, sur la structure familiale, les autres sources de revenu de la famille et le recours éventuel à la main-d'oeuvre salariée. Ce questionnaire n'a pas été soumis directement aux agriculteurs interrogés, mais rempli à la suite de deux ou trois entretiens avec eux. Ces derniers n'ont pas été sélectionnés à partir d'un tirage au sort raisonné, car il n'existe pas de fichier précis des exploitations agricoles de la région pour pouvoir

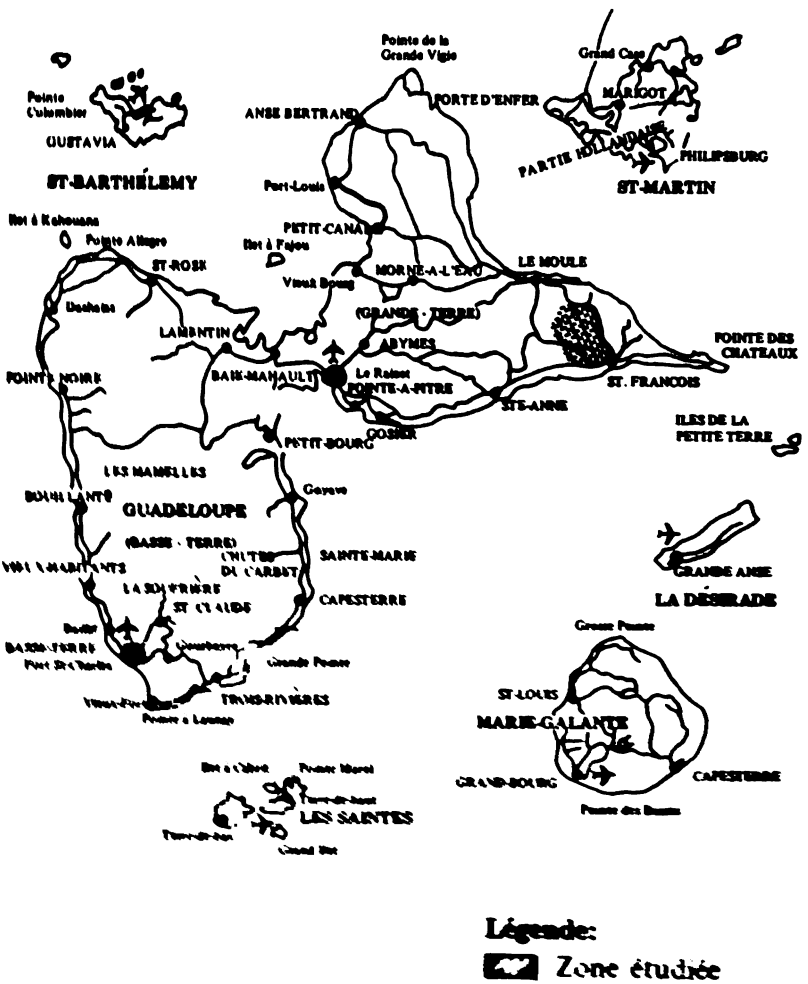


Fig : Guadeloupe Le Moule-Saint-François

opérer ainsi. Ils ont été choisis dans le transect préalablement délimité, en fonction des possibilités de contact. –Les premiers contacts ont été établis grâce au concours des agents du SUAD et du CTCS–

La surface totale de la zone prospectée représente environ 2 000 ha; desquels, il faut déduire environ un tiers de terres en faire-valoir direct de l'usine Gardel. La superficie des exploitations enquêtées représentent 300 ha; le sondage est donc, pour ce critère, un sondage au quart.

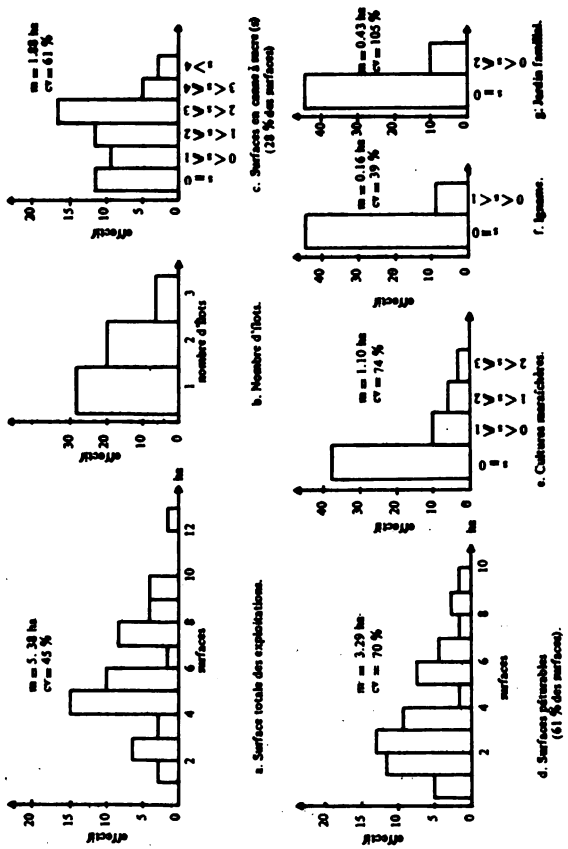
L'interprétation a été faite par les méthodes statistiques classiques et par une analyse factorielle des correspondances (A.F.C) portés sur les 55 agriculteurs interrogés ou des sous-ensembles.

RÉSULTATS

La superficie des exploitations enquêtés varie entre un et 12 ha, la moyenne est de 5.4 ha (Fig. 2 a), mais elles sont morcelées en deux ou trois îlots dans 47% des cas (Fig. 2 b). Les figures 2, 3 et 4 résument les principaux résultats de l'analyse statistique élémentaire.

Ils montrent que la canne à sucre et l'élevage bovin (Fig. 3) qui étaient les spéculations de base de la région en 1960 le sont toujours actuellement. La canne à sucre occupe 28 % des terres et les surfaces pâturables 61 %. Les cultures maraîchères, qui intéressent 17 exploitations, connaîssent un essor certain. Encore, il faut distinguer deux types de cultures; celle du melon et de la pastèque, faite en saison des pluies, sans irrigation et en association étroite avec la culture de la canne et celle de ce que l'on appelle en Guadeloupe 'légumes-France' (tomates, concombres, haricots, salades); pratiquées avec irrigation toute l'année mais surtout en saison sèche. Onze exploitations pratiquent le premier type et sept seulement le second. La culture de l'igname, plus répandue avant 1976, est en régression, par suite des attaques d'anthracnose en 1976 et 1977.

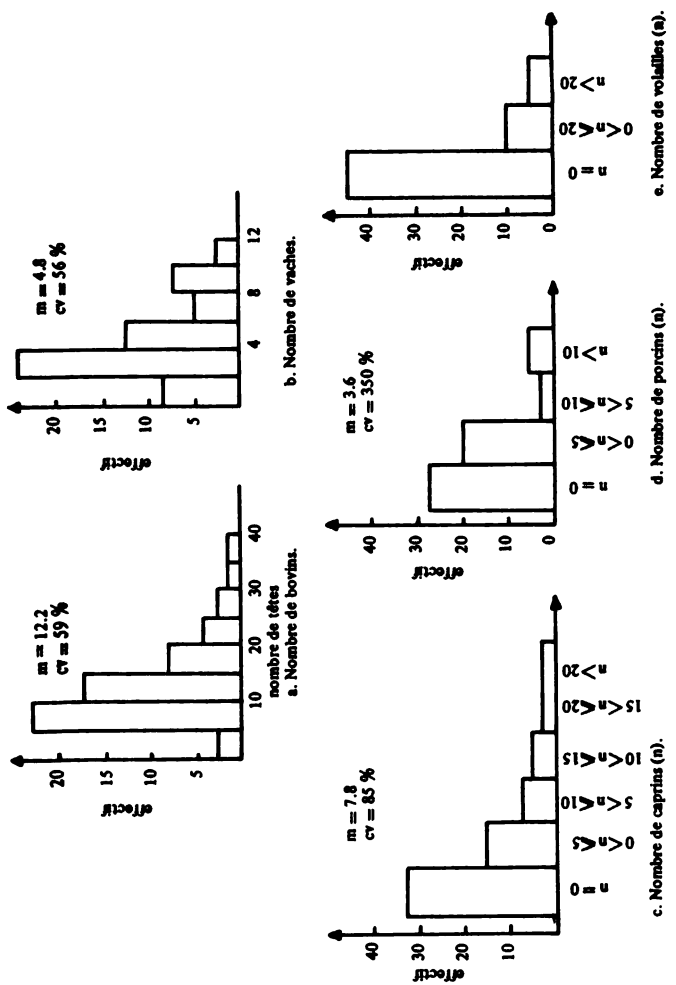
Le faible nombre de 'jardins créoles' traduit le caractère récent de l'implantation des exploitations enquêtées; de même que le nombre réduit de petits élevages domestiques ou de basse-cours est



Légende:

m: moyenne, calculée uniquement pour les exploitations comportant la culture étudiée.
cv: coefficient de variation.
Les limites de classes sont toujours exprimées en ha.

Fig. 2. Superficie des exploitations et répartition des cultures.



Légende:
m: moyenne, calculée uniquement pour les exploitations ayant un élevage.
cv: coefficient de variation.

Fig. 3. Les élevages pratiqués. Effectifs d'animaux.

lié à l'absence ou à la précarité des bâtiments d'exploitation (il n'y en a que dans 9 % des cas) qui rendent ces élevages extrêmement sensibles, d'une part aux animaux errants; d'autre part, aux voleurs (Fig. 3).

L'âge des exploitants va de 30 à 60 ans et leurs familles sont nombreuses (Fig. 4). La plupart sont propriétaires de leurs terres, près de la moitié y travaillent à plein temps et le recours à la main-d'oeuvre salariée apparaît exceptionnel (Fig. 4). Cette première analyse révèle un certain nombre de tendances. La plus nette est que l'abandon de la culture de la canne est le fait, soit des exploitants les plus âgés (plus de 60 ans), qui ne pratiquent plus que l'élevage bovin, soit de ceux qui commencent à faire des cultures maraîchères sur des superficies relativement importantes. D'autre part, ce sont les colons et les petits propriétaires qui ont les superficies en canne relativement les plus fortes (plus de 50 % de la superficie totale de l'exploitation) et le nombre de bovins par hectare pâturable le plus élevé.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) confirme ces tendances. Sur les 55 individus traités (les exploitations), sept apparaissent comme des cas extrêmes et isolés. Ils n'ont donc été conservés qu'à titre d'individus supplémentaires. Dans l'AFC faite sur les 48 individus qui restent, l'examen de la répartition des variables principales (cf. Annexe 1) dans le plan des axes 1 et 2 (Fig. 5) révèle que la structuration des données se fait essentiellement sur les critères de superficie. La superficie totale des exploitations et celle en pâturage varient dans le même sens, celle en canne en sens inverse des deux précédentes. Le nombre de bovins par exploitations suit l'évolution des surfaces pâturables, celui des caprins est plus variable, celui des porcins est élevé dans les petites exploitations. Le nuage des individus se trouve ainsi scindé en deux groupes nettement distincts (Figs. 6 et 7), celui des exploitations de un à six hectares (35 cas) et celui des exploitations de six à 12 ha (14 cas). L'examen des projections des deux catégories de variables supplémentaires introduites (cf. Annexe 1); celles qui ont trait à la caractérisation des techniques culturales (Fig. 8) et celles qui concernent la structure familiale, la main-d'oeuvre et les sources de revenus annexes (Fig. 8) montrent que les exploitations sont mal discriminées par ces critères.

Enfin, une AFC sur le groupe des 35 exploitations de moins de six hectares ne permet pas de révéler de sous-groupes fortement structurés.

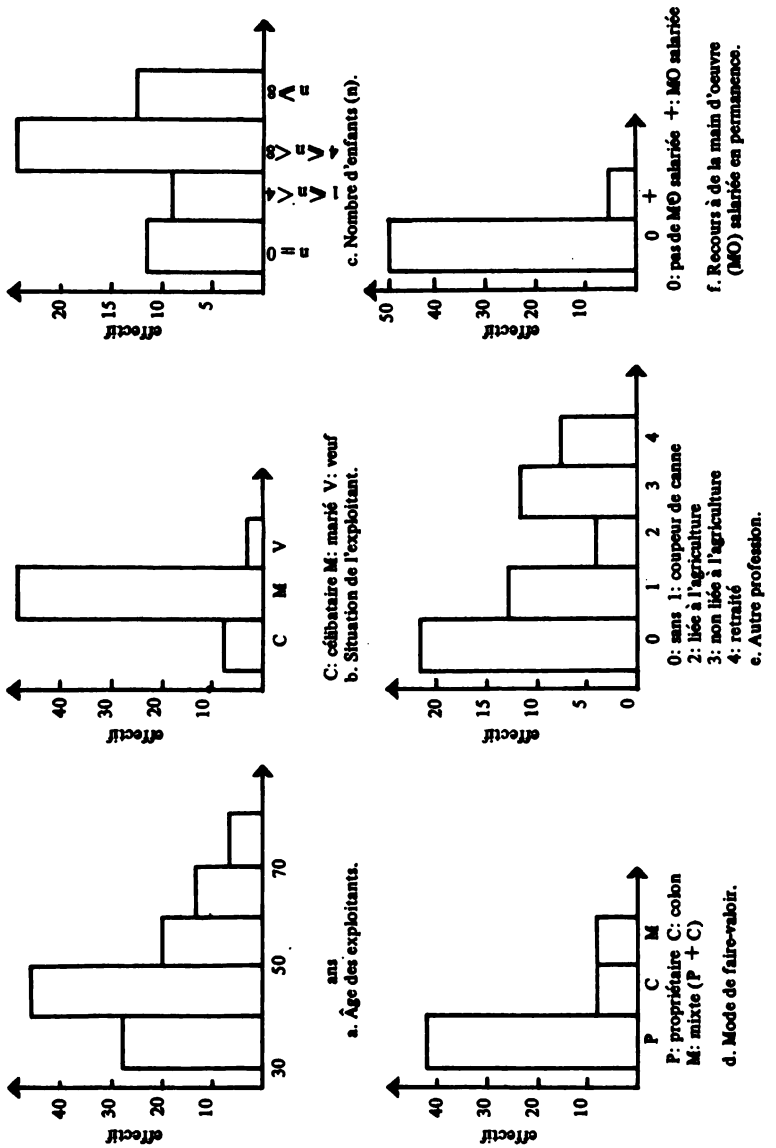
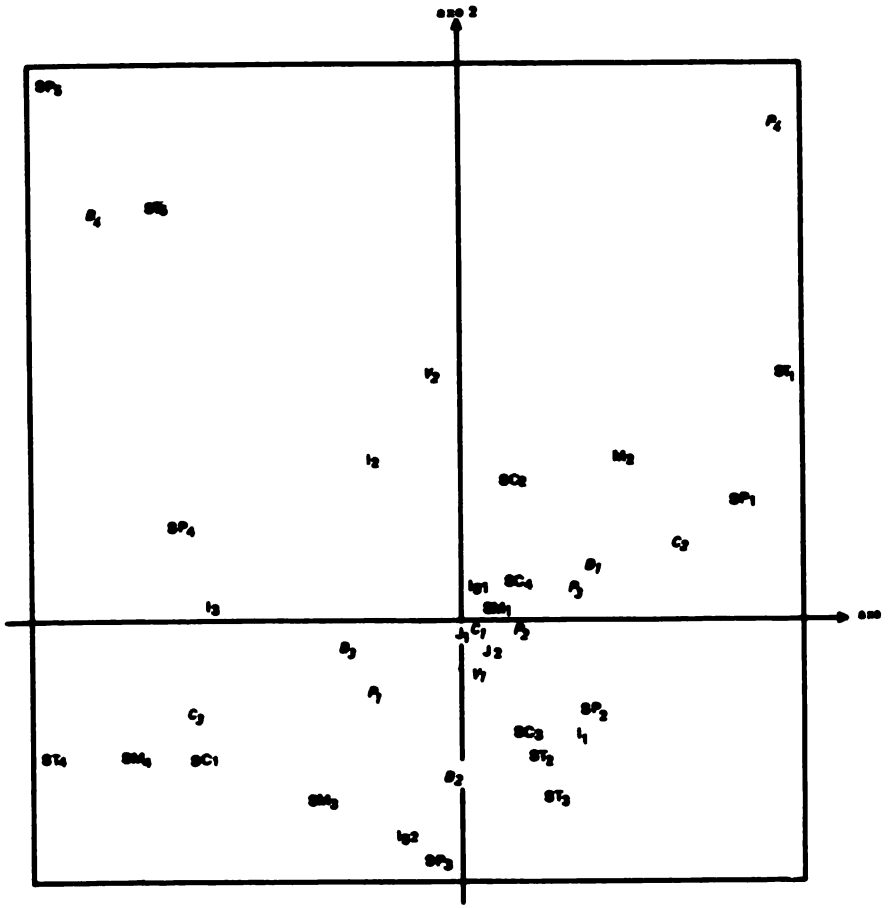


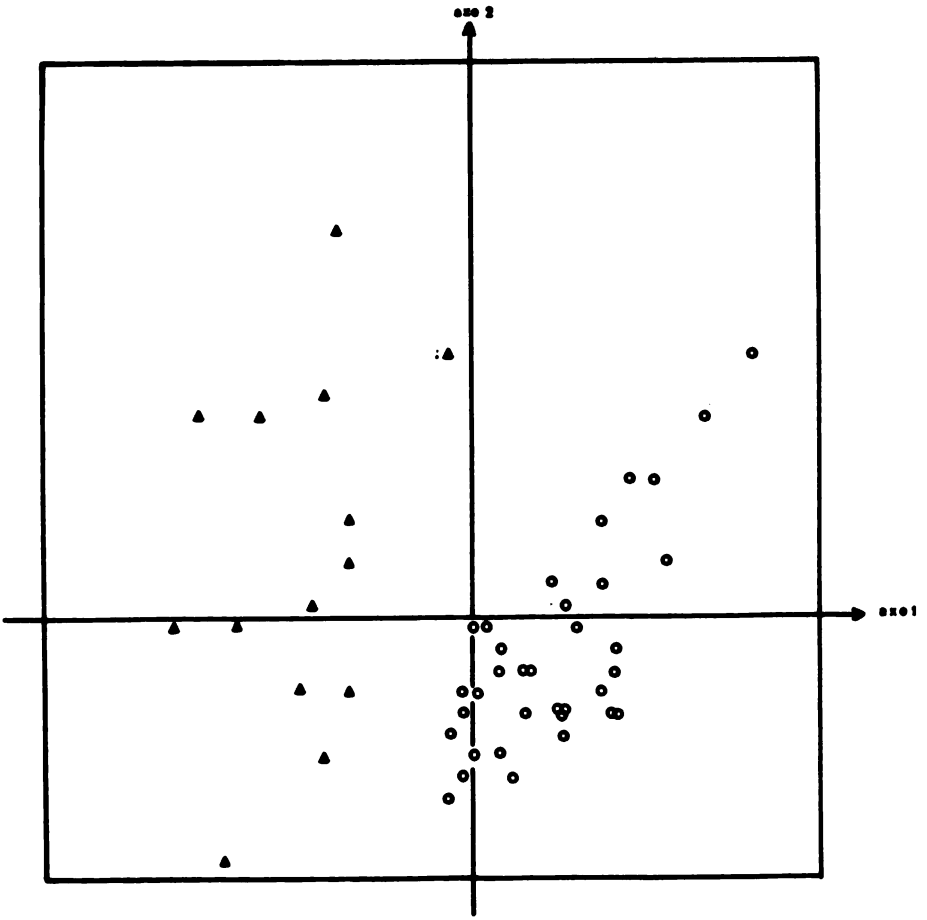
Fig. 4. Structures familiales, modes de faire-valoir et forces de travail.



Légende:

ST, SP, SC, SM:	surfaces totales, en pâturage, en canne, en maraîchage. Les surfaces augmentent de 1 à 4 ou 5.
Ig, J:	présence (2) ou absence (1) d'igname, de jardin familial.
I:	nombre d'îlots (1, 2 ou 3).
B,C,P:	nombre de bovins, caprins, porcins. Les nombres augmentent de 1 à 3 ou 4.
V:	présence (2) ou absence (1) de volailles. (voir annexe 1).

Fig. 5. Analyse factorielle des correspondances. Projection des variables sur le plan des axes principaux 1 et 2.



Légende:

o: Groupe 1.
Δ: Groupe 2.

Fig. 6. Analyse factorielle des correspondances. Séparation des exploitations en deux groupes sur le plan des axes 1 et 2.

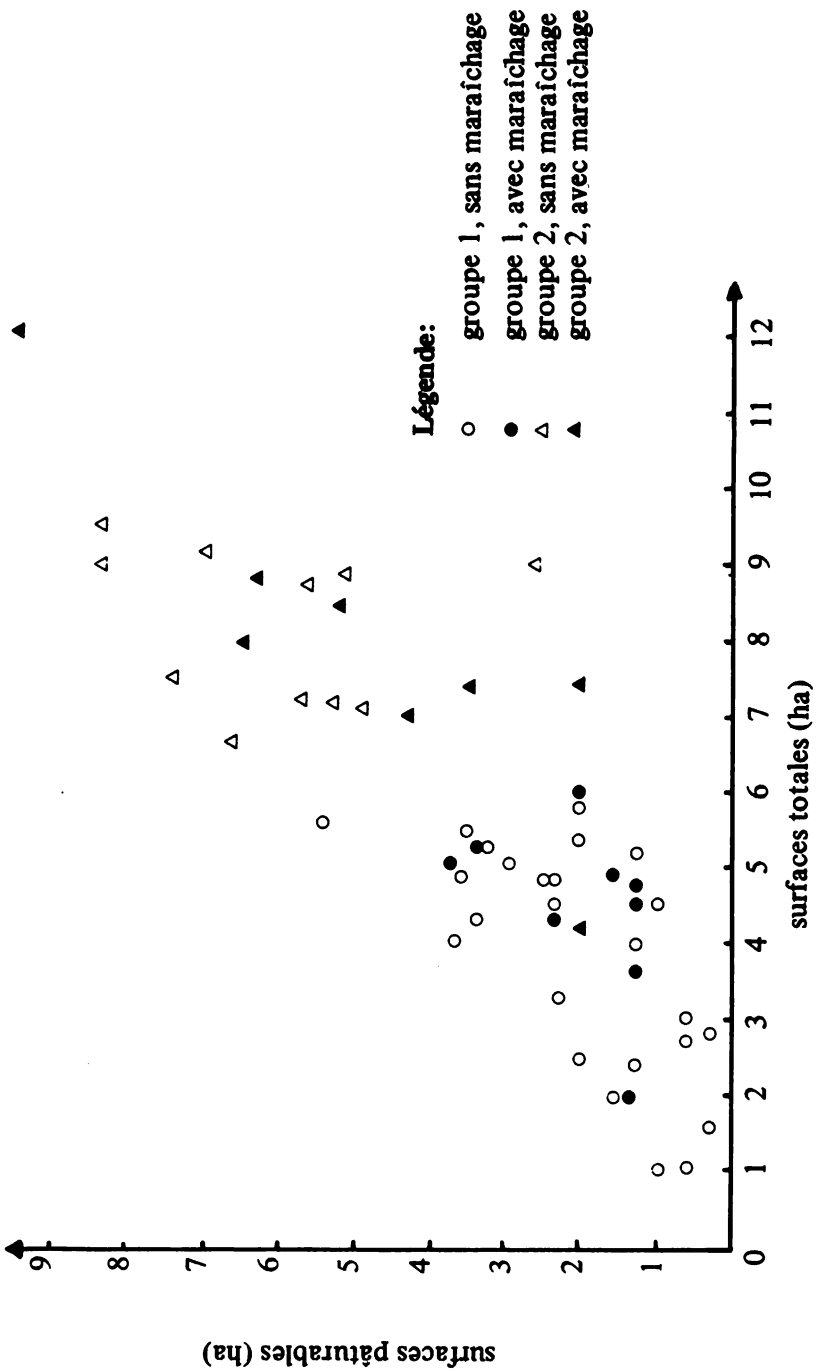
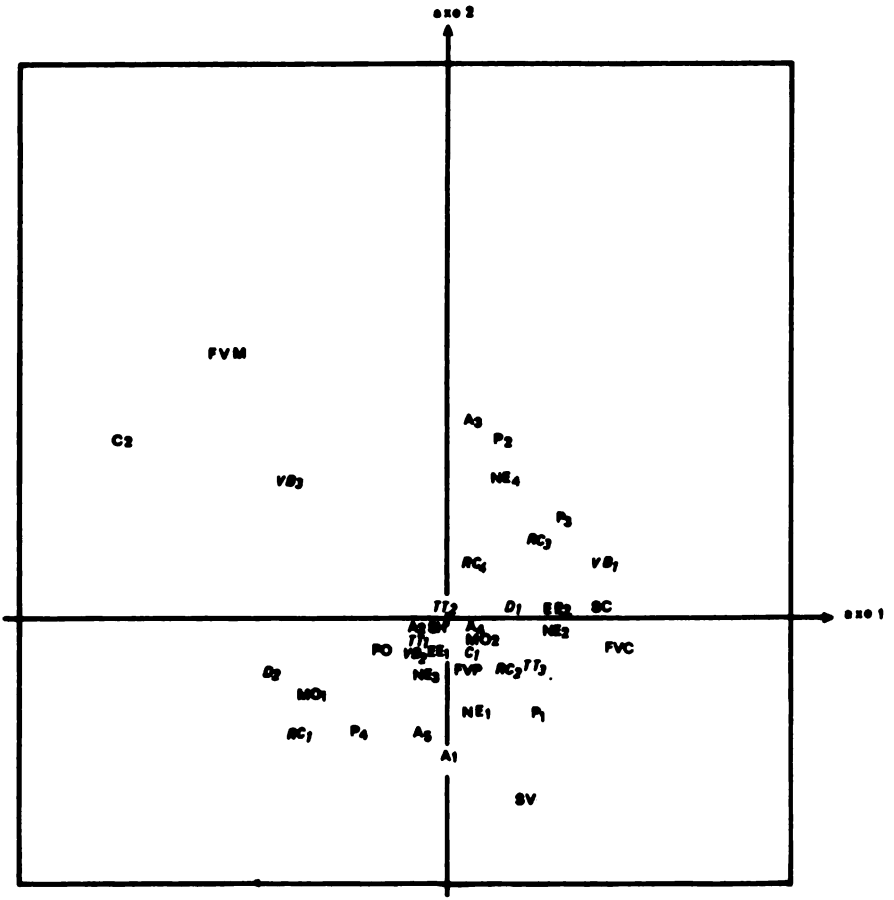


Fig. 7. Représentation des deux groupes d'exploitations discriminés par l'analyse factorielle en fonction de leur surface totale et de leur surface pâturable.



Légende:

A:	âge, croissant de 1 à 5
SC, SM, SV:	situation, célibataire, marié ou veuf.
NE:	nombre d'enfants, croissant de 1 à 4
EE:	présence (2) ou absence (1) d'enfants de plus de 16 ans sur l'exploitation.
FVP, FVC, FVM:	mode de faire-valoir, propriétaire, colon ou mixte.
P_0 à P_4:	autre profession (cf. fig. 4 e).
MO:	présence (2) ou absence (1) de main-d'oeuvre salariée.
RC:	rendement en canne, croissant de 1 à 4
D:	présence (2) ou absence (1) de *Digitaria*
C:	présence (2) ou absence (1) de clôture.
TT:	traitement contre les tiques toutes les 1, 2 ou 3 semaines.
VB:	vente de 1, 2 ou plus de 2 (3) bovins par an, en moyenne.

Fig. 8. Analyse factorielle des correspondances. Projection des variables supplémentaires sur le plan des axes 1 et 2.

CONCLUSIONS

L'enquête réalisée met en évidence deux choses; d'une part, l'existence d'une forte variabilité entre exploitations; d'autre part, la grande difficulté qu'il y a à exploiter cette variabilité pour ordonner les exploitations selon une typologie stricte. Des tendances se dégagent, mais il y a des exceptions à chaque cas et certaines d'entre elles se résument à un exemple unique, très fortement individualisé par rapport aux autres.

Ainsi sur les sept exploitations que la première analyse a permis de discriminer, on a à titre d'autre exemple le cas des agriculteurs âgés: sur neuf agriculteurs avec plus de soixante ans; six ont des surfaces en canne, nulles ou négligeables, mais trois ont encore plus d'un hectare de canne, deux d'entre eux avec un statut de colon.

Ces résultats paraîssent révélateurs d'une situation où l'agriculture d'une région, fortement marquée par un système de production qui a imposé une certaine uniformité, entre dans une phase de diversification et d'évolution, encore mal définies. De ce point de vue, il faut noter que l'évolution d'un système à dominance canne, vers un système à dominance élevage bovin peut se faire progressivement sans apport de capitaux importants. Le passage à la culture maraîchère demande plus d'investissements; mais l'on a vu par ailleurs, qu'en Guadeloupe le prix rénumérateur de ses produits permet à l'agriculteur de supporter facilement les difficultés rencontrées au démarrage d'une nouvelle spéculation.

Du point de vue qu'on intéresse particulièrement à ce séminaire, la méthode d'enquête utilisée a permis de faire un diagnostic précis de la situation au moment où l'évolution s'amorce. Un travail du même type après un certain temps, cinq ans par exemple, devrait permettre de voir comment cette évolution s'est réellement faite. Mais si l'on veut essayer de prévoir dès à présent, ce qui va se produire; il faut réaliser une étude précise du fonctionnement des exploitations les plus caractéristiques, des principales tendances qui se dégagent et également de certains cas, actuellement uniques, mais qui pourraient préfigurer les voies d'évolution extrêmes.

ANNEXE 1. VARIABLES UTILISÉES DANS L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES (AFC).

Variables principales

ST Surface totale de l'exploitation; ST1 < 3 ha; 3 ≤ ST2 < 4.5 ha; 4.5 ≤ ST3 < 6 ha; 6 ≤ ST4 < 8 ha; ST5 ≥ 8 ha.

I Nombre d'ilôts; I1 = 1 ilôt; I2 = 2 ilôts; I3 ≥ 3 ilôts.

SP Surface pâturable; SP1 < 1.5 ha; 1.5 ≤ SP2 < 2.5 ha; 2.5 ≤ SP3 < 5; 5 ≤ SP4 < 7 ha; SP5 ≥ 7 ha.

SC Surface en canne à sucre; SC1 = O ha; 0 < SC2 < 1.5 ha; 1.5 ≤ SC3 < 2.5; 2.5 ≤ SC4 < 3.5 ha.

SM Surface maraîchère; SM1 = 0 ha; 0 < SM2 ≤ 0.5; 05 < SM3 ≤ 1.5 ha; SM4 > 1.5 ha.

Ig Igname; Ig1 absence d'igname; Ig2 présence d'igname.

J Jardin familial; J1 absence de jardin; J2 présence de jardin.

B Nombre de bovins; B1: 5 à 9; B2: 10 à 14; B3: 15 à 22; B4: plus de 22.

C Nombre de caprins; C1: 0; C2: 1 à 5; C3: plus de 5.

P Nombre de porcins; P1: 0; P2: 1 à 3; P3: 4 à 8; P4: plus de 8.

V Nombre de volailles; V1: 0; V2: 1 à 20.

Variables supplémentaires explicatives

RC Rendement en canne à sucre; RC1: pas de canne ou non réponse;
RC2: 0 à 40 t/ha; RC3: 40 à 60 t/ha; RC4: plus de 60 t/ha.

D Prairie artificielle à *Digitaria decumbens;* D1: absence; D2: présence.

C Clôture totale des surfaces pâturables; C1: absence; C2: présence.

TT Traitement contre les tiques; TT1: chaque semaine; TT2: toutes deux semaines; TT3: toutes les trois semaines.

VB Vente de bovins; VB1: 1 à 1.5 par an; VB2: 2 à 3 par an; VB3: plus de 3 par an.

A Âge de l'exploitant; A1: 30 à 39 ans; A2: 40 à 49 ans; A3: 50 à 59 ans; A4: 60 à 69 ans; A5: 70 à 79 ans.

SC, SM, SV Situation de l'exploitant; C:célibataire; M: marié; V; veuf.

NE Nombre d'enfants; NE1: 0; NE2: 1 à 3; NE3: 4 à 7; NE4: 8 et plus.

EE Enfants de plus de 16 ans travaillant sur l'exploitation; EE1: absence; EE2: présence.

FVP, FVC, FVM Mode de faire-valoir; FVP: propriétaire; FVC; colon; FVM: mixte.

P Autre profession; P0: néant; P1: coupeur de canne; P2: profession touchant à l'agriculture (conducteur de tracteur, ouvrier de sucrerie, boucher); P3: profession sans lien avec l'agriculture (commerçant, employé d'hôtel); P4: retraité.

MO Main-d'oeuvre salariée à plein temps; MO1: néant; MO2: présence.

MAÎTRISE DE L'ESPACE AGRAIRE ET DÉVELOPPEMENT EN AFRIQUE TROPICALE. LOGIQUE PAYSANNE ET RATIONALITÉ TECHNIQUE.

G. Rocheteau (*)

INTRODUCTION

Du 4 au 8 Décembre 1978 s'est déroulé à Ouagadougou (Haute-Volta) un colloque organisé conjointement, par l'ORSTOM et le Centre Voltaïque de Recherche Scientifique (CVRST) sur le thème 'Maîtrise de l'espace agraire et développement rural en Afrique Tropicale. Logique paysanne et rationalité technique'. Il a réuni plus de cent participants, représentant un large éventail de spécialistes dans les domaines des sciences humaines (principalement géographes, mais aussi sociologues, anthropologues et économistes) et des sciences naturelles (agronomes, agrostologues, pédologues).

(*) Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer (ORSTOM), Martinique.

Les préoccupations à l'origine de ce Colloque ont été ainsi exprimées par le Professeur Harouna Traore, Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique en Haute-Volta: "Le temps n'est pas loin où l'on a pensé résoudre tous les problèmes du monde rural par l'utilisation d'une technologie avancée. Après des expériences négatives parce que le monde rural non préparé à recevoir ces techniques avancées les rejetait au profit de techniques ancestrales, il s'avère urgent de trouver des techniques nouvelles réalisant la symbiose entre la logique paysanne désormais reconnue et la rationalité technique trop exhaltée".

Dans la mesure où les échecs du développement agricole en milieu tropical ont résulté d'une méconnaissance ou d'une insuffisante prise en compte des déterminismes techniques et sociaux, au sein des sociétés rurales concernées, c'est à la recherche scientifique qu'il est fait appel pour dresser le bilan des réalisations et proposer d'éventuelles améliorations des méthodes d'approche des milieux ruraux.

On comprend, ainsi, que le plan d'exposition des travaux du Colloque a reproduit celui d'une étude d'évaluation de projet:

a. Analyse des spécificités de fonctionnement et des dynamismes d'évolution des sociétés rurales avant toute intervention extérieure. Deux titres ont été ici retenus:

Logiques paysannes et espaces agraires.
Les Initiatives paysannes.

b. Inventaire et critique des interventions planifiées. On parle successivement, de la prise en compte de l'espace, des modèles d'intervention et du rôle de la recherche.
c. Examen des comportements de la paysannerie face aux développements.

LOGIQUES PAYSANNES ET ESPACES AGRAIRES

Dès l'abord Paul Pelissier a dit que l'espace agraire en milieu tropical "n'est ni un support indifférencié ni une donnée anonyme et chaque société l'interprète en fonction de ses objectifs et de ses capacités, eux-mêmes liés à ses valeurs, à son organisation et à son équipement'.

Dans ce sens, une première série d'études (**Logiques paysannes et espaces agraires**) traitent de la projection des formations sociales sur l'espace, à partir des exemples voltaïques et ivoiriens et de la spécificité de l'espace agraire africain, saisie à travers la tenure foncière et principalement observée sur une étude de cas: la loi de réforme agraire de 1978 au Nigéria.

On relève ici deux problématiques bien différenciés mais complémentaires. D'un premier point de vue, la projection de l'homme sur l'espace est posée en termes d'éco-système humain, système spatial jugé spécifique à chaque ensemble ethno-culturel, coordonnant les concepts superposés d'espace social, d'espace vécu, d'espace animé, d'espace de vie et d'espace d'utilisation; c'est-à-dire que la relation des hommes à l'espace est totalisante. D'un deuxième point de vue, historique, l'accent est mis sur l'émergence de contradictions entre des groupes sociaux orientés, selon la période considérée, vers des intérêts ou des activités différents et l'analyse de leurs conséquences sur l'occupation de l'espace. Par exemple, en Côte d'Ivoire, en agriculture de plantation, la rareté relative de la main-d'oeuvre conduit à une concurrence accrue entre les différents secteurs d'activité (petite production paysanne, gros planteurs, agro-industrie, industrie urbaine), et l'intervention publique en matière agricole tend à exercer un contrôle étroit sur l'activité du petit producteur elle-même. A cet égard, on peut effectivement se demander, si la réflexion sur l'aménagement de l'espace doit partir de l'organisation spatiale proprement dite ou de l'histoire du contrôle de la force de travail dans des contextes historiques changeants.

En tout état de cause, un fait marquant est la souplesse d'évolution de l'organisation sociale dans ses rapports envers l'espace. D'une part, la même organisation s'avère capable de s'adapter à des conditions très différentes de production et d'autre part, les modifications dans l'utilisation du milieu se répercutent sur l'organisation sociale. Enfin, au sein d'une collectivité donnée, l'espace agraire est remarquablement différencié; espace des hommes et espace des femmes; espaces ouverts ou espaces réservés aux aristocraties, aux ethnies, aux castes.

Sur ces prémisses, "la seule recherche de l'efficacité, pour ne pas parler des objectifs sociaux, ne dicte-t-elle pas la recherche de stratégies d'intervention adaptées, c'est-à-dire **diversifiées**, depuis les options agronomiques jusqu'à la pédagogie du développement"? (P. Pelissier).

LES INITIATIVES PAYSANNES

La capacité des sociétés rurales africaines à innover les techniques d'organisation de l'espace et les systèmes de culture peut être observée dans des contextes historiques et géographiques différents.

Ces initiatives paysannes peuvent se déployer, soit dans des espaces de surpeuplement, soit dans des espaces dessérés, lieux privilégiés pour les opérations de colonisation agricole. Elles se sont manifestées à la fois, dans la période contemporaine et dans la période précapitaliste des agricultures africaines. À l'inverse de ce qui paraît fréquemment admis, il n'y a pas de relation de causalité entre la monétarisation des économies rurales africaines et une perte de maîtrise de leur espace agraire par les sociétés rurales concernées.

Aux défis de l'environnement, les sociétés traditionnelles répondent par des stratégies spatiales dont le caractère novateur est manifeste, mais dont l'efficacité connaît malgré tout des limites. Le géographe S. Diarra a montré dans quelles conditions, face à la désintégration du système agraire des paysanneries Hausa sous l'effet conjugué de l'essor démographique et de l'extension anarchique de la culture arachidière, les éleveurs-défricheus du sahel nigérien ont su exploiter les rares terres disponibles à des fins simultanément culturelles et pastorales, afin de concilier la mobilité des hommes, des animaux et des champs avec une remarquable stabilité du terroir. En réponse aux contraintes locales ils ont adapté des formules originales; terroirs stabilisés autour des puits en zone frontalière, terroirs en lanière en zone arachidière, défrichements pionniers des confins sahéliens. Toutefois, une désorganisation du système agraire s'est produite dans ces trois types d'occupation des terres sous l'effet conjugué des aléas climatiques, de l'accroissement des charges humaines et pastorales et de la pression exercée par les communautés paysannes politiquement mieux organisées. On assiste progressivement à une remise en question des stratégies spatiales élaborées par les éleveurs, avec morcellement des propriétés familiales et reprise de la vie nomade par nombre de leurs nembres.

Dans le Sud-Ouest du Togo, les planteurs de café et de cacao étudiés par E. Y. Cu-Konu ont développé des stratégies spatiales inédites au regard des techniques anciennes d'occupation de l'espace pour répondre à la fois, aux conditions d'une agriculture de plantation rémunératrice et à la nécessité de maintenir des approvi-

sionnements vivriers suffisants et réguliers. Néanmoins, ici également, il apparaît que l'efficacité des stratégies spatiales élaborées par les sociétés paysannes ne va pas jusqu'à permettre à ces dernières de franchir le seuil de la mutation rurale, avec la création d'entreprises progressistes et modernisées.

LES INTERVENTIONS PLANIFIÉES

On prend successivement, la prise en compte de l'espace, les modèles d'intervention et le rôle de la recherche.

a. La prise en compte de l'espace

Les conceptions et les objectifs des puissances publiques en matière d'organisation de l'espace se heurtent à ceux des populations et des sociétés rurales. Les études de cas font apparaître clairement l'opposition entre l'espace humanisé des paysans et l'espace abstrait des techniciens tentés de n'y voir qu'un support physique pour des aménagements dans lesquels les populations concernées, de gré ou de force, devoient s'insérer. On relève trois grands types de situations: l'incompatibilité complète entre les conceptions des techniciens et celles des sociétés rurales, le détournement des objectifs initiaux des aménageurs par les populations supposées s'y soumettre et la coexistence des systèmes de culture traditionnels et planifiés.

Ce type de constat amène à poser la question fondamentale de la participation des sociétés rurales et pastorales aux aménagements de l'espace agraire qui leur sont proposés par les techniciens.

Il apparaît que les composantes de l'espace rural à aménager ne devraient plus être définies indépendamment d'un certain nombre de contraintes, jusqu'alors pas prises en compte, telles que: la reproduction des éléments du système rural; la satisfaction des besoins locaux compte-tenu de la structure des échanges intra et inter-régionaux existants; les activités étrangères au cadre des projets, en particulier les activités non agricoles des populations. La connaissance préalable du milieu doit être orientée en conséquence.

Au-delà des investigations sur l'exploitation agricole, il importe de développer aussi des investigations sur l'écosystème, la protection du milieu, la gestion du foncier et des élevages.

L'étude des potentialités du milieu devrait prendre en compte la totalité des déterminismes en cause, humains et naturels, et leurs complexes interrelations. On peut opter ici, pour une méthodologie d'étude régionale, telle celle développée par la section d'agronomie de l'ORSTOM, "qui consiste pour le chercheur à entrer, sans *à priori*, dans un milieu réel de production et à en examiner toutes les dimensions dignes d'intérêt, à partir de références directes et chiffrées (production, rendements, productivité et autres) de façon à évaluer les potentialités du milieu et les contraintes de toute nature, internes et exogènes. Ainsi, l'approche globale et approfondie d'un milieu agricole de production en Afrique devra aborder, à partir d'enquêtes de première main, toutes les dimensions historiques et géographiques des phénomènes: partage foncier et possibilité de retouche parcellaire; réactions des paysans aux innovations; relation existant entre la pluviométrie, le rendement et l'extension des cultures; la fertilité relative des sols du point de vue de l'agro-pédologue comme du point de vue paysan; l'occupation progressive de l'espace et la répartition entre la culture et l'élevage; les formes et les dimensions à donner aux parcelles de l'exploitation" (J. Maymard).

La planification des projets de développement gagnerait de même à se référer aux procédures d'analyses des systèmes ISYALAPS, mis au point par l'Université d'Arizona. Ici, la base du cadre de planification est la quantification des ressources naturelles disponibles pour la production agricole, principalement, des variables du type de celles retenues au Niger: la variation de la production agricole en fonction de l'humidité disponible pendant la période de croissance des plantes; le contrôle de l'exploitation des ressources naturelles pour éviter leur dégradation; les possibilités d'accroissement de la productivité de la terre et de la main-d'oeuvre par l'utilisation des techniques agricoles adaptées. La région considérée est divisée en zones climatiques subdivisées en unités de planification ayant des caractéristiques communes. Les limites de planification indiquent l'utilisation potentielle de la terre et sont liées à la capacité de la charge de l'espace et au niveau technologique approprié.

b. Les modèles d'intervention. Objectifs et résultats

La plupart des interventions de développement présentées concernent des entreprises sectorielles (amélioration de la production ou des rendements d'une ou de plusieurs spéculations données) et capitalistiques (les maîtres d'oeuvres sont de grandes sociétés étrangères ou d'économie mixte qui bénéficient de crédits importants). Les évaluations données sont toujours extrêmement critiques. Les Opérations Mils, Riz, Élevage, Pêche du Delta Central du Niger sont décrites comme 'de véritables pièges à capitaux internationaux', dont les programmes d'intervention sont caractérisés par un manque évident de préparation, le caractère schématique des modèles proposés, un manque de coordination technique et spatiale des activités, d'où inefficacité technique et gaspillage de l'espace. De même, les étapes de la mise en place du grand projet d'Aménagement de la Vallée du Sénégal se ramènent à une spirale des investissements, provoquée par une suite d'erreurs techniques dans l'aménagement: la croissance des coûts oblige à rechercher un accroissement des rendements qui rend lui-même nécessaire la contrainte technique, de plus en plus difficile à faire passer en milieu paysan. Prolétarisés, les petits paysans n'ont ni initiative, ni efficacité à l'intérieur d'une organisation qui les dépasse.

Les modèles d'intervention de développement en Afrique tropicale manifestent un nombre de caractères communs. En premier lieu, ce sont des modèles de production visant à accroître le rendement à l'unité de surface; en bref, des projets d'intensification. En deuxième lieu, ce sont des modèles d'investissement qui exigent des injections de capitaux considérables et imposent simultanément aux paysans un effort financier supplémentaire et un investissement en travail en augmentation. Enfin, ce sont des modèles incontestablement réducteurs. Leurs responsables les orientent non seulement sur la seule production, mais bien souvent sur certaines cultures ou certaines techniques, négligeant des secteurs entiers de production.

Finalement, et celui-ci est le point important, la rationalité technique, telle qu'elle se trouve ici manifestée et la logique paysanne, telle que décrite tout au long de ce Colloque, sont rarement compatibles, parce qu'elles sont par essence différentes, sinon contradictoires. Ainsi, que le note en substance J. Weber "les deux termes de logique paysanne et de rationalité technique ne sont pas comparables, car ils ne sont homogènes ni dans leurs fondements ni dans leurs

objets". La rationalité technique recherche la maximisation de la productivité à l'hectare et procède par l'isolement d'un nombre limité de paramètres. La logique paysanne, par contre, est "globalisante et spécifique, si bien qu'il existe en fait une multitude de modèles logiques chacun répondant à une société donnée et n'étant pas transposable à une autre". Le dialogue, techniciens-paysans, est basé sur une série de malentendus. Premier exemple; dans telle opération de développement au Cameroun, il est admis, comme toujours, que le producteur africain recherche une maximisation de son revenu par optimisation de ses moyens de production; et qu'inversement, il organise ses dépenses en fonction du revenu à attendre de sa plantation donc de sa production. Or, le raisonnement tenu par le paysan est inversé; la production n'est récoltée qu'à concurrence de la couverture des besoins monétaires anticipés. Deuxième exemple; la vulgarisation des méthodes phytosanitaires en zone cacaoyère au Cameroun part de l'assomption implicite que le paysan recherche la maximisation de sa production par unité de surface, ce qui suppose une rareté de la terre qui n'existe pas en réalité. Bien au contraire, les paysans cherchent à s'approprier une superficie maximale de terre en réponse à la loi foncière qui attribue à l'État les terres non mises en valeur.

Cette incompatibilité entre rationalité technique et logique paysanne agit sur le devenir des modèles de développement en fonction d'un triple effet de dérive (J.P. Raison).

1) Dérive technique. Elle peut prendre diverses formes: utilisation des équipements par les paysans à des fins et/ou selon des techniques différentes de celles qui leur étaient proposées. Dans les cas les plus courants, les investissements, explicitement introduits en vue de l'intensification, sont détournés vers des fins extensives. Il y a détournement des objectifs de production.
2) Dérive spatiale. En premier lieu, le caractère spécialisé des interventions entraîne une orientation préférentielle des opérations sur certains secteurs des terroirs et le reste est abandonné à l'initiative paysanne ou considéré comme inexploitable. En deuxième lieu, on note que les paysans débordent spatialement les cadres de l'aménagement, qu'ils établissent des terroirs autonomes, dans une autre sphère de production, ou qu'ils étendent au-delà du prévu le modèle plus ou moins réinterpreté.
3) Dérive sociale. Les modèles de développement conçus égalitaires débouchent sur l'inégalitaire. Les sociétés rurales à transformer sont des sociétés hiérarchisées et inégalitaires sur le plan de l'accès aux moyens et aux biens économiques. Il faut, finale-

ment une forte dose de naïveté pour s'imaginer qu'elles puissent se transformer, sous l'effet d'une intervention extérieure de développement, en cellules autogestionnaires.

Tous ces facteurs conjugués sont susceptibles d'aboutir, indépendamment des volontés explicites des acteurs du développement –agriculteurs et techniciens– à diminuer l'efficacité des systèmes de production agricoles qu'il s'agissait précisément d'améliorer, du point de vue du niveau atteint de production mais aussi en ce qui concerne le maintien des grands équilibres agro-économiques et écologiques. Non seulement, il peut y avoir échec des interventions de développement –dans la mesure où les réalisations sont diffèrents des projets– mais **effet pervers de développement,** d'autant plus dangereux à terme qu'ils peuvent être temporairement occultés par certains aspects de réussite technique des opérations.

c. Le rôle de la recherche et le transfert des techniques

Un accord unanime est atteint sur le transfert pur et simple en milieu réel de techniques et procédures mises au point en laboratoire ou en station comme une étape dépassée de la recherche du développement. Les divergences de pratique, au sein de la communauté scientifique engagée dans le développement rural, demeurent néanmoins considérables et tiennent semble-t-il, à des divergences d'appréciation concernant la participation des sociétés et des populations rurales aux opérations.

1) Première approche. Représentée par la démarche-système en agronomie (mise au point par l'IRAT en Afrique tropicale). L'étude de la combinaison de résultats sectoriels acquis en situations expérimentales, mais en milieu contrôlé et maîtrisé, doit nécessairement se prolonger par des évaluations dans le milieu même d'application avec intervention de la dimension humaine par la confrontation du système technique nouveau aux structures actuelles de la production, condition essentielle pour élaborer des propositions cohérentes de systèmes de production accesibles à la vulgarisation. Il y a, ici, recherche d'une technologie adaptée, susceptible de n'être ni rejetée ni modifiée par les receveurs. Nécessité faisant loi, on tient compte des détermi-

nismes du milieu, humain et naturel. Mais le modèle d'intervention demeure celui de la rationalité technique; **ce qui est jugé bon pour la société rurale concernée est décidé en dehors d'elle.**

2) Deuxième approche. Elle consiste, en opposition au point précédente, à faire dépendre les recommandations en matière de développement agricole régional, d'un diagnostic socio et agro-économique préalable. Dans cette ligne, une équipe multidisciplinaire (CEGET–IRAM), regroupant sociologues, agronomes et géographes, oeuvrent dans la région de Maradi au Niger. Ils se sont donnés pour objectif de mettre en lumière l'existence de différents types de systèmes de production agro-pastorale adaptés aux conditions naturelles, sociales, économiques variées qui existent dans la région; d'en analyser le fonctionnement tant sur le plan technique que sur celui des rapports sociaux de production, d'en dégager les tendances évolutives et les blocages. L'objectif est de définir le cadre de contraintes, au sein duquel une solution au sous-développement agricole de la zone devra être trouvée; **c'est-à-dire de s'en tenir aux seules perspectives de développement susceptibles de s'inscrire dans la trajectoire des déterminismes du milieu.** Néanmoins, le développement demeure une affaire d'experts, d'observateurs extérieurs au milieu.

3) Troisième approche. Elle est tentée par une équipe de chercheurs voltaïques en agronomie, botanique, géographie (projet MAB–UNESCO) et ambitionne d'introduire une étape ultime dans l'association des populations aux décisions les concernant. L'objet de l'étude est la perception qu'ont de leur propre milieu les populations sahéliennes en Haute-Volta, et l'étude elle-même renvoie à la conception d'une forme de recherche-action dans laquelle, chercheurs et populations constituent un front pour la compréhension des rapports dialectiques unissant l'homme à son milieu, la fin ultime est l'amélioration des conditions globales d'existence. **Les sociétés rurales sont appelées à décider elles-mêmes, de ce qui est adéquat pour elles-mêmes et à dégager elles-mêmes les meilleures moyens d'y parvenir.**

LE COMPORTEMENT DE LA PAYSANNERIE FACE AU DÉVELOPPEMENT. LE DEVENIR DES OPÉRATIONS

Les opérations de développement peuvent être classées en trois grands groupes:

a. Les opérations qui concernent un espace physique et les ressources que celui-ci peut offrir au regard des intérêts nationaux. On peut craindre ici, ainsi qu'il ressort de certaines études de cas, l'indifférence des pouvoirs publics à l'égard des populations occupant cet espace et la disparition de leurs systèmes de production sous l'effet des agressions extérieures.
b. Les opérations avec l'objectif de puiser dans les réserves de force de travail offertes par les régions surpeuplées pour les utiliser à la mise en valeur d'espaces sous-exploités. L'exemple de l'aménagement hydro-agricole de la Vallée du Kou en Haute-Volta fait apparaître les inconvénients d'une opération productiviste avec un encadrement très rapproché et dense, soumettant les paysans à de fortes contraintes dans l'exécution des opérations agricoles. Les agriculteurs autochtones sont à la fois expropriés et paupérisés pour satisfaire une série de buts totalement étrangers à eux dont, en particulier, la constitution d'une réserve de riz destinée à l'élite urbaine. L'émigration organisée de paysans serrés dans les terres neuves du Sénégal oriental montre, à l'opposé, comment une population d'agriculteurs transplantés, déjoue les schèmas rigides dans lesquels on voulait l'insérer; choix pour l'extensif mais aussi priorité donnée, à l'encontre des objectifs officiels du projet, à l'arachide sur le coton. Il y a une réussite paysanne à court terme, mais le système d'exploitation risque de conduire à une diminution de la fertilité.
c. Les opérations avec le but de renforcer l'efficacité des systèmes de production en place. Il apparaît que les interventions en cours ont en commun une perspective orientée vers l'amélioration de la productivité des cultures et le développement du secteur marchand. Un autre point commun est l'acharnement mis à introduire la culture attelée en milieu densément peuplé, intervention dont les effets dérivés sont connus et toujours à l'oeuvre; extension des superficies cultivées qui entraînent la diminution des prêts de terre, l'expulsion des agriculteurs marginaux, la diminution des jachères, la désarticulation des formes traditionnelles d'association agriculture-élevage, l'apparition de phénomènes d'érosion liés à la mise en culture de sols mar-

ginaux; enfin, l'accentuation des inégalités économiques. Des résultats intéressants peuvent être obtenus et les effets dérivés limités, lorsque les opérations font une place importante aux études d'accompagnement et maintiennent des contacts étroits et permanents entre les équipes de recherche, les techniciens du développement et les populations. Mais on constate, que le relâchement de cet encadrement coûteux est immédiatement suivi d'une dégradation visible des systèmes de production mis en place.

Finalement, le problème qui importe n'est probablement pas, comme le note C. Raynut 'quel est le devenir des opérations?', sinon quel est le devenir des sociétés paysannes face aux opérations? Cela revient à demander quels intérêts les opérations vont-elles objectivement servir à terme.

UNE EXPÉRIENCE D'ÉLABORATION DE SYSTÉMES DE PRODUCTION ADAPTÉS À LA PETITE AGRICULTURE DU MARANHÃO (BRÉSIL).

L. Séguy (*)

Leur conception obéit à la nécessité de fournir, à **très court terme**, des solutions-systèmes de production applicables au développement. avec les suivantes conséquences:

MÉTHODOLOGIE

a. Une concertation et une participation pluridisciplinaire de tous les participants à la production (chercheurs, développeurs, planificateurs, producteurs) pour l'élaboration des modèles 'systèmes' à l'amont (cf. Fig. 1).

b. La definition des modèles, en priorité, pour les **petits producteurs** responsables de 90 % de la production rizicole du Maranhão (800000 tonnes de riz environ) et qui sont les plus deshérités. Ils pratiquent une agriculture de **subsistance** sans *inputs* dont la productivité est restée stationnaire depuis 1970.

(*) Institut de Recherches Agronomiques Tropicales, Brésil.

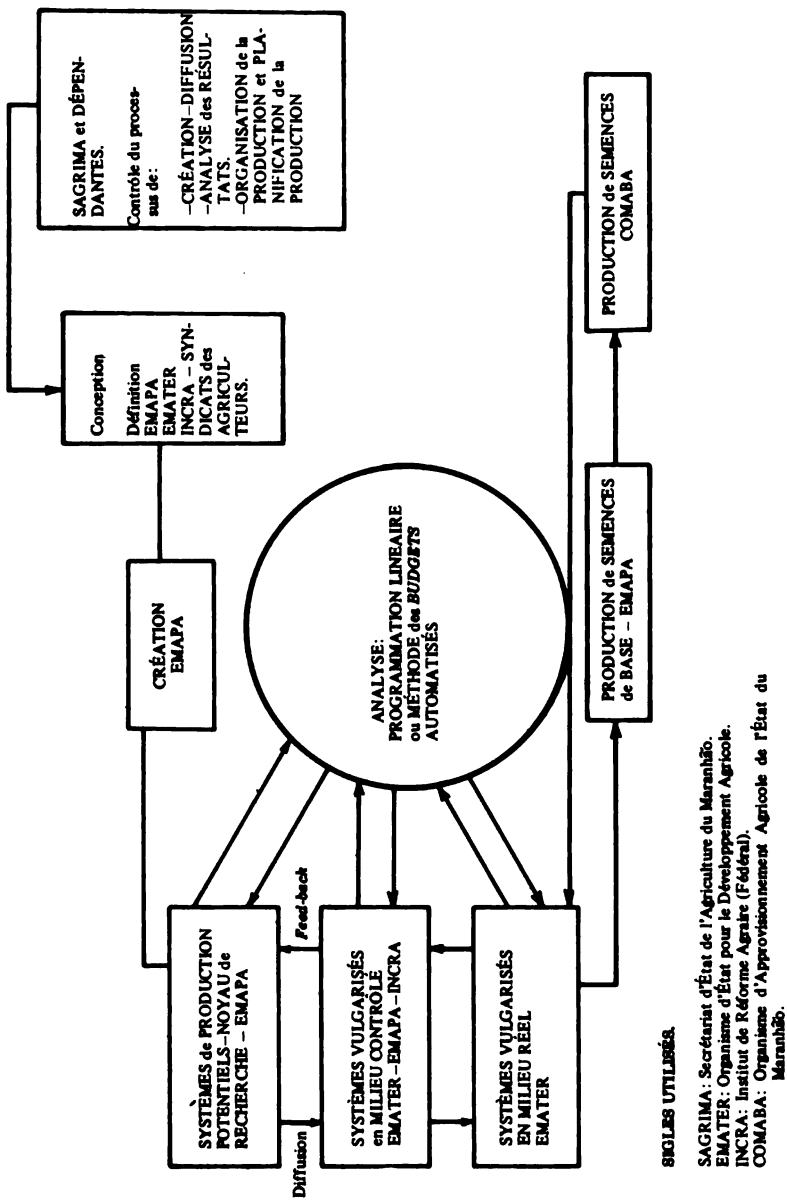


Fig. 1. Modèle-système de production.

c. Les modèles au niveau régional pour atteindre la spécificité écologique et socio-économique propre à chaque région.
d. Le dispositif expérimental utilisé doit permettre de minimiser au maximum, les distorsions entre résultats techniques (production) et économiques, obtenus en Station et en milieu réel chez le producteur. A cet effet, les relations producteur – chercheurs sont privilégiées; le producteur exécute les modèles en Station expérimentale avec ses moyens traditionnels de production et la Station de recherche lui sert d'organisme de crédit.

MODÈLE DE CRÉATION–DIFFUSION RÉGIONAL DU COCAIS

La Fig. 2 montre la séquence d'étude poursuivie, depuis l'identification agro-socio-économique à l'amont. jusqu'à la diffusion en milieu réel en aval.

Les trois objectifs principaux à atteindre, à court terme en culture exclusivement manuelle, sont: l'augmentation de la productivité des systèmes de culture et du potentiel productif du milieu humain, la fixation du petit agriculteur et passage de l'agriculture de subsistance à l'agriculture commercialisable et la préservation du milieu physique visant au maintien de la productivité à long terme.

Le premier modèle de l'étude, le plus important, est consacré strictement à l'amélioration de l'agriculture manuelle de subsistance avec minimisation maximum des investiments en moyens de production. **Un second modèle, le plus évolué,** fait appel à une petite mécanisation manuelle (transfert de technologie utilisée en Afrique: semoir, sarcleuse, batteuse à pédale).

Chaque modèle d'étude comporte:

a. Un noyau central

Au sein duquel, on étudie, en grandeur toutes les composantes agro-économiques de la production: climatologie, temps de travaux et calendriers culturaux, coûts de production, soldes nets/ha. et valorisation de la journée de travail.

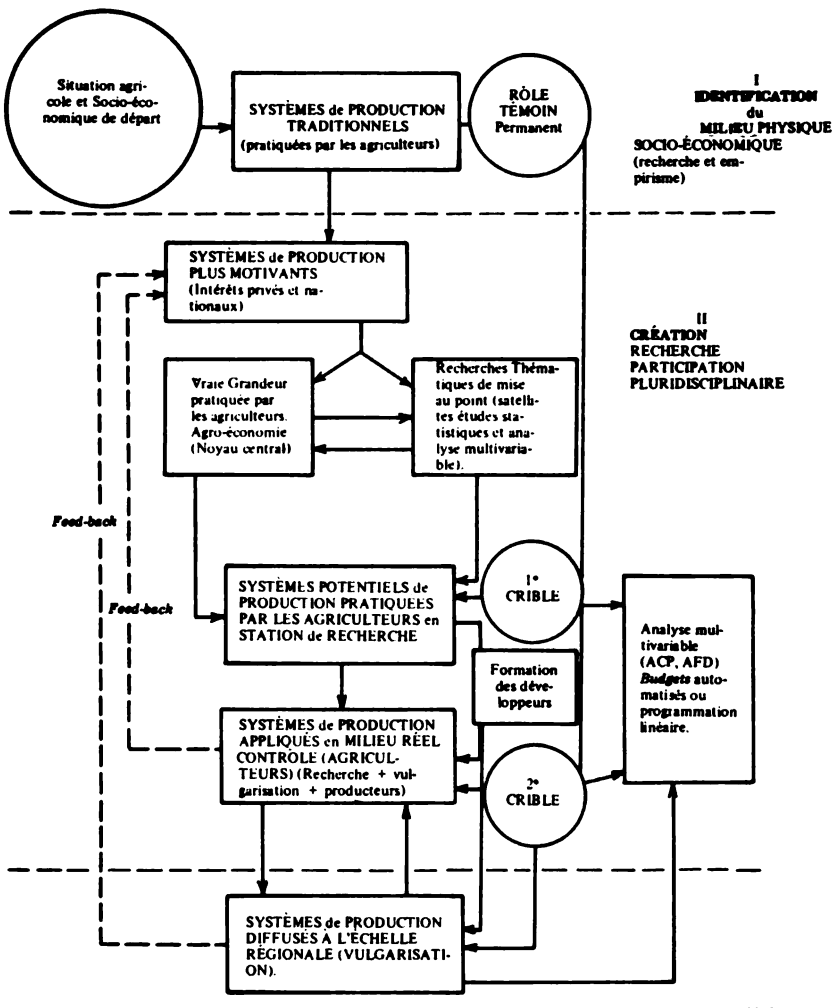


Fig. 2. Modèle-système de production agricole.

b. Des satellites d'appui

Leur but est la mise au point des problèmes rencontrés sur le noyau central, faisant appel aux recherches thématiques classiques; comme l'amélioriation variétale, la fertilisation et la défense des cultures.

c. Satellites et noyau central

Ils sont reliés par une série de traitements communs permettant d'évaluer le système global et de le faire progresser (cf. Fig. 3).

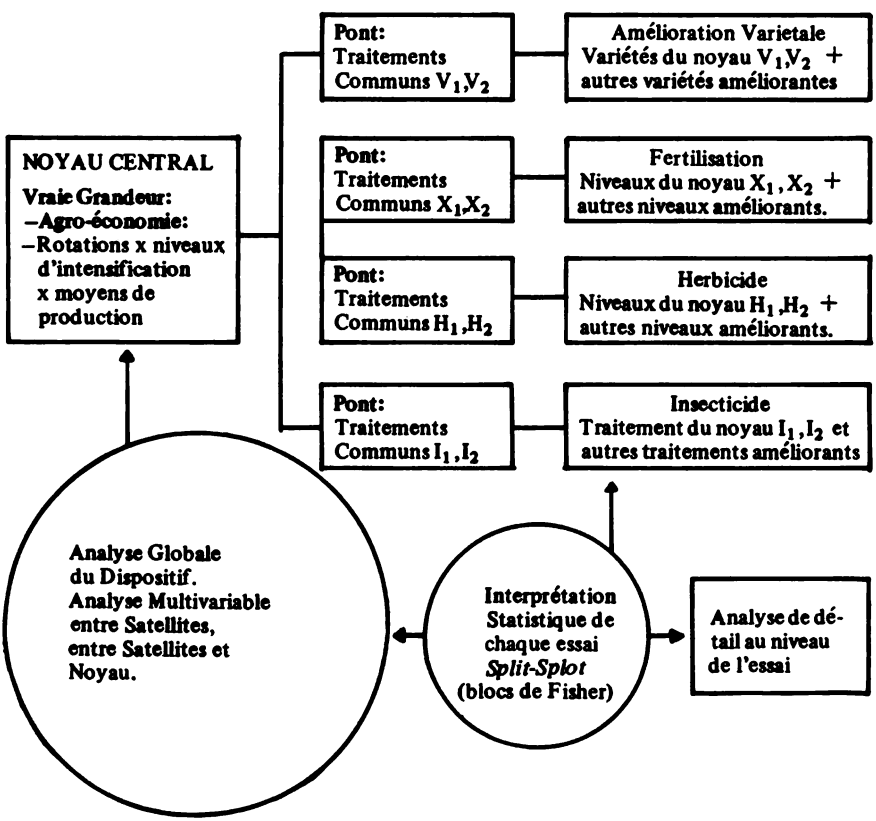


Fig. 3. Satellites et noyau central.

d. Systèmes de culture retenus

On a retenu dix systèmes de cultures dont un est constitué par le système traditionnel qui sert de témoin de référence. Le riz est le pivot des systèmes:

1) Rotation céréales: riz-riz, maïs-riz, riz-maïs.
2) Rotation céréales-légumineaux: arachide-riz, riz-arachide.
3) Rotation céréales-tubercules: manioc-riz, riz-manioc.
4) Cultures traditionnelles à témoin annuel: riz maïs, puis *Vigna* en sucession.
5) Cultures associées systèmatisées: riz + maïs + manioc + arachide, puis *Vigna* en succession.

Dans le noyau mécanisé, mêmes rotations exceptées les cultures associées.

e. Niveaux d'intensification appliqués à chaque système de culture.

1) Variétés traditionnelles: Zéro 0 (T), herbicide H (T), engrais A (T), engrais + herbicide A + H (T).
2) Variétés améliorées: Zéro O (M), herbicide H (M), engrais A (M), engrais + herbicide A + H (M).

f. Évaluation et interprétation

On fait au niveau global noyau-satellites par l'analyse multivariable (A.C.P. – A.F.D) sur les données agropédologiques, les composantes de la production et les données économiques; et au niveau des satellites, par l'analyse statistique conventionnelle et les *tests* de Finlay-Wilkinson, pour dégager les facteurs de production les plus stables pour le milieu étudié (variétés fumures et autres).

RÉSULTATS DES ÉTUDES AGRO-ÉCONOMIQUES

Les résultats plus significatifs se donnent aux divers niveaux:

a. La variété locale atteint des rendements plus élevés que la variété améliorée; aussi bien sur les cultures associées traditionnelles qu'en culture pure, dans la mesure où l'on n'utilise aucun *inputs* (sans engrais ni herbicide). Ainsi, on a que la variété traditionnelle, *cana roxa* en association donne 1 530 kg/ha; la variété améliorée M 45 (*) en association donne 1 300 kg/ha; la variété traditionnelle en culture pure, 2 404 kg/ha et la variété améliorée M 45, en culture pure, 2 049 kg/ha. Pourtant, une politique de diffusion de semences de variétés améliorées ne se justifie qu'avec une application rationnelle et contrôlée des *inputs*.

b. **Les cultures associées systématisées plus diversifiées** que les traditionnelles comprennent du riz, maïs, manioc, arachide et du *Vigna* en fin de cycle après le riz. Lorsqu'elles sont cultivées avec engrais, herbicides et variétés améliorées; ces cultures associées systématisées présentent les meilleurs résultats en termes de rendement, revenu net, valorisation de la journée de travail (V.J.T.), en comparaison à tous les systèmes de culture étudiés. Le revenu net obtenu dans ce système de culture a été de l'ordre de 14 125 cruzeiros/ha, avec un rendement de riz de 3 180 kg/ha et une V.J.T., d'environ 100 cruzeiros par jour. Ce système de culture comparé au traditionnel (mêmes cultures, sans engrais ni herbicide, variétés traditionnelles) permet d'augmenter de 575 % le revenu net, de 211 % le rendement de riz. et de 473 % la V.J.T.

c. **Le système de culture pure de riz,** que utilise l' **engrais et l'herbicide** sur la variété améliorée permet d'obtenir un rendement de 3 900 kg/ha, un revenu net de 10 220 cruzeiros/ha et une V.J.T. de 95 cruzeiros/jour; ce qui correspond par rapport au témoin 0, à une augmentation de 162 % du rendement, de 200 % du revenu net et de 188 % de la V.J.T.

d. **Le système de cultures associées traditionnelles** (riz, maïs et *Vigna* en succession en fin de cycle) en présence d'engrais et d'herbicides et avec des variétés améliorées. dénote de considérables améliorations par rapport au témoin 0 (sans engrais ni herbicide). Le niveau d'intensification supérieur (A + H (M))

(*) M 45 = IRAT-79.

atteint un revenu net de 8 024 cruzeiros/ha, une V.J.T., de 59 cruzeiros/jour; alors que sur le témoin 0 traditionnel, ce revenu net est de 717 cruzeiros/ha et la V.J.T. de 5.8 cruzeiros/jour. Quant aux rendements sur le traitement: engrais plus herbicides avec les variétés améliorées, le riz atteint 2 670 kg/ha, contre 1 330 kg/ha sur le témoin 0 traditionnel.

e. Il est à noter que des deux systèmes de production étudiés; le **système de production manuel** intégral du petit producteur a présenté de **meilleurs résultats que le système de production manuel assisté d'une préparation des terres** et d'une petite **mécanisation** manuelle. Il permet, des revenus nets/ha égaux et le plus souvent supérieurs aux mémes systèmes de culture assistés d'une petite mécanisation manuelle:

1) il ne nécessite **aucun changement des moyens de production actuels** du paysan, à l'exception d'un pulvérisateur costal; alors que le système mécanisé requiert un appui logistique important (machines et mécanisation de la préparation des terres);
2) il **favorise les interventions culturales** permanentes au champ; ce qui n'est pas le cas du système mécanisé (récolte notamment);
3) il **permet de lutter efficacement contre l'érosion** que le système mécanisé sur lequel, tout travail du sol entraîne une érosion difficilement controlable; et enfin,
4) les solutions retenues peuvent être transférées inmediatement en milieu réel, sans entraîner des modifications radicales des structures de production.

f. **L'Analyse Multivariable** porté sur les coûts de production/ha, le solde net et la V.J.T. a montré:

1) Les **solutions systèmes, les plus motivantes,** obtenues sur le système de production manuel qui **minimisent** les coûts de production. Elles sont les produits et cultures suivants:

a) Produit riz et ses variétés: traditionnelle *Cana Roxa*, sans engrais ni herbicide; améliorée M 45, sans engrais ni herbicide; traditionnelle, avec herbicide sans engrais; améliorée; et traditionnélle avec engrais plus herbicide.
b) Produit manioc et ses variétés: traditionnelle, sans engrais ni herbicide; traditionnelle, sans engrais avec herbicide; traditionnelle, avec engrais sans herbicide.

c) Produit maïs et sa variété traditionnelle, avec engrais plus herbicide.
d) Cultures associées traditionnelles et leurs variétés traditionnelles avec herbicide sans engrais et variétés améliorées avec herbicide sans engrais.
e) Cultures associées systèmatisées et leurs variétés améliorées sans herbicide ni engrais; et variétés traditionnelles avec herbicide sans engrais.

2) **Que les coûts de production ne sont pas un facteur discriminant essentiel** dans la mesure que le **crédit rural** est dispensé. (Les cultures les plus motivantes de la premiére année sont résumées dans le Tableau N° 1).
3) **Les propositions d'application des résultats en milieu réel, en fonction des differents types d'utilisateurs.** Les critéres de classification des utilisateurs traditionnels sont basés principalement sur la structure fonciére, la disponibilité de la main-d'oeuvre et les possibilités du crédit rural. Les diverses propositions sont affectées en fonction de ces trois critéres (cf. Tableau N° 2).

ÉTUDES SUR SATELLITES

On enregistre au niveau des satellites les suivants résultats:

a. Amélioration varietale

Au sujet de:

1) Riz: Les mutants de 63–83 (IRAT–79, IRAT–101) et IRAT–10 sont supérieurs aux variétés brésiliennes et dépassent 4 tonnes/ha avec fumure. La variété IRAT–79 sera remplacée par IRAT–10 dans le noyau central, car IRAT–79 est mal acceptée par les producteurs à cause de sa pilosité (récolte manuelle), et IRAT–10 à un cycle plus court peut faciliter la succession annuelle riz-*Vigna*.

TABLEAU N° 1. Cultures motivantes de la première année.

Cultures	Coûts de Production (en Cruzeiros/ha)(*)	Salde net/ ha (Cruzeiros/ha)	V.J.T. (Cruzeiros /jour)	Rendements (kg/ha)	Nombre de Jours de Travail/ ha
MANIOC–CULTURE MANUELLE 0 (T)	5 480	8 423	99	31 200	85
MANIOC–CULTURE MECANISÉE LABOUR 0 (T)	5 300	9 308	150	33 200	62
MANIOC–CULTURE MECANISÉE MINIMUM TILLAGE H (T)	6 678	9 272	226	34 864	41
RIZ–CULTURE MANUELLE A + H (M) – IRAT – 79	9 279	10 221	95.4	3 900	107
CULTURES ASSOCIÉES SYSTÉMATISÉES A + H (M)	11 836	14 125	99.5	Riz: 3 182 Maïs: 435 Vigna: 249 Manioc: 6 947	141
CULTURES ASSOCIÉES SYSTÉMATISÉES H (M)	5 801	8 496	92.5	Riz: 2 032 Maïs: 662 Vigna: 184 Manioc: 6 489	119
TÉMOIN TRADITIONNEL Cultures associées traditionnelles 0 (T)	7 814	712	5.8	Riz: 1 533 Maïs: 392 Vigna: 76	123

Légende:

O (T): Variété traditionnelle sans engrais ni herbicide.
H (T): Variété traditionnelle sans engrais avec herbicide.
H (T): Variété améliorée sans engrais avec herbicide.
A + H(M): Variété améliorée avec engrais et herbicide.

(*) 1 Franc = 5 cruzeiros. V.J.T. = 60 cruzeiros dans la région en juin 1979.

TABLEAU N° 2. Propositions pour les agriculteurs de la région du cocais.

CULTURE FONCIÈRE	NON-PROPRIÉTAIRES				PROPIÉTAIRES			
DISPONIBILITÉ EN MAIN-D'OEUVRE	MAIN-D'OEUVRE LIMITÉE (*)		MAIN-D'OEUVRE DISPONIBLE (**)		MAIN-D'OEUVRE LIMITÉE		MAIN-D'OEUVRE DISPONIBLE	
ACCÈS AU CRÉDIT	CRÉDIT LIMITÉ	CRÉDIT NON LIMITÉ	CRÉDIT LIMITÉ	CRÉDIT NON LIMITÉ	CRÉDIT LIMITÉ	CRÉDIT NON LIMITÉ	CRÉDIT LIMITÉ	CRÉDIT NON LIMITÉ
SOLUTION 1	RIZ (H) M	Cultures Associées Systémat. (H) M	Cultures Associées Systémat. (O) M	Cultures Associées Systémat. (O) M	RIZ (A+H)T	RIZ (A+H) M	Cultures Associées Systémat. (A) M	Cultures Associées Systémat. (A+H) M
PRODUCTIVITÉS (kg/ha) RIZ MAÏS VIGNA MANIOC	2 421	2 032 663 184 6 489	1 242 545 290 6 240	1 242 545 290 6 240	3 224	3 900	2 879 304 359 6 540	3 182 455 249 6 540
NOMBRE DE JOURNÉES DE TRAVAIL/ha	84	118	127	127	97	107	147	141
COÛTS DE PRODUCTION (Cr$/ha)	6 418	8 919	8 057	8 057	8 263	9 979	10 754	11 836
Solde net/ha	5 686	11 009	8 496	8 496	6 806	10 221	12 165	14 125
Valorisation de la Journée de Travail	67.4	92.5	66.5	66.5	69.8	95.4	84.3	99.5
SOLUTION 2	-	-	-	-	-	-	-	RIZ A+H (M)
PRODUCTIVITÉ (kg/ha)	-	-	-	-	-	-	-	3 900
NOMBRE DE JOURNÉES DE TRAVAIL/ha	-	-	-	-	-	-	-	107
COÛTS de Production/ha	-	-	-	-	-	-	-	9 979
Solde net/ha	-	-	-	-	-	-	-	10 221
Valorisation de la JOURNÉE DE TRAVAIL	-	-	-	-	-	-	-	95.4

Légende:

H = Herbicide.
M = Variété améliorée.
O = Témoin traditionnel des agriculteurs.
A = Engrais.
T = Variété traditionnelle.

Cultures associées systématisées = Riz + Maïs + Manioc. *Vigna* en succession.

SOURCE: Résultats de recherches 1979 –EMAPA UEPAR/BACA

(*) Main-d'oeuvre limitée = main-d'oeuvre familiale exclusivement.
(**) Main-d'oeuvre locale pouvant être utilisée.

2) Manioc: La variété ***Rebenta-burro*** remplacera la variété ***Najazinha***, car elle dépasse 30 tonnes/ha sans engrais (récolte à 10 mois).

b. Fertilisation

Le riz et le maïs répondent à N et P.. et l'arachide et le manioc sont, en moyenne, peu sensibles à la fertilisation.

c. Défense des cultures

Pour les herbicides:

1) Le Ronstar *(Oxadiazon)* à la dose de 4 l/ha, en préémergence des cultures. Se présente comme le meilleur sur riz, arachide et les cultures associées.
2) Le Gesatop et le Gesaprim *(Simazine* et *Atrazine)* sont retenus pour le maïs à la dose de 5 kg/ha en préémergence.
3) Cotoran *(Fluometuron)* à la dose de 5 kg/ha en préémergence a été retenu pour le manioc.

LIAISONS SATELLITES – NOYAUX CENTRAUX – AIRES D'ACTUALISATION

Ces aires de multiplications correspondent à environ un demi-hectare par rotation. Elles ont permis d'initier de nouvelles études spécifiques aux rotations sur des parcelles qui ont la même histoire parcellaire.

Les distorsions enregistrées sur les composantes du rendement des cultures depuis les statistiques sur les petites parcelles (10–20 m^2) en passant par les moyennes (250 m^2) jusqu' aux aires

d'actualisation (5 000 à 10 000 m²) sont trés faibles et démontrent la fiabilité du modèle utilisé pour la diffusion des résultats en milieu réel.

CONCLUSIONS

Les systèmes de production traditionnels peuvent devenir motivants du point de vue économique pour le producteur, sans modifications des techniques de cultures traditionnelles et avec des investissements matériels réduits. Ces systèmes s'avérent moins contraignants et plus motivants que les systèmes de production assistés d'une petite mécanisation manuelle et d'une préparation mécanisée des terres.

Au point de vue méthodologique, le modèle régional implanté paraît fiable pour des applications immédiates en milieu réel (peu de distorsions lorsque l'échelle d'applications des thémes augmente).

Dès 1980, les systèmes de production les plus motivants seront appliqués en milieu réel contrôlé par la recherche et le développement, conjointement.

LES ESSAIS COMPARATIFS EN PARCELLES D'AGRICULTEURS. BILAN DE DEUX ANS D'ÉTUDE DES CENTRES INTERNATIONAUX EN VALLÉES INTERANDINES.

F. Tardieu (*)

Après s'être consacrés essentiellement aux zones les plus développées des pays Andins, les Centres Internationaux et les programmes nationaux ont commencé des recherches spécifiques sur les vallées interandines. Mais dans ces milieux, il s'est avéré assez rapidement que la recherche agronomique prend des caractéristiques particulières qui obligent à modifier les schémas traditionels de recherche-développement.

Les problèmes climatiques et agronomiques qui se posent dans les milieux cultivés par les petits agriculteurs ne sont en général pas ceux qui existent en champs expérimentaux. Ces derniers sont en effet situés en fond de vallée, en

(*) Agronome, Centre International de la Pomme de Terre.

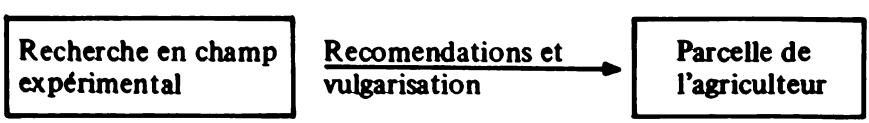
terrain plat et avec irrigation; alors que la grande partie des cultures se trouvent en terrain pentu, sans irrigation et à des altitudes supérieures.

Les techniques culturales des petits agriculteurs sont partiellement connues; les doses d'engrais, les densités de semis, le travail du sol et les rendements obtenus ont été diffusés par des idées recues que se sont souvent avérées assez éloignées de la réalité.

Les contraintes socio-économiques que pésent sur l'exploitation et la rationalité du système de production sont elles-mêmes peu étudiées; ce que entraîne l'incompréhension de certaines techniques culturales pratiquées par les agriculteurs.

Il existe donc une grande méconnaissance à la fois des contraintes agronomiques et économiques qui pésent sur les exploitations et des techniques culturales employées par les agriculteurs.

Ceci explique que la méthodologie employée jusqu'ici pour améliorer les techniques culturales des agriculteurs, qui est basée sur le schéma:



soit remise en question. Si ne sont connues ni les caractéristiques des systèmes de culture existants, ni la rationalité de ceux-ci; il est très probable que les recommandations formulées ne seront pas adaptées aux conditions climatiques, agronomiques et économiques qui conditionnent les systèmes de culture employés par les agriculteurs.

Les nombreuses études qui ont été faites sur la révolution verte ont demontre l'inefficacité de cette méthodologie dans les zones où prédomine la petite agriculture. Dans le cas particulier du Pérou, les enquêtes réalisées montrent que les variétés améliorées de maïs n'ont pas été adoptées par les petits agriculteurs[4, 5] et celles de pomme de terre l'ont été en proportion réduite[6].

Dans les centres internationaux mêmes, cette critique a été faite, et de nouvelles méthodologies ont éte crées qui ont pour but de combler la différence de rendements entre parcelles d'agriculteurs et stations expérimentales[3]. Ces méthodologies ont pour base **les essais en parcelles d'agriculteurs,** où les recommandations (varieté, densité et fertilisation) sont essayées dans les conditions de milieu des zones de *minifundio*. Une ou plusieurs de ces recommandations sont comparées avec la technique de l'agriculteur en essais simples ou factoriels, où la parcelle témoin est cultivée par l'agriculteur. Les techniques qui ne sont pas variables expérimentales sont réalisées par l'agriculteur. Pendant plusieurs années, ces essais sont répétés dans chaque zone d'altitude pour tenir compte des variations de milieu, d'histoire culturale des parcelles et de techniques utilisées par les agriculteurs. Cette approche est donc différente de la précédente: pour celle-ci, une technologie était disponible et il suffisait de la vulgariser. Si l'adoption de ces techniques ne se produisait pas, la faute appartenaît au système de vulgarisation et/ou à la résistance des agriculteurs au changement. En revanche, dans cette seconde approche, l'évaluation finale de la technologie améliorée doit se réaliser dans les champs d'agriculteurs[1].

Cette méthodologie a éte employée par deux centres internationaux dans les vallées interandines; le CIMMYT (*) et le Programme National de Maïs Péruvien, dans trois vallées andines du Pérou (*Callejón de Huaylas*, Vallée du Mantaro et la Région de Cuzco) et le CIP (**) dans une vallée péruvienne (Vallée du Mantaro).

Dans ces deux cas, un élément a été ajouté à la méthodologie: l'enquête par entrevue unique d'agriculteurs, qui renseigne sur les techniques de cultures utilisées, mais ne permet pas de déterminer celles qui limitent les rendements dans les conditions écologiques des parcelles d'agriculteurs. Paradoxalement, ces méthodologies qui doivent produire des augmentations significatives et rapides de rendement ont surtout abouti à des rejets d'hypothèses.

Le CIMMYT et le programme de Recherche en Maïs (PCIM) ont obtenu les résultats suivants au Pérou (cf. Tableau N° 1).

(**) Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
(***) Centre International de la Pomme de Terre.

TABLEAU N° 1. Rendements (t/ha) des essais CYMMYT au Pérou (maïs).

	RENDEMENT (t/ha)		
	Techniques de l'agriculteur	Modification de la fertilisation	Modification de la fertilisation et du peuplement
Cuzco (Moyenne de 24 essais)			
Variété locale	4 862	6 145	6 025
Variété PCIM	4 622	5 435	5 310
Mantaro (Moyenne de 22 essais)			
Variété locale	4 460	4 795	4 883
Variété PCIM	3 693	4 257	4 395
Callejón de Huaylas: (Campagnes 77–78 et 78–79).	Résultats semblables, mais non résumables a cause de la multiplicité des zones agroclimatiques et des variétés.		

Source: Benjamín et al, III Reunión anual de maíz amiláceo, 1979[2].

Le cas des essais du CIP au Pérou est plus difficile à analyser, parce qu'une phase supplémentaire a été ajoutée à la méthodologie: l'enquête agronomique qui a été réalisée la campagne précédant les essais. Celle-ci a montré l'importance des problemes entomologiques, qui ont ainsi dû être placés comme variables expérimentales, malgré le peu d'interêt du CIP pour ces problèmes. Mais là encore, les conseils qui étaient donnés aux agriculteurs (comme l'utilisation de semences certifiées, l'augmentation de la taille et le verdissement des semences, ou l'augmentation de la fertilisation) se sont révélés décevants: il n'y a généralement pas eu de réponses notables à ces facteurs; par exemple, le résultat des essais portant sur l'aspect semences dans la zone de grande production de pomme de terre (de 3 450 à 3 950 m au dessus de la mer) de la vallée du Mantaro (cf. Tableau N° 2). Le seuil d'acceptabilité de ces techniques avait été placé à plus de 20 % d'augmentation par rapport au rendement de l'agriculteur. Toutes ces techniques ont été écartées.

TABLEAU N° 2. Moyenne des augmentations de rendement (%) par rapport aux rendements des agriculteurs (pomme de de terre, cinq essais)[8]

	Semence de l'agriculteur	Augmentation de la taille des semences	Semence certifiée
sans verdissement	(témoin)	+ 11 %	+ 17 %
avec verdissement	+ 3 %	+ 20 %	+ 7 %

Ces deux séries d'essais ont abouti à des rejets d'hypothèses, importants à double titre: d'une part, ils ont montré que les techniques qui étaient généralement recommandées à la suite de leurs résultats positives en parcelles expérimentales n'ont pas produit d'augmentation notable de rendements dans les conditions de milieu des parcelles d'agriculteurs. D'autre part, ils ont amélioré la connaissance du milieu: l'hypothèse qui a amené à l'utilisation de semence certifiée était que la semence utilisée par les agriculteurs est infestée de virus; or les populations de cicadelles et de pucerons sont basses dans la zone considérée, ce qui limite la transmission des virus; l'utilisation de semence certifiée n'avait donc pas d'intérêt dans ce cas. De même, les méthodes pour améliorer l'état physiologique des semences n'ont pas donné l'effet espéré à cause du climat froid (T moyenne: 14°C) et des variétes à longue dormance utilisées par les agriculteurs, il n'y a pas eu d'émission de germes blancs et pas de dégradation notable de l'état physiologique des semences. Enfin, les variétés de maïs proposées aux agriculteurs n'étaient pas supérieures aux variétés locales dans les parcelles cultivées par ceux-ci, malgré leur superiorité en parcelles expérimentales.

Les rejets d'hypothèse obtenus ont une grande importance méthodologique; cependant, l'efficacité de la méthode a été augmentée quand il a été tenu compte de l'analyse des techniques culturales des agriculteurs et du fonctionnement des exploitations, comme le montre l'exemple suivant.

L'analyse agronomique réalisée dans la vallée du Mantaro[7] montre que l'un des problèmes principaux de la pomme de terre dans cette vallée est un ver blanc *(Premnotypes suturicallus)*. L'étude de la biologie de l'insecte et de l'itinéraire technique de l'agriculteur peut se résumer de la facon suivante (cf. Fig. 1).

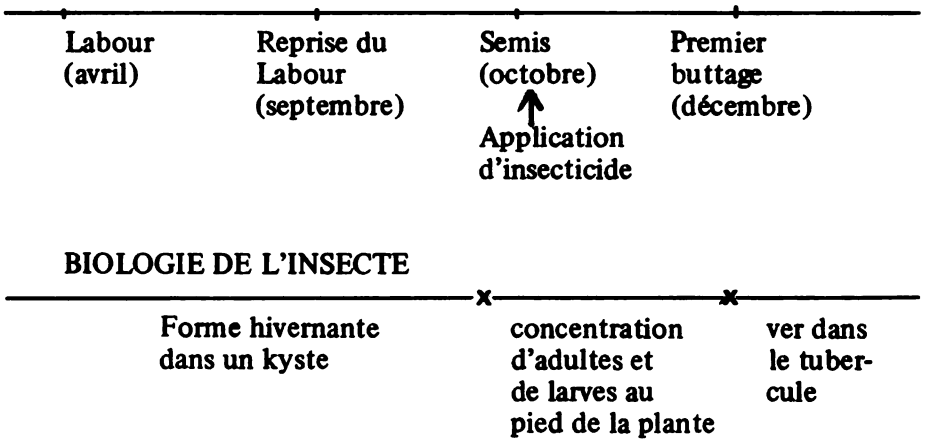


Fig. 1. Itinéraire technique des agriculteurs (simplifié).

Le seul moment où l'insecte est sensible à l'insecticide (Aldrin 2.5%) est au mois de décembre, quand les adultes sont libres au pied de la plante. Or les agriculteurs l'appliquent au moment du semis et en forme diffuse dans la parcelle. L'hypothèse fut que l'application du même insecticide au pied de la plante au moment du buttage auraît un plus grand effet que la technique de l'agriculteur. Cette hypothèse a été testée en 21 essais comparatifs dans la vallée du Mantaro, avec les résultats suivants: dans les parcelles touchées par l'insecte, les pourcentages de tubercules affectés ont été en moyenne de 24.9 % dans les parcelles d'agriculteurs, contre 4 % avec la technique testée [11]. Le second exemple se situe dans une autre vallée andine, le *Callejón de Huaylas*. Une étude des techniques de cultures qui portait essentiellement sur le maïs associé aux légumineuses [10] a montré qu'un type d'agriculteurs qui cherche à la fois à travailler hors de l'exploitation pendant les mois de mai à août et à obtenir deux récoltes par an (maïs suivi de pomme de terre généralement), ne pouvait pas réaliser les techniques nécéssaires à la seconde culture en bonnes conditions faute de temps; puisqu'ils devaient partir en mai, quelques jours après la recolte du maïs. L'introduction d'une varieté de maïs précoce s'imposait et a été rapidement adoptée par les agriculteurs. Ces exemples amènent à proposer quelques conclusions:

a. Les essais comparatifs en parcelles d'agriculteurs ont donné des résultats importants, surtout dans le domaine du rejet d'hypothèses. Cependant, lorsque ces essais ont été précédés

d'une étude des itinéraires techniques employés par les agriculteurs et des contraintes sur les exploitations, leur efficacité a été augmentée.

b. Le problème du transfert de technologie a une importante relation avec l'efficacité des techniques proposées. Plusieurs des techniques recommandées par les programmes nationaux n'étaient pas supérieures à celles des agriculteurs dans les milieux cultivés par ceux-ci, et n'ont donc pas été adoptées. En revanche, les techniques qui ont demontré une réelle superiorité dans le cadre des contraintes qui existent sur l'exploitation ont été diffusées de bouche à oreille.

c. Vouloir démontrer à tout prix la rationalité des techniques des agriculteurs est un pas en avant, mais peut aussi être bloquant: dans un cas précis au moins, une étude de la biologie d'un insecte a permis démontrer que les agriculteurs utilisaient une technique inadaptée au milieu.

BIBLIOGRAPHIE

1. ACCATINO, P. et HORTON, D. Maximizing potato productivity in developing countries. Pérou, CIP, 1978.

2. BENJAMIN, A. Résultats des essais expérimentaux des campagnes 77–78. In Réunion annuelle de maïs amylacé, 3ème, Pérou, 1979.

3. DATTA, DE. S.K. et al. Methodology for an integrated experiment-survey on rice yield constraints. Los Baños, Phillipines, IRRI, 1978.

4. FRANCO, E. et BENJAMIN, A. Estudio agro-económico de los productores de maíz en el Callejón de Huaylas. Perú, Universidad Nacional Agraria, 1978.

5. ---------. et al. Estudio agro-económico de los productores de maíz del valle de Mantaro y de la zona del Cuzco. Perú, Universidad Nacional Agraria, 1978.

6. ---------. HORTON, D. et TARDIEU, F. Producción y utilización de la papa en el valle del Mantaro. Perú, C.I.P. – S.S.D., 1979. (Working Paper 1979–1).

7. HORTON, D. et al. Tecnología de la producción de papa en el valle del Mantaro; resultados de la encuesta múltiple. Perú, C.I.P. – S.S.D., 1980. (Working Paper, 1980–1).

8. LIMA. CENTRE INTERNATIONAL DE LA POMME DE TERRE. DÉPARTEMENT DES SCIENCES SOCIALES. Evaluación socio-económica de los ensayos en campos de agricultores del valle del Mantaro-Perú. Perú, C.I.P. – S.S.D., 1980. (Working Paper 1981–2).

9. PERRIN, A. WINKELMANN, D. et MOSCARDI, E. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México, CYMMYT, 1976.

10. TARDIEU, F. Estudio de los Sistemas de cultivo en la Zona Maicera del Callejón de Huaylas-Perú. Perú, Universidad Nacional Agraria, 1978.

11. ---------. ALCALA, P. et TOMASSINI, L. Observaciones sobre el control químico del Gorgojo de los Andes *(Premnotrypes suturicallus)* en campos de agricultores del valle del Mantaro. Revista Peruana de Entomología. 1980. En préparation.

EL CONCEPTO DE SISTEMAS EN LA INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO A NIVEL DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN AGRONOMÍA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES

C. Castañeda (*)

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las universidades se encuentran generando y transmitiendo el conocimiento que permita mejorar los sistemas de producción agrícola y la protección y aprovechamiento de los Recursos Naturales Renovables. Se estima que al profesional a nivel de licenciatura o pregrado, se persigue capacitarlo para interpretar y resolver a nivel más que todo técnico los problemas que se presenten en relación con los sistemas correspondientes a su área de conocimiento.

Algunos autores (Comisión de Reestructura[1], Van Dyne [12]) mencionan que existe consenso entre los dirigentes de las instituciones educativas, de investigación y de ejecución en el sentido de que dichos profesionales, no obstante que pudieran haber tenido un

(*) Ecólogo, M. SC., Profesor de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, Guatemala.

curriculum fuerte, carecen de un método general, versátil, que les permita enfocar de manera global los problemas. Ello en parte se atribuye a la falta de integración de las diferentes disciplinas en los programas educativos a nivel superior.

En el presente trabajo se da un resumen de los fundamentos para usar el concepto de sistemas como instrumento de integración del conocimiento en las carreras de Agronomía y de recursos naturales renovables a nivel superior. Se presenta el caso de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en cuyo nuevo Plan de Estudios de 1980 se introduce el 'área integrada', que al final de carrera pretende integrar el conocimiento por medio del trabajo del estudiante, usando como unidades de integración el agroecosistema para el Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, y la cuenca hidrográfica para el Ingeniero de Recursos Naturales Renovables.

SISTEMAS Y SISTEMAS BIOLÓGICOS

De acuerdo a Meliujin[6] sistema es 'un conjunto íntegro de elementos en el cual todos estos se encuentran tan estrechamente vinculados entre sí que el sistema dado, con relación a las condiciones circundantes y a otros sistemas, se presenta como algo único" (pag. 16). La conexión entre los elementos de todo sistema (comúnmente llamados eventos o subsistemas) es mucho más sólida y estable que la relación de cada uno de ellos con las partes o subsistemas de otros sistemas; todo sistema puede contener sistemas de orden menor (subsistemas) y formar parte, a su vez, como elemento de sistemas de orden mayor.

El planeta tierra, por ejemplo, es un sistema componente (subsistema) del sistema solar; a su vez, tiene diferentes subsistemas, los que también poseen otros elementos o subsistemas, hasta llegar a los componentes más simples.

Ecosistema o sistema ecológico es aquél formado por todos los organismos de un área dada en interacción entre ellos mismos en lo físico (ver Figs. 1 y 2).

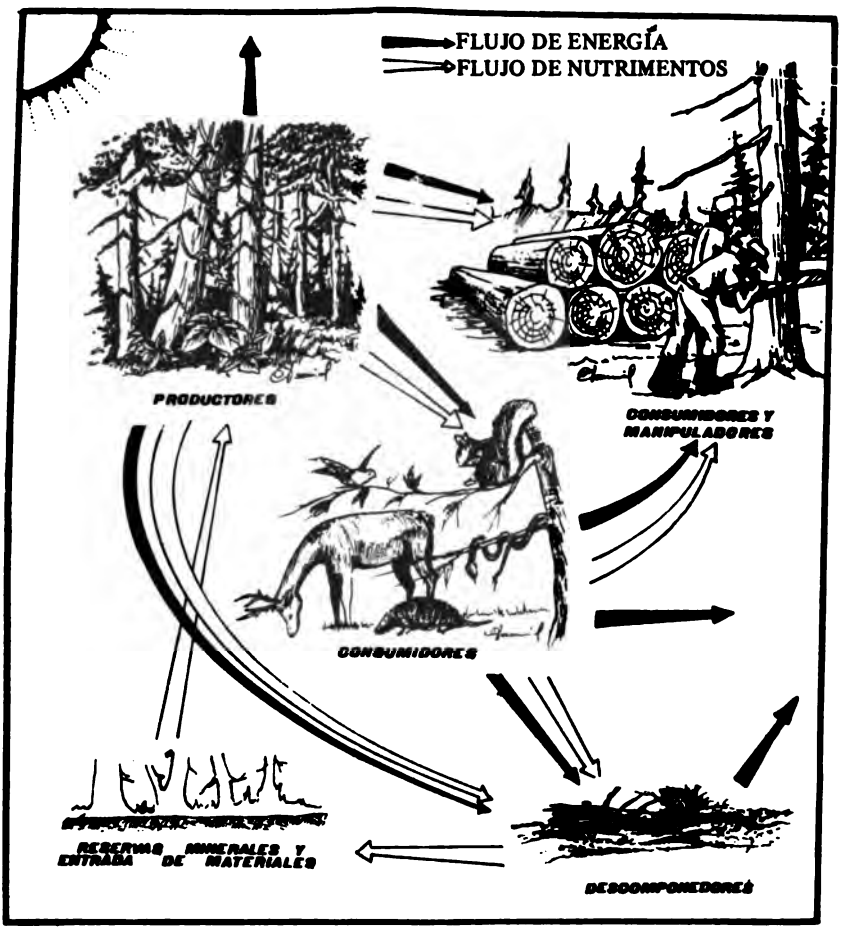


Fig. 1. Muestra la interrelación existente en los principales componentes de un ecosistema natural controlado: el hombre, que manipula a la naturaleza, y los productores, consumidores, descomponedores y componentes abióticos (agua, nutrimentos, estructura y textura del suelo, clima, otros).

Sus elementos son los siguientes:

a. Sustancias abióticas: compuestos inorgánicos y orgánicos como agua, bióxido de carbono, oxígeno, calcio, nitrógeno, otros, y régimen climático (temperatura, precipitación, radiación y otros factores).

b. Productores: organismos autótrofos, en su mayoría plantas verdes.
c. Consumidores: organismos heterótrofos, sobre todo animales, que ingieren otros organismos o porciones de materia orgánica.
d. Desintegradores: organismos heterótrofos que desintegran a los productos de descomposición.

La principal función del concepto de ecosistema en el pensamiento ecológico es la de subrayar el acoplamiento de los componentes de la naturaleza para formar unidades funcionales. Esto significa que el tipo y cantidad de sustancias abióticas de un área dada guarda una íntima relación con el tipo y cantidad de productores (plantas); éstos con los consumidores (animales) y toda la interacción de lo anterior con los desintegradores. En cuanto a su uso los ecosistemas se clasifican, de acuerdo a Sutton[5], así:

a. Ecosistemas naturales maduros: aquellos que más o menos aparecían en sus estados naturales, por lo que generalmente no son empleados ni habitados por el hombre (por ejemplo montañas, desiertos, áreas silvestres).
b. Ecosistemas naturales controlados: son los ecosistemas que manipula o controla el hombre para uso recreativo o para la producción de recursos naturales (por ejemplo bosques controlados, áreas de caza, parques y algunas zonas del mar).
c. Ecosistemas productivos: son los empleados por el hombre para la producción intensiva de productos agrícolas, también denominados agroecosistemas o de recursos naturales (tales como granjas, fincas, haciendas).
d Ecosistemas urbanos: en los que el hombre vive y trabaja (tales como ciudades, áreas industriales y poblados).

Los ecosistemas controlados son consecuencia de la historia del hombre y más claramente del desarrrollo de la sociedad, ya que él constantemente manipula el ambiente (a sus ecosistemas) en búsqueda de su bienestar.

En las Figs. 1 y 2, que ejemplifican la interacción de los componentes en los ecosistemas naturales controlados y en los agroecosistemas, se observa que el hombre es un consumidor y un manipulador (transformador). Su acción tan decisiva en la transformación de ambiente viene determinada por los diferentes compo-

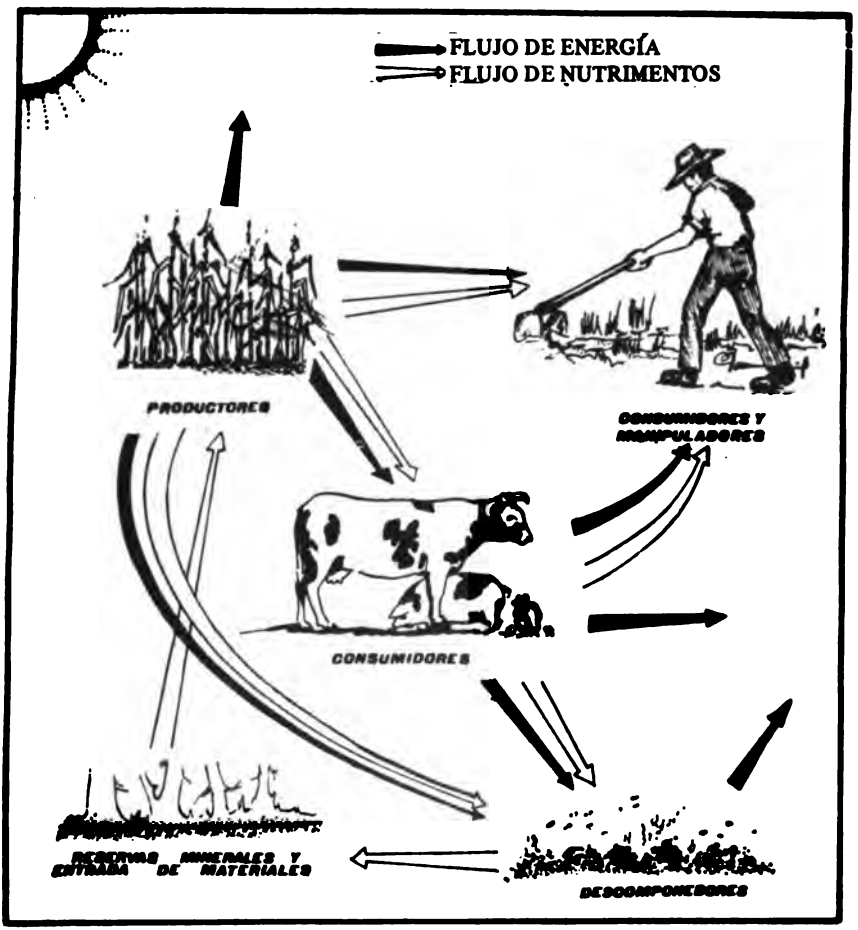


Fig. 2. Ilustra la interrelación existente en los principales componentes de un agroecosistema: el hombre, que manipula a la naturaleza, y los productores, consumidores, descomponedores y componentes abióticos (agua, nutrimentos, estructura, textura del suelo clima, y otros).

nentes que le sirven como factores de producción y de la relación de los hombres entre sí. Dichas 'relaciones de producción' condicionan a su vez al modo de producción de los bienes materiales.

Lo anterior señala que los procesos de producción agrícola o de recursos naturales renovables no pueden verse como fenómenos aislados sino conexos, es decir como sistemas en que el hombre es un factor determinante. Ello también señala la importancia de las ciencias sociales, unida a las otras disciplinas, en la formación de profesionales a nivel de Licenciatura.

EL CONCEPTO DE ECOSISTEMA COMO INSTRUMENTO DE INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Ecología es la ciencia que estudia las interacciones de los seres vivos entre sí y con su ambiente. Es considerada una ciencia multidisciplinaria e integradora, debido precisamente a que el entendimiento de las interrelaciones de los individuos entre sí y con su ambiente requiere una integración de conocimiento de una variedad de disciplinas tales como fisiología, genética, morfología, taxonomía, bioquímica, y otras.

Los ecólogos han adoptado una concepción global, sistematizadora de los fenómenos ecológicos, mostrada por el uso de términos globalizadores o totalizadores como biogeocenosis, microcosmos y ecosistema, para referirse a segmentos más o menos definidos donde todos sus componentes (abióticos, productores, consumidores y desintegradores) se influyen mútuamente y no pueden ser aislados sin cambiar drásticamente sus propiedades y la de todo el sistema. Cuando dichos componentes corresponden a ecosistemas controlados son manipulados por el hombre y por lo tanto están en interacción con los sistemas socioeconómicos.

Muchos autores se han referido a la utilidad del concepto de ecosistema. Schultz[10] señala que este concepto es útil en dos vías, en las cuales hay implicaciones para educadores, investigadores y ejecutivos. Primero, señala que ecosistema incluye e integra diferentes subconceptos importantes que proveen modelos útiles para la investigación en el campo de los recursos. A dicho conocimiento se agrega el hecho de que algunos autores (Hart[4,3], Moreno[7], 1979, Spedding[11], y otros) profundizan en el conocimiento de la biología de agroecosistema y lo proponen como unidad de investigación agrícola. En segundo lugar, señala Schultz[10] que el concepto de ecosistema provee las bases o la estructura para evaluaciones críticas

del impacto de varias prácticas y políticas en agricultura y manejo de recursos naturales renovables. Esas razones, combinadas con algunos ejemplos documentados, acentúan la necesidad, de acuerdo a Van Dyne[12], no sólo de una amplia formación ecológica en los planes de estudio sino especialmente en la aplicación del concepto de ecosistema en el adiestramiento de personal en las ciencias de recursos naturales.

EL CASO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

La presente sección fue tomada del nuevo Plan de Estudios de la Facultad de Agronomía, cuya información utiliza. El Plan fue aprobado por el Consejo Superior Universitario en noviembre de 1979 e inició su funcionamiento en enero de 1980, bajo la previsión de que cada año sera evaluado y ajustado.

a. Puntos de referencia del Plan de Estudios

Los dos conjuntos de ecosistemas objeto de estudio en la Facultad de Agronomía, con el propósito de incrementar su aprovechamiento racional, son los agroecosistemas y los ecosistemas naturales controlados terrestres.

En el nuevo Plan de Estudios (Comisión de Reestructura [1]) se reconoce que en general los sistemas agrícolas están integrados por una combinación de factores ecológicos, económicos, sociales e históricos que el hombre, jugando un papel central, utiliza en la producción agrícola. Esta se define como la producción de especies vegetales para el consumo del hombre y de los animales y pueden ser caracterizados en relación a los cultivos o especies dominantes o, como en el caso de los sistemas de cultivos múltiples, pueden implicar una secuencia de especies cultivadas en la misma área o dos o más especies cultivadas en asociación simultánea.

Los ecosistemas naturales controlados terrestres son aquellos en los que el hombre controla el uso, manejo, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales. La unidad de estudio de dichos sistemas estará constituida por cuencas hidrográficas.

Una cuenca hidrográfica se define como un área o región de la superficie terrestre cuyas aguas confluyen a una misma corriente o cuerpo de agua; es ocupada por comunidades vegetales y animales, incluyendo algunas veces al hombre.

1) Carreras que ofrece la Facultad de Agronomía

Para cumplir con los nuevos objetivos educacionales de la Facultad de Agronomía se formula un sistema curricular abierto que tienda al establecimiento de dos carreras o programas académicos: a) Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola; b) Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables.

La primera de las carreras tiene como objetivo formar un profesional capacitado para interpretar y resolver los problemas que planteen los sistemas de producción agrícola. La otra forma un Ingeniero capacitado para interpretar y resolver los problemas que plantea el uso, manejo, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

b. Caracterización General de Contenidos

El Plan de estudios se basa en tres áreas: de Ciencias, Tecnológica e Integrada. El área integrada constituye una idea y no una experiencia pero se considera importante conocerla para enriquecer la discusión en torno a la integración del conocimiento.

Muchos autores, como se vió en las dos secciones anteriores, mencionan la necesidad de integrar el conocimiento, pero no hay ejemplos de una unidad académica estructurada para lograrlo dentro del curriculum; en algunos casos se hace en cursos especiales, integradores, como cursos de cultivos o de análisis de cuencas. La

Facultad de Agronomía elaboró las bases generales del área integrada y se estima que a medida que se vaya implementando el Plan de Estudios se encontrarán los mecanismos más precisos y se afirmarán mayores detalles que permitan su realización.

1) Área de Ciencias.

Incluye aquellos contenidos de calidades científica, conceptual y aplicable, para que el estudiante obtenga un conocimiento científico de la naturaleza y de la sociedad y comprenda los contenidos relacionados con las ciencias naturales, matemáticas, filosofía y ciencias sociales. Con base en estos contenidos el estudiante conceptualizará en forma inicial el proceso de producción agrícola, los ecosistemas naturales controlados y su interrelación con el medio económico y social en el cual están inmersos.

Esta área comprende las subáreas de ciencias biológicas, ciencias químicas, filosofía y ciencias sociales y matemáticas y física.

2) Área Tecnológica

La finalidad de esta área es estudiar aquellos componentes tecnológicos que son parte del proceso de producción agrícola y del uso, manejo, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

El estudio del área tecnológica se dividirá en dos aspectos:

a) Estudio de las tecnologías básicas del proceso productivo, teniendo como base el conocimiento amplio de los principios que rigen a tales tecnologías.
b) Análisis e interpretación de las tecnologías para desarrollar la capacidad de crear, adecuar o modificar la existentes de acuerdo a los fines y necesidades humanas.

Esta área comprende las subáreas de Ingeniería Agrícola, Manejo y Uso de Suelo y Agua, Manejo y Mejoramiento de Plantas, Protección de Plantas, Métodos de Cuantificación e Investigación, y Administración y Comercialización.

3) Área Integrada

Al completarse el estudio del área de ciencias y del área tecnológica, el estudiante de Agronomía cuenta con los elementos fundamentales para desempeñarse en la producción.

El área integrada es donde el estudiante aprenderá a trabajar con sistemas, integrando sus conocimientos en torno a las unidades productivas (agroecosistemas y cuencas hidrográficas).

Los aportes objetivos del área integrada se sintetizan de la siguiente manera:

a) Que el estudiante comprenda que la producción agrícola y el manejo de recursos naturales renovables implica el trabajo con diversos elementos (socioeconómicos, naturales y científicostécnicos) estrechamente ligados y que constituyen sistemas.
b. Que el estudiante aplique la concepción de sistemas en la producción agrícola y en el manejo de recursos naturales renovables.
c. Permitirle al estudiante la profundización de sus conocimientos en determinada rama o área de trabajo de las ciencias agrícolas o de los recursos naturales renovables.

El área integrada estará dividida en tres etapas; i) conceptualización general de sistemas; ii) estudio de los distintos sistemas del país; iii) ejercicio profesional supervisado.

i) **Conceptualización general de sistemas.** Esta etapa plantea elementos generales relativos a la conceptualización de sistema, comprendiendo los elementos siguientes:

1) Teoría General de Sistemas.
2) Dialéctica del desarrollo de los sistemas.

3) Análisis de sistemas.
4) La unidad de producción agrícola y la cuenca hidrográfica como sistemas.

ii) **Estudio de los distintos sistemas del país.** Para el caso de la carrera de Sistemas Agrícolas se proponen los dos siguientes grandes grupos:

1) Sistemas de Producción Agrícola I (destinados a cultivos de consumo interno).
2) Sistemas de Producción Agrícola II (destinados a Cultivos de Exportación).

El esquema que servirá de base en el estudio de dichos sistemas es el siguiente:

1) Socioeconomía del Sistema.
2) Aspectos del Productor (especie o especies de cultivo).
3) Aspectos Tecnológicos del manejo e intervención.
4) Transformación Agroindustrial.
5) Comercialización.

Para el caso de la carrera de Recursos Naturales Renovables se propone que el estudio de las diferentes cuencas hidrográficas se haga en base a dos grandes contenidos:

1) Métodos de evaluación de recursos naturales renovables.
2) Manejo y recuperación de cuencas.

Además de lo anterior es importante señalar que el conocimiento es integrado mediante la práctica. Es así como a medida que el área integrada se va desarrollando también se amplía el tiempo en que el estudiante realizará prácticas en el campo, culminando este proceso con el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) que constituye la tercera etapa del área integrada.

iii) **El ejercicio profesional supervisado.** El ejercicio Profesional Supervisado constituye la etapa que permite al estudiante la vinculación entre el estudio y el trabajo, donde podrá integrar plenamente el conocimiento adquirido con anterioridad, caracterizándose esta etapa porque el estudiante desarrollará su criterio profesional al analizar y resolver problemas en el campo, de acuerdo a la carrera seleccionada.

El estudiante desarrollará el Ejercicio Profesional Supervisado, con alto grado de responsabilidad personal y bajo la supervisión de docentes de la Facultad. El contenido del programa de Ejercicio Profesional Supervisado estará basado en tres campos.

1) Docencia.
2) Investigación.
3) Servicios.

Se realizará después de que el estudiante apruebe las dos etapas anteriores, y de allí podrá iniciar el trabajo de investigación para su tesis de grado.

BIBLIOGRAFÍA

1. COMISIÓN DE REESTRUCTURA. Plan de Reestructura. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. 1979. 62 p.

2. EVANS, FRANCIS C. Ecosystem as the basic unit in ecology. Science. 123; 1127-1128. 1956.

3. HART, ROBERTO. E. Concepto de Sistemas. Seminario de Producción en Cultivos Anuales. San Andrés, El Salvador, CENTA, (Enero 30–Febrero 2) 1978. 5 p.

4. ---------. El Agro-ecosistema como unidad de investigación. Seminario de Producción en cultivos anuales. San Andrés, El Salvador, CENTA, (Enero 30–Febrero 2) 1978. 9 p.

5. HARMON, P. y SUTTON B. Fundamentos de Ecología. México, D.F., Editorial Limusa, 1977. 293 p.

6. MELIUJIN, S. Dialéctica del Desarrollo en la Naturaleza Inorgánica. México, D.F., Editorial Grijalbo, S.A., 1963. 288 p.

7. MORENO, RAÚL. Sistemas y enfoque de Sistemas. Seminario en Sistemas de Producción de cultivos anuales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, (16–19 Agosto) 1977. 33 p.

8. ODUM, EUGENE. The ecosystem approach in the teaching of Ecology illustrated with sample class data. Ecology, 38. 531–535. 1957.

9. ---------. Fundamentals of Ecology. Third Ed. Philadelphia, Saunders Company, 1971. 574 p.

10. SCHULTZ, A.M. The ecosystem as a conceptual tool in the management of natural resources. In Natural Resources: Quality and Quantity. (S.V. Ciriancy-Wantrup and J.J. Parons, eds.). University of California. 1967. pp. 139–161.

11. SPEDDING, C.R.W. The Biology of Agricultural Systems. London, Academic Press, 1975. 261 p.

12. VAN DYNE, GEORGE M. The Ecosystem Concept in natural resource management. New York, Academic Press, 1969. 383 p.

LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS COMO UN FACTOR ESTABILIZANTE DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

J. T. Esquinas-Alcázar (*)

Para ser estable, un sistema de producción necesita estar en equilibrio con los factores del medio en que se encuentra y tener la flexibilidad necesaria para adaptarse rápidamente a los cambios que se produzcan en dicho medio.

INTRODUCCIÓN

La diversidad genética existente en los cultivares primitivos de las especies era parte integrante de los sistemas de producción agrícola y proveía a éstos de la flexibilidad necesaria para adaptarse a los cambios del medio: aparición de nuevas enfermedades, rigores climáticos, nuevos métodos de cultivo, otros.

Hoy día, la mayor utilización de variedades homogéneas y el consiguiente estrechamiento de la base genética de nuestros cultivos ha roto el equilibrio de dichos sistemas de producción agrícola, aumentando la vulnerabilidad de la mayoría de las especies cultivadas.

(*) Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos, Italia.

El incremento de vulnerabilidad a las enfermedades en la variedades modernas es un problema que afecta a todos los países, si bien adquiere singular importancia en regiones tropicales como el Caribe. Ello es una consecuencia de que las condiciones climáticas existentes en estas regiones favorecen el desarrollo de mayor número de enfermedades (ver Cuadro N° 1.):

CUADRO N° 1. Comparación del número de enfermedades detectadas para algunos cultivos en zonas templadas y tropicales.

Cultivo	Número de enfermedades	
	Zonas templadas	Zonas tropicales
Arroz	54	500–600
Maíz	85	125
Cítricos	50	248
Tomate	32	278
Frijol	52	253–280

FUENTE: Comunicación oral del Dr. M.S. Swaminathan, en la Consulta Técnica sobre Recursos Genéticos Animales FAO/PNUD, Roma, 1980.

OBJETIVOS

Este trabajo tiene por objeto: a. Mostrar la importancia de los recursos fitogenéticos como recursos naturales que proporcionan la materia prima necesaria para la obtención de nuevas variedades de plantas cultivadas.

b. Alertar sobre la erosión creciente de estos recursos en los últimos años y la necesidad de salvaguardar lo que aún queda.

c. Informar sobre la finalidad del Programa del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF*) y FAO en esta materia.

d. Presentar una clasificación de los recursos fitogenéticos orientada a su uso práctico.

e. Proporcionar información básica sobre la recolección, conservación, evaluación y documentación de los recursos fitogenéticos.

(*) En inglés IBPGR = International Board of Plant Genetic Resources.

LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS, SU IMPORTANCIA Y SU EROSIÓN CRECIENTE

La edad de la tierra se calcula en unos 5 000 millones de años, mientras que los primeros vestigios de vida en nuestro planeta se remontan a más de 3 000 millones de años. La aparición de la especie *homo sapiens* es un hecho relativamente reciente que ocurre hace menos de un millón de años y la agricultura es un fenómeno más moderno que nace cuando el hombre empieza a cultivar plantas silvestres de valor alimenticio, apenas hace 10 000 años, impulsando un proceso evolutivo que originó innumerables variedades y cultivares muy adaptados a sus condiciones locales y que constituyen hoy una reserva inestimable de materia prima genética.

Hasta esta última etapa los procesos evolutivos sobre la tierra habían tenido como único control la selección natural que actuaba sobre la variabilidad genética existente, que a su vez era producida por fenómenos tales como las mutaciones, las migraciones y las recombinaciones. Con la aparición de la agricultura comienza la domesticación de aquellas especies que tienen mayor interés para el hombre y la selección natural actúa ahora acompañada por la selección 'artificial'. Ello trae como consecuencia que la ulterior evolución de estas especies esté al servicio de la conveniencia del hombre.

La agricultura se inició en el Cercano Oriente y en la América Central, y los primeros cultivos domésticos fueron los cereales y las leguminosas, de los cuales depende aún hoy la alimentación en el mundo. Los primeros agricultores sedentarios también domesticaron especies locales, como es el caso del sorgo y el mijo en Africa. Estos y otros cultivos se han extendido y adaptado hasta sus límites ecológicos, transportados mediante movimientos migratorios primero, y a través de rutas comerciales después.

A medida que los primeros cultivos se extendían a nuevas regiones, encontraban grandes diferencias de climas, suelo y otros factores ambientales; las barreras geográficas naturales separaron y aislaron con frecuencia poblaciones agrícolas. Las variantes genéticas que aparecieron dentro de ciertas poblaciones evolucionaron libre e independientemente; algunas de estas variantes crecieron como malas hierbas en los cultivos o en sus alrededores y terminaron originando poblaciones aún más variables, capaces de tolerar el frío, la sequía, las plagas y las enfermedades donde era necesario.

Así pues, miles de años de selección realizada por los agricultores y la naturaleza, produjeron variedades locales bien adaptadas a los distintos lugares y a unas prácticas culturales que a su vez venían determinadas por el clima y otros factores ambientales. Hoy el espectro de variación apreciable es enorme y esta variación visible esconde una diversidad genética aún mayor.

A la variación intervarietal es preciso agregar una gran diversidad genética intravarietal, que es la causa de la conocida heterogeneidad morfológica de las variedades primitivas. Esta heterogeneidad existe también en otras características no tan fácilmente observables, como la resistencia a enfermedades, la adaptación local, el contenido en aceites y proteínas, la composición de aminoácidos y otros.

Hasta fechas relativamente recientes, y según queda reflejado más arriba, se favoreció un incremento constante de la diversidad; sin embargo, en los últimos años numerosos factores contribuyeron a invertir drásticamente el sentido. El desarrollo industrial y consecuente migración de la mano de obra agrícola hacia la industria y la separación cada vez más acusada entre los centros de producción y de consumo, tienden a eliminar las unidades de producción agrícola autosuficientes y dan una nueva dimensión al transporte y a la comercialización de los productos agrarios, procesos ambos que se favorecen con la homogenización y la normalización de las variedades cultivadas. Por otra parte, la mecanización creciente de las actividades y labores agrícolas necesita de variedades con plantas uniformes en sus exigencias de cultivo, época de recolección y otros. También la mecanización de los procesos de posrecolección está basada en máquinas diseñadas para modelos universales de plantas y frutos.

Siguiendo la demanda del mercado, los mejoradores de plantas, las casas comerciales de semilla y el Estado mismo, aunaron sus esfuerzos para proporcionar nuevas variedades uniformes y generalmente más productivas con las cuales poder sustituir un enorme mosaico de variedades locales heterogéneas y primitivas más adaptadas a las necesidades de otra época. Este fenómeno, prácticamente independiente del sistema político imperante, está ocurriendo o ha ocurrido en los países en vías de desarrollo o ya desarrollados del Este y del Oeste.

No se puede olvidar, sin embargo, que el punto de partida del fitomejorador son las variedades heterogéneas de antaño. Es en ellas

donde inicia su labor hacia la creación de nuevas variedades mediante una paciente y cuidadosa selección de plantas portadoras de la características deseadas. Después, mediante un largo proceso de cruces, autofecundaciones y nueva selección en la descendencia, combina todas estas características en una sola variedad comercial y uniforme, variedad que se repite generación tras generación y su evolución es prácticamente nula, pues quedó fijada en un molde determinado por el propio mejorador.

La mejora de plantas basada en cruzamiento dirigidos, y no en la simple selección de genotipos procedentes de cruces comerciales en los campos de cultivo, comenzó en los siglos XVIII y XIX en Europa. A principios del siglo XX la mayor parte de las zonas cultivables de las industrializadas Europa y América del Norte, estaban sembradas de variedades obtenidas o seleccionadas por fitomejoradores profesionales. Hasta los años 40, sin embargo, este proceso apenas había afectado a la regiones que contenían la máxima diversidad genética, situadas en zonas más cálidas.

Hacia 1950 un masivo y amplio desarrollo agrícola financiado en gran parte por programas de ayuda internacional comienza a reducir las áreas dedicadas a variedades locales primitivas, y la necesidad de conservar la variedad genética que aún queda empieza a ser reconocida. Esta necesidad se hace más patente cuando en los años 60, millones de hectáreas en Asia y Cercano Oriente, donde se encuentran los centros de diversidad de los cultivos más importantes, eran sembradas de variedades semienanas comerciales de trigo, al mismo tiempo que nuevas variedades de arroz estaban siendo introducidas en las llanuras del Sudeste Asiático y los modernos métodos de cultivo se extendían en América del Sur y Africa.

Nadie puede negar hoy día que con una población mundial creciente y subalimentada, la introducción de variedades mejoradas uniformes y productivas es realmente esencial. Se debe tener en cuenta, no obstante, que la mayor parte de estas variedades multinacionales modernas fueron especialmente obtenidas para responder mejor a nuevos y más costosos métodos de cultivo, con riego, fertilizantes, combate de malas hierbas y otras aportaciones adicionales de energía, siendo la coadaptación entre las nuevas variedades y estos métodos de cultivo la que permite los altos rendimientos que hacen la nueva tecnología posible y rentable. Es por ello que en un mundo donde se encarecen la energía, los abonos, y donde los plaguicidas empiezan a escasear, no podemos avanzar ciegamente por este atrac-

tivo pero caro e incierto camino si tener la seguridad de que los procesos desencadenados son controlables y reversibles, y esto implica que muestras de las variedades tradicionales sustituídas sean conservadas adecuadamente para su posible uso futuro.

Las variedades tradicionales son a menudo capaces de soportar condiciones que dañarían seriamente muchas variedades modernas. Su valor potencial para la humanidad, ahora y en el futuro, radica fundamentalmente en los genes que contienen, que son no sólo fuente de caracteres tales como resistencia a enfermedades, calidad nutritiva y adaptabilidad a condiciones ambientales adversas, sino también de caracteres que aunque no reconocidos actualmente pueden un día ser considerados invalorables. En el pasado las variedades primitivas y sus poblaciones silvestres afines fueron una fructífera fuente, a veces la única, de resistencia a plagas y enfermedades, de adaptaciones a ambientes difíciles y de otros caracteres agronómicos como el porte enano en arroz y otros cereales que contribuyeron a la revolución verde en muchas partes del mundo.

Es importante tener presente que la base de toda selección es la variación. Seleccionar es elegir una alternativa y ésto sólo es posible cuando hay varias opciones, o sea cuando existe variación. Del mismo modo toda selección genética exige la existencia de una variación genética previa. Cuanto mayor es la variedad genética existente en una población, tanto mayor es el margen de acción reservado a la selección, sea natural (motor direccional de la evolución) o artificial (motor direccional de la mejora).

El Dr. R.A. Fisher en su libro *The Genetical Theory of Natural Selection*[8], es el primero en cuantificar y mostrar matemáticamente estos principios. Ayala [1,2] probó experimentalmente la correlación positiva entre la cantidad de variación genética y la velocidad con que ocurren los cambios evolutivos. Del mismo modo, se puede establecer la dependencia existente entre la eficacia de la mejora genética de una población y la variación genética para el carácter que se pretende mejorar en dicha población.

Numerosos ejemplos experimentales de utilización con éxito de la gran variabilidad natural de las poblaciones los proporcionan Falconer [7], Brewbaker [3], Lerner [12,13], y otros. A veces la selección se practica experimentalmente en dos direcciones opuestas sobre distintas líneas derivadas de una misma población; Woodworth **et al**[27] seleccionaron para alto y bajo contenido en proteínas y grasas

durante 50 generaciones en una población de maíz, consiguiendo líneas extremas que van desde el 19.4 % al 4.9 % en proteínas, y desde el 15.4 % al 1 % en grasas.

Con la eliminación de la diversidad genética en las variedades locales primitivas estamos hipotecando la creación de futuras variedades adaptadas a imprevisibles necesidades del mañana. La enumeración de algunos ejemplos recientes que conllevan problemas capaces de poner en peligro las economías nacionales de los países afectados, nos pueden llevar a comprender mejor la trascendencia de todo lo anterior.

Ejemplo 1: En 1970 se extendió en Estados Unidos el tizón del maíz. La enfermedad atacó discriminadamente ciertos maizales que se perdieron por completo, mientras otros, contiguos a los anteriores, se mantenían sanos. En algunos Estados del Sur las pérdidas fueron superiores al 50%. Pronto se observó que todos los maizales afectados procedían de semilla híbrida producida mediante androesterilidad condicionada por el citoplasma. La deficiencia tecnológica que dió motivo a la gran vulnerabilidad de todos estos híbridos fue que en todos ellos se había introducido un mismo citoplasma: el citoplasma 'Texas' que resultó ser muy susceptible.

Se trató de un caso extremo que provocó una gran conmoción en el ámbito científico de los Estados Unidos y la Academia Nacional de Ciencias designó un comité de expertos con la misión de analizar la vulnerabilidad genética de los principales cultivos. El informe emitido[16], de indudable trascendencia, fue publicado en 1972 y con base en el mismo posteriormente fue definida la política nacional en esta materia.

Ejemplo 2(*): Durante el año agrícola 1979–1980 Cuba perdió el 90% de la cosecha prevista de tabaco, debido a un masivo ataque de moho azul, al que eran susceptibles el pequeño número de uniformes variedades comerciales sobre las que se basaba la producción nacional de tabaco. Las pérdidas se calculan en más de 100 millones de dólares y un país por excelencia productor de tabaco se vio obligado a importarlo ese año para su propio consumo interno.

(*) Información obtenida por el autor en una reciente visita a Cuba.

Para solucionar el problema es preciso localizar genes de resistencia al moho azul e introducirlos en las variedades comerciales utilizadas. Pero como los fitomejoradores saben muy bien, estos genes se encuentran con la máxima probabilidad en los cultivares primitivos de los centros de diversidad.

Ejemplo 3(*): También en Cuba, y en el mismo año agrícola 1979–1980, se dio la pérdida de más de un millón de toneladas métricas de azúcar sobre la cosecha estimada, debido a un fuerte ataque de roya *(Puccinia melanocefala)*, que afectó fundamentalmente a la importante variedad comercial Barbados 4362, la que representaba por sí sola casi el 40% del total sembrado y que resultó ser muy susceptible a la enfermedad antes mencionada.

Este ejemplo, como el anterior, muestra el peligro de basar la producción nacional en un pequeño número de variedades que además por ser uniformes tienen una base genética muy estrecha. También muestran la necesidad de disponer o tener acceso a material primitivo heterogéneo donde buscar las resistencias deseadas.

Ejemplo 4(**): El *tarwi* (*Lupinus mutabilis*) es uno de los cultivos andinos sobre el que los campesinos de origen incaico han basado su alimentación durante milenios y por su alto contenido proteico es esencial en la dieta del indio. Las variedades locales cultivadas para el autoconsumo familiar fueron inconscientemente seleccionadas a través de muchas generaciones por la cantidad y calidad de sus proteínas. Aunque esto tiene menos interés para el indio, el *tarwi* es también rico en grasas.

En 1977 se instaló a unos 80 km al sur de Lima una fábrica para la extracción de aceites a partir del *tarwi*. Dicha fábrica seleccionó variedades ricas en grasas, si bien con menor contenido proteico, y distribuyó sus semillas entre los campesinos, premiando el cultivo de estas variedades y garantizando la compra de la producción como medios para estimular el uso de las mismas. Gran número de

(*) Información obtenida por el autor en una reciente visita a Cuba.

(**) Información proporcionada a título personal por el Dr. Mario E. Tapia, Cusco, Perú.

pequeños propietarios con mínimas unidades de producción familiar sustituyeron sus variedades locales más adaptadas a sus necesidades dietéticas por estas nuevas variedades comerciales más ricas en aceite y que satisfacían mejor las necesidades de la fábrica. Dos años después, la fábrica atravesó una fuerte crisis económica y quebró; para el campesino era ya demasiado tarde. En muchos casos, dos años habían bastado para perder definitivamente la semilla que durante miles de años y muchas generaciones de campesinos se habían seleccionado para consumo humano. Ello, sin hablar de la adaptación a las condiciones del medio y la resistencia a las enfermedades de la zona que aún está por demostrar en las nuevas variedades para producción de aceite distribuidas por la fábrica.

En un país que posee una enorme superficie con condiciones andinas, se calcula que en esos dos años la variabilidad genética del *tarwi* se redujo entre un 20 y un 30% sin contar con que esta reducción de variabilidad afectó más a las variedades de mayor contenido proteico. Lo más grave de todo ello es que la variabilidad perdida es ya irrecuperable. Hubiera sido, sin embargo, fácil y no excesivamente costoso atajar el daño antes de producirse mediante la recolección de muestras representativas de las variedades locales existentes en el radio de acción de la fábrica y su mantenimiento en almacenes de semilla o bancos de germoplasma que hubiesen asegurado su disponibilidad en el futuro.

Ejemplo 5: El fenómeno de la vulnerabilidad genética de los cultivos no es nuevo en la historia, si bien su aumento es inusitado en los útimos años. Uno de los ejemplos más trágicos ocurrió en la década de 1840–1850 cuando más de dos millones de irlandeses morían de hambre como consecuencia de un ataque violento y masivo de tizón o fitoftora que dejó arrasados sus cultivos de patata. La patata había sido la base principal de la alimentación en Irlanda durante los siglos precedentes. La causa remota del desastre fue la estrecha base genética de los tubérculos sembrados en este país, procedentes, como en todo el Norte de Europa, del material uniforme traído de América Latina por los exploradores ingleses del siglo XVI (*).

(*) Según el Dr. J.G. Hawkes en un Simposium de Recursos Fitogenéticos celebrado en los Países Bajos, en julio de 1978.

Innumerables ejemplos (Harlan[9] , Mooney[14]) como los citados más arriba están surgiendo cada vez con más frecuencia en todo el mundo en desarrollo, cuando ya es demasiado tarde para lamentarse. Este incremento de casos registrado en los últimos años es una consecuencia de la conquista de los mercados nacionales e internacionales por un pequeño grupo de variedades uniformes para cada especie, que han estrechado dramáticamente la base genética de los cultivos más importantes. En el Cuadro N° 2 se hace un análisis cuantitativo de la situación de algunos de estos cultivos en EE.UU. y Canadá.

CUADRO N° 2. Vulnerabilidad genética de algunos cultivos importantes en EE.UU. y Canadá y número de variedades principales y tanto por ciento de la producción total basada en las mismas. (Según P.R. Mooney[14]).

CULTIVO		VARIEDADES	%
Mijo	EE.UU.	3	100
Algodón		3	53
Soya		6	56
Frijoles secos		2	60
Judías verdes		3	76
Guisantes		2	96
Maíz		6	71
Papas		4	72
Batatas		1	69
	CANADÁ		
Trigo panificable		4	75.9
Lino		4	92.3
Colza		4	95.8
Avena		4	65.1
Cebada		3	63.7
Centeno		4	80.5

Si muchos países comprendiesen el valor económico y socialmente inestimable de sus limitadas reservas naturales, entre las que ocupa un primerísimo lugar los recursos genéticos, no regatearían esfuerzos para salvaguardarlos. El valor de las minas como sede de materia prima para la producción de productos minerales manufacturados fue reconocido desde muy antiguo; la importancia del petróleo como fuente natural inestimable de energía fue reconocida en fechas muy recientes; la importancia de los recursos genéticos naturales como fuentes de genes de valor incalculable para su uso por las generaciones venideras no ha sido aún reconocida en toda su magnitud y mañana puede ser ya demasiado tarde.

Al principio de la década de los años sesenta los organismos internacionales comenzaron a preocuparse seriamente por la pérdida de los recursos genéticos en el mundo y en 1961 la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) convocó una reunión técnica que condujo a la creación, en 1965, de un Cuadro de Expertos en Prospección e Introducción de Plantas. Este grupo coordinó las actividades de la FAO en materia de germoplasma durante varios años y dio lugar a la aparición, en 1974, del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF). El CIRF que trabaja en estrecha colaboración con la FAO y cuyas oficinas centrales se encuentran en la Sede de ésta en Roma, es una de las organizaciones del Grupo Consultivo sobre Investigaciones Agrícolas Internacionales y su misión consiste en la creación de una red internacional de instituciones nacionales y regionales dedicadas a la conservación de recursos genéticos de interés agrícola, así como promover su uso para producir variedades mejores movilizando asistencia técnica y financiera cuando sea necesario.

DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

La variabilidad genética de las plantas cultivadas no está distribuída al azar por toda la tierra. Vavilov[22] en la década 1920-1930 identificó por primera vez las zonas de máxima variabilidad para las especies cultivadas más importantes. Los estudios realizados posteriormente no introdujeron modificaciones sustanciales en el mapa de distribución propuesto por Vavilov[23] (Fig. 1 y Cuadro N° 3).

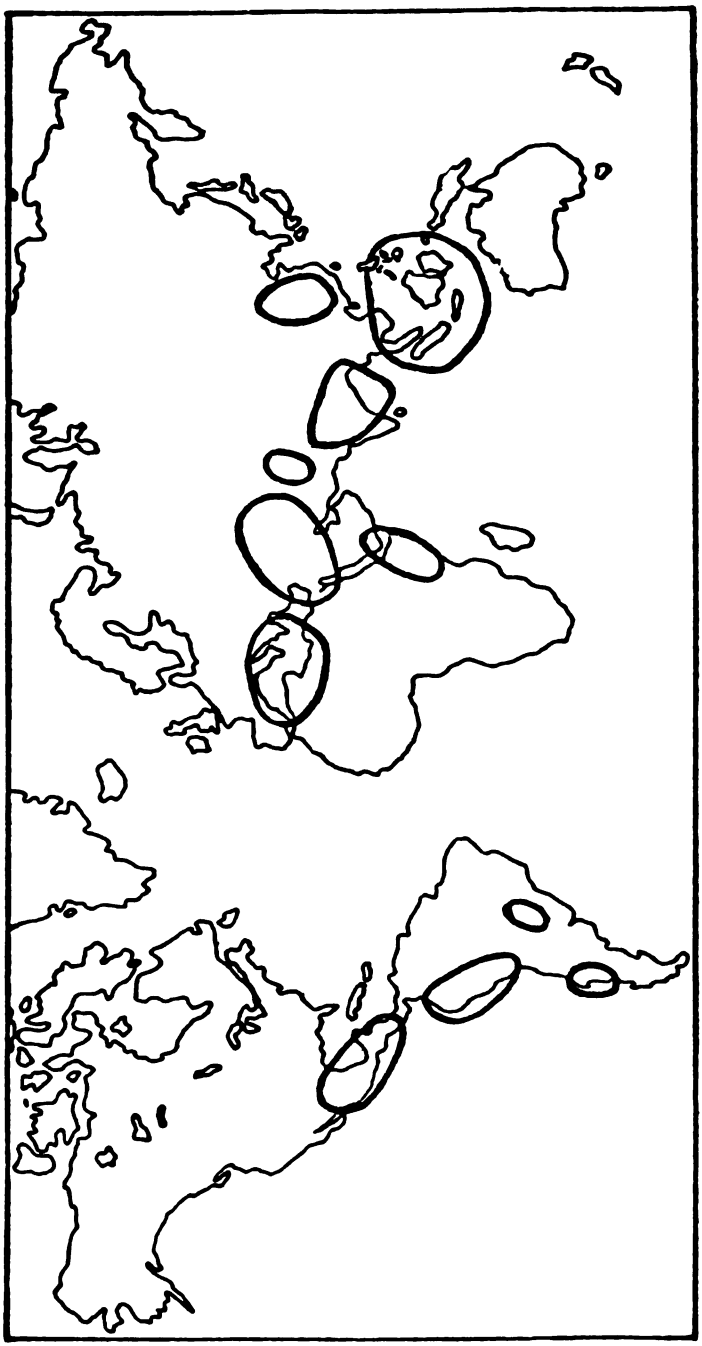


Fig. 1. Distribución de los centros de diversidad (Centros de origen *sensu* Vavilov[22]) de las plantas cultivadas.

CUADRO N° 3. Centros de Diversidad de las Plantas Cultivadas. (Según D. Zohary[28]).

AMÉRICA CENTRAL Y MÉXICO
Zea mays
Phaseolus vulgaris
Capsicum annum
Gossypium hirsutum
Agave sisalana
Cucurbita spp.

ÁREA ANDINA
Ipomoea batatas
Solanum tuberosum
Phaseolus lunatus
Lycopersicum esculentum
Gossypium barbadense
Carica papaya
Nicotiana tabacum

ÁREA MEDITERRÁNEA
Triticum durum
Avena strigosa
Vicia faba
Brassica oleracea
Olea europaea
Lactuca sativa

MEDIO ESTE
Triticum monococcum
Triticum durum
Triticum turgidum
Triticum aestivum
Hordeum vulgare
Secale cereale
Cicer arietinum

MEDIO ESTE (cont.)
Lens esculenta
Pisum sativum
Medicago saliva
Sesamun indicum
Linum usitatissimun
Cucumis melo
Limm usilarissimun
Cucumis melo
Amygdalus communis
Ficus carica
Punica granatum
Vitis vinifera
Prunus armeniaca
Pistacia vera

INDIA
Oryza sativa
Eleusine coracana
Cicer arietinum
Phaseolus aconitifolius
Phaseolus calcaratus
Dolichos biflorus
Vigna sinensis
Solanum melongena
Raphanus caudatus
Colocasia antiquorum
Cucumis sativas
Gossypium arboreum
Corchorus olitorius
Piper nigrum
Indigofera tinetoria

ASIA CENTRAL
Triticum aestivum
Triticum compactum
Triticum sphaerococcum
Secale cereale
Pisum sativum
Lens esculenta
Cicer arietinum
Sesamun indicum
Linum usitatissimun
Carthamus tinctorius
Daucus carota
Raphanus sativus
Pyrus communis
Pyrus malus
Juglans regia

CHINA
Avena nuda
Glycine hispida
Phaseolus angularis
Phaseolus vulgaris
Phyllostachys spp.
Brassica juncea
Prunus armeniaca
Prunus persica
Citrus sinensis
Sesamun indicum
Camellia sinensis

ETIOPÍA
Triticum durum
Triticum turgidum
Triticum dicoccum
Hordeum vulgare
Cicer arietinum
Lens esculenta
Eragrostis abyssinica
Eleusine coracana
Pisum sativum
Linum usitatissimum
Sesamun indicum
Ricinus communis
Coffea arabica

INDO-MALASIA
Dioscorea spp.
Citrus maxima
Musa spp.
Cocoa mucifera

CHILOE
Solanum tuberosum

BRASIL-PARAGUAY
Manihot utilissima
Arachis hypogaea
Theobroma cacao
Hevea brasiliensis
Ananas comosa
Passiflora edulis

CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

Los recursos genéticos vegetales utilizados o potencialmente utilizables por el hombre pueden agruparse en las siguientes categorías:

a. Especies cultivadas

1) **Variedades comerciales.** Son las variedades o cultivares normalizados y comercializados que, en general, fueron obtenidas por fitomejoradores profesionales. La mayoría se caracteriza por una gran productividad cuando son sometidas a sistemas de cultivos intensivos y costosos (con fertilizantes, riegos, plaguicidas...) y por uniformidad que les confiere una gran vulnerabilidad genética y falta de homeostasis.

2) **Variedades locales tradicionales.** Son variedades o cultivares primitivos que evolucionaron a lo largo de los siglos o incluso milenios y en las que influyeron de forma decisiva las migraciones y la selección. Existe una gran diversidad entre y dentro de estas variedades que estando adaptadas a sobrevivir en condiciones desfavorables tienen las producciones bajas pero constantes, propias de las agriculturas de subsistencia.

3) **Líneas de mejora.** Es el material (F_1, F_2, productos de retrocruzamiento, otros) obtenido por el fitomejorador como subproducto de su programa. Estas líneas suelen tener base genética estrecha por ser originadas, en general, a partir de un pequeño número de variedades o poblaciones.

4) **Otras combinaciones genéticas.** Bajo esta categoría incluímos los mutantes génicos, cromosómicos y genómicos producidos natural o artificialmente y, en la mayor parte de los casos, conservados en las colecciones de los fitomejoradores. Este material puede tener valor en sí mismo o como instrumento en las manos del fitomejorador; ejemplo de este último caso son los genes marcadores y los individuos trisómicos o monosómicos.

b. Especies silvestres o silvestradas afines a las especies cultivadas

Se trata de especies rústicas que poseen, en general, alelos beneficiosos de adaptación y resistencia a enfermedades transferidas a las especies cultivadas afines mediante cruzamientos sexuales.

Cuando la afinidad entre la especie silvestre y la cultivada no es suficiente para permitirnos estos cruzamientos, se puede recurrir a los cruzamientos somáticos o a técnicas de cirugía genética cada vez más a nuestro alcance.

c. Especies silvestres utilizadas por el hombre y no incluidas en la categoría anterior

Se trata de especies que el hombre utiliza pero no cultiva. El uso o consumo de las plantas que poseen los caracteres más deseables, antes de que produzcan semillas, provoca una selección negativa que tiende a eliminar en pocas generaciones los alelos que transmiten dichos caracteres.

d. Especies silvestres de uso potencial

Son especies que hoy no se utilizan pero que por sus características o por su valor energético, industrial o alimenticio, es probable su utilización en el futuro.

Dentro de las especies cultivadas, la categoría de **variedades comerciales,** incluyendo aquéllas que están obsoletas, fueron y continúan siendo utilizadas para la obtención de nuevas variedades. Constituyen un acervo genético valioso pero bastante limitado debido a su uniformidad y a la estrecha relación existente entre ellas. Harlan[9] cita algunos ejemplos de epidemias en los que se demuestra dramáticamente los peligros de una extrema homogeneidad genética. En general, las variedades comerciales están bien representadas en las colecciones existentes.

En los últimos diez años la máxima atención se dirigió a las **variedades locales tradicionales** por dos razones: la riqueza en la variación genética potencialmente útil que contienen, y la rapidez con que están desapareciendo al ser sustituidas por variedades comerciales. Con algunas excepciones, estas variedades no están ni mucho menos adecuadamente representadas en las colecciones existentes, debido a que: 1) En muchas colecciones se da más importancia a las líneas puras y al material de selección; 2) muchas de las poblaciones recolectadas en el campo han sido sometidas a selección antes de ser almacenadas, reduciendo su variabilidad genética; 3) la mayoría de las colecciones fueron tradicionalmente mantenidas mediante multiplicaciones periódicas en pequeños campos colindantes, con la consiguiente erosión genética debida a la hibridación y selección natural y a la deriva genética propia de las pequeñas poblaciones.

Se prestó poca atención a la conservación de las **especies silvestres** de uso directo o potencial porque se pensaba que estaban menos amenazadas; desgraciadamente esto dejó de ser verdad en muchos casos y es urgente iniciar la conservación de dichas especies en un momento en que la ingeniería genética y los híbridos somáticos están abriendo nuevas vías a la introducción de genes útiles en las especies cultivadas.

SALVAGUARDIA Y UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS FITOGENÉTICOS

La salvaguardia y utilización de los recursos fitogenéticos en peligro exige su recolección, conservación, multiplicación, evaluación, documentación e intercambio.

a. Recolección del material

Para la mayor parte de las especies, el material que debe recogerse son semillas, si bien en otros casos puede tratarse de bulbos, tubérculos, raíces, plantas enteras, o incluso granos de polen, dependiendo de las características de la especie y del modo en que vaya a ser conservado este material. El equipo de recolección debe poseer

amplios conocimientos de botánica, de genética de poblaciones y de mejora de plantas, sin que el criterio de una de estas disciplinas prevalezca demasiado sobre las otras. Es también importante que los recolectores estén familiarizados con la(s) especie(s) objeto de recolección y conozcan bien el país o región donde se efectúa la expedición.

Un capítulo importante al recoger material es la toma de muestras. Una muestra debe ser representativa de la variabilidad genética de la población y las principales decisiones que deben adoptarse son:

1) Número de plantas que han de recolectarse en cada lugar;
2) Distribución de dichas plantas;
3) Número de lugares en que se colectará dentro de un área determinada, y
4) Distribución de dichos lugares.

Las respuestas no son siempre las mismas. Se debe tener muy presente que los objetivos últimos son colectar la máxima variabilidad genética y obtener, si es posible, muestras que mantengan las frecuencias alélicas de las poblaciones o variedades recolectadas. A veces estos dos objetivos pueden entrar en conflicto, exigiendo una respuesta que dependerá en cada caso de sus circunstancias concretas.

Durante la toma de muestras se debe obtener también una serie de datos de campo que incluyan las características climáticas y edafológicas y el tipo de vegetación del lugar de recolección. Estos datos acompañarán a las muestras en el futuro y pueden ser de gran utilidad a los mejoradores.

b. Conservación del material

De nada sirve obtener o colectar el germoplasma si no podemos conservarlo en condiciones de propagación indefinida. Esta debe ser la actividad central de un banco de germoplasma.

Si bien no existen dudas entre los científicos especializados en el tema sobre la importancia de conservar indefinidamente las poblaciones o variedades independientemente de su valor aparente, existe cierta controversia en el caso de las líneas de mejora (F_1, F_2, produc-

tos de retrocruzamiento, otros) obtenidas por el fitomejorador como subproductos de su programa. Se trata de un material que puede ser valioso, si bien con una base genética estrecha por proceder en última instancia y en la mayor parte de los casos de muy pocas variedades o poblaciones. El enorme número de líneas o muestras que a veces existe de este material plantea problemas de espacio. La tendencia actual es que las líneas de mejora se mantengan en la colección activa del fitomejorador, reservando las cámaras frías para las poblaciones o variedades originales en las cuales suponemos que están representados todos los genes introducidos en las líneas de mejora.

Por razones de seguridad deben conservarse duplicados de las colecciones de base en otros bancos de germoplasma. Las necesidades de conservación y el tratamiento que se ha de aplicar varía mucho según se trate de especies que se reproducen sólo por semillas o de aquéllas en que se emplean sobre todo métodos de reproducción vegetativa.

1) Especies de reproducción por semilla

J. Harrington[10] estableció que en la mayor parte de las semillas procedentes de las plantas cultivadas puede inducirse un aumento predecible de su longevidad disminuyendo la temperatura y humedad de almacenaje. Roberts[17] acuñó el nombre de 'ortodoxas' para las semillas que tienen este tipo de comportamiento y que además toleran una disminución significativa de su contenido de humedad, y el nombre de 'recalcitrantes' para aquellas que no toleran este tratamiento, pues una reducción no muy elevada de su humedad interna provoca procesos químicos irreversibles que originan la muerte de las semillas.

El CIRF[6] aconseja que las semillas 'ortodoxas' sean conservadas en recipientes herméticamente cerrados, con un contenido de humedad de aproximadamente el 6 %, y a una temperatura ambiente de −18°C. Según Roberts y Ellis[19] estas condiciones permiten mantener una buena viabilidad de las semillas durante un siglo o más.

El período de viabilidad de las semillas 'recalcitrantes' oscila entre unas semanas y varios meses. Entre los cultivos que producen este tipo de semillas, (Chin[4], Chin & Roberts[5], Roberts[18], Sykes[21],

Wang[25], [26] hay algunos de gran intéres económico como el café, el cacao, el coco, el caucho. Es por tanto importante encontrar técnicas alternativas que permitan prolongar su período de conservacion; algunas técnicas, aún en fase experimental, son:

a) Conservar las semillas completamente embebidas a temperatura normal (Villiers[24]).
b) Mantener las semillas a una humedad relativamente alta pero en el extremo frío de la escala térmica, en nitrógeno líquido por ejemplo (Sakai & Noshiro[20]).
c) Utilisar inhibidores de la germinación.
d) Conservar los granos de polen, si bien este sistema tiene el inconveniente de que cuando queremos reconstruir las plantas necesitamos utilizar óvulos (o sea la mitad de la información génetica) de otra población que esté disponible en ese momento. Esta dificultad puede desaparecer con el perfeccionamiento de las técnicas de cultivo de polen y posterior duplicación del número de cromosomas.

Durante los próximos años, y mientras las técnicas anteriores no puedan utilizarse sistemáticamente, las semillas 'recalcitrantes' deberán conservarse en condiciones normales y rejuvenecerse a menudo.

Un problema general en la conservación de semillas es el tamaño mínimo de las muestras a conservar. Esto depende de factores como las frecuencias alélicas y grado de heterocigosis de la población. En poblaciones polimórficas la probabilidad de incluir todos los alelos presentes en la población aumenta con el tamaño de la muestra. En general, las principales limitaciones de tamaño proceden del espacio disponible y de las posibilidades de manejo de las muestras más que de otras consideraciones téoricas. Una cifra práctica generalmente aconsejada para las colecciones de base es la de 20 000 semillas por muestra.

2) Especies de reproducción vegetativa

Mención aparte merece la conservación de cultivos de reproducción vegetativa, como es el caso de los frutales, las alcachofas, las fresas, las patatas, otros. Una característica de estas especies cultivadas es que la naturaleza y el agricultor han seleccionado durante

siglos no sólo genes, sino también las combinaciones alélicas más 'convenientes' en genotipos muy heterocigóticos, que se mantienen gracias al sistema de reproducción vegetativa utilizada para su propagación. Son estos genotipos y no sólo los genes que los integran los que interesan y no es por tanto suficiente con guardar las semillas, que al proceder de parentales heterocigóticos producirían una alta segregación con la aparición de nuevos genotipos y la pérdida del genotipo inicial. Algunas de las soluciones adoptadas para resolver este problema son:

a) Mantenimiento de colecciones de crecimiento vegetativo(*) en campo, como es el caso de un *arboretum*, un jardín botánico o una reserva natural.
b) Mantenimiento de estaquillas, bulbos o tubérculos en condiciones de humedad y temperatura controladas; este sistema para almacenaje prolongado está aun en una fase muy prematura de experimentación.
c) Usando técnicas de cultivo de tejidos (Henshaw & Grout[11], G. Morel[15]); estas técnicas, aunque incipientes para la mayoría de las especies, se están desarrollando rápidamente y se utilizan ya en forma sistemática en el programa de conservación e intercambio de germoplasma de patata en el Centro Internacional de la Papa, en Perú. Otro programa similar para germoplasma de yuca está empezando a funcionar en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, en Colombia.

c. Rejuvenecimiento y multiplicación del material

La pérdida del poder germinativo de las semillas almacenadas obliga a su rejuvenecimiento periódico. Este período varía naturalmente con la especie, y en algunas como la lechuga y la cebolla puede cambiar mucho con la variedad de que se trate. Las diferencias

(*) Sobre el uso de la expresión *'in vivo'* para designar las colecciones que crecen vegetativamente en el campo, aunque universalmente aceptado, el autor no lo considera correcto pues parece implicar que otros tipos de colecciones como las de semillas no fuesen vivas.

son naturalmente enormes según las especies sean de semillas 'ortodoxas' o 'recalcitrantes', ya que como dijimos anteriormente las últimas no admiten la desecación necesaria para una conservación prolongada.

Para determinar los períodos mínimos de rejuvenecimiento, las pruebas de germinación son imprescindibles. Antes de perder el poder germinativo y a medida que la semilla envejece, las mutaciones aumeentan y si se espera demasiado para rejuvenecer el material la estructura genética de la población puede variar.

La multiplicación de las semillas puede ser también necesaria para poder abastecer la demanda de muestras por parte de los fitomejoradores. Las técnicas para multiplicar o rejuvenecer las poblaciones evitando la contaminación genética deben tener en cuenta las características reproductivas de cada especie y fundamentalmente el porcentaje de alogamia.

La decisión sobre el número mínimo de semillas necesarias y la técnica que se ha de emplear para multiplicar o rejuvenecer el material debe ser tomada en cada caso por personal especializado para evitar la pérdida de la variabilidad genética inicial.

d. Evaluación del material

Los apartados anteriores propenden a colectar y mantener los recursos fitogenéticos; con ello, es cierto, se puede evitar su desaparición. Sin embargo, y para poder utilizarlos con la máxima eficacia, es preciso conocer lo que se tiene o sea evaluarlo. La evaluación de una población comienza en el momento de su recogida y no termina nunca.

Mientras que debido a la erosión genética el plazo que se tiene para colectar y conservar es mínimo, el tiempo para evaluar es mucho más flexible. Se puede hacer más o menos rápido dependiendo de las necesidades o de los medios disponibles. Puede abarcar uno o varios de los muchos aspectos posibles: agronómico, morfológico, bioquímico, citológico; puede hacerse en varias etapas; puede llevarse a cabo por el fitogenetista, el botánico, el bioquímico agrónomo u otros. No obstante, cuanto antes se haga y más completa sea más útil será para el mejorador y más pronto será rentable la inversión inicial.

Como caracteres para describir una población y se puede utilizar todos los datos disponibles, desde los recopilados por el colector hasta aquellos procedentes de la última evaluación; todos ellos pueden ayudar a detectar duplicaciones y deficiencias entre el material conservado.

El reciente desarrollo de técnicas como la electroforesis nos permite conocer la composición aloenzimática de los individuos (zimograma), acercando cada vez más el ideal de detectar las 'huellas dactilares' de las poblaciones y variedades.

Algunos caracteres llamados 'descriptores' se consideran más útiles o importantes para describir las poblaciones. Los 'descriptores' varían con la especie y también varían según sean seleccionados por fitomejoradores, botánicos, genetistas, otros. Los fitomejoradores tienden a elegir descriptores de interés agronómico, útiles para la mejora y que generalmente son poligénicos; los botánicos eligen caracteres morfológicos independientemente de su regulación genética; mientras los genetistas tratan de elegir caracteres cualitativos y monogénicos con poder discriminatorio. Naturalmente, la mayor utilidad de unos y otros dependerá del fin que nos propongamos. Hoy se tiende a soluciones de compromiso mediante la selección de un número mínimo de 'descriptores' universalmente aceptados.

El Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos está publicando Listas Mínimas de 'Descriptores' para las especies de mayor interés en el mundo. La preparación de dichas listas corre a cargo de grupos de trabajo compuestos por los especialistas más destacados a nivel mundial para cada especie o grupo de especies. La aceptación internacional de las mismas facilita mucho el intercambio de información y material.

e. Documentación y banco de datos

Un buen sistema de documentación es la clave de la utilización del material depositado en un banco de germoplasma. La falta de una documentación adecuada es la mayor limitación para el empleo de las colecciones.

El uso de un ordenador central para almacenar los datos obtenidos durante la colección y evaluación de las poblaciones permite a

los fitomejoradores con acceso a la red de terminales del ordenador obtener casi instantáneamente toda la información disponible sobre cada una de las muestras existentes en un gran número de bancos de germoplasma.

Durante algunos años se consideró que era necesario conseguir un sistema de documentación ideal y universalmente aceptado que permitiera un intercambio de información rápido y eficaz dentro de una red mundial de bancos de germplasma. Sin embargo, las distintas realidades y necesidades de cada centro de germoplasma, unido a que los sistemas de documentación quedan pronto obsoletos, obligó a cambiar de opinión y a aceptar que la diversidad de sistemas es necesaria e inevitable. Por otra parte, el rápido desarrollo tecnológico en este campo permite hoy el intercambio de datos entre sistemas muy distintos.

Actualmente existen en el mundo numerosos sistemas de documentación de recursos genéticos e incluso un mismo centro tiene a veces diversos sistemas para distintos cultivos. Nada de ello es óbice para que el intercambio de datos entre centros sea posible, siempre que existan acuerdos para la utilización de los mismos descriptores. A la labor del CIRF para conseguir listas mínimas de descriptores internacionalmente aceptadas ya se hizo referencia en el apartado anterior.

f. Intercambio de muestras

El escalón más importante de todo el proceso descrito es la utilización por los fitomejoradores de muestras debidamente documentadas; la distribución del material y documentación existentes es el fin último de un banco de germoplasma.

Los recursos genéticos se deben considerar patrimonio internacional, y como tal su intercambio debe estar por encima de cualquier barrera política.

BIBLIOGRAFÍA

1. AYALA, F.J. Relative fitness of populations of *Drosophila serrata* and *Drosophila birchii*. Genetics, 51:527–544. 1965.

2. ---------. Genotype, environment and population numbers. Science, 162:1453–1459. 1968.

3. BREWBAKER, J.L. Agricultural Genetics. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1964.

4. CHIN, H.F. Production and storage of recalcitrant seeds in the tropics: seed problems. *Acta Horticulturae*, 83:17–21. 1978.

5. ---------. ROBERTS, E.H. Recalcitrant seeds. Malaysia, Tropical Press Sdn. Bhd, 1980. 152 pp.

6 CONSEJO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENÉTICOS. Report of IBPGR Working Group on Engineering, Design and Cost Aspects of Long-term Seed Storage Facilities. Roma, Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos. 1976.

7. FALCONER, D.S. Introduction to Quantitative Genetics. London, Oliver and Boyd, 1964.

8. FISHER, R.A. The Genetical Theory of Natural Selection. Oxford, Clarendon Press, 1930.

9. HARLAN, J.R. Our vanished genetic resources. Science 188:618–621. 1975

10. HARRINGTON, J.F. Practical advice and instructions on seed storage. Proceedings of the International Seed Testing Association, 28:989–994. 1963.

11. HENSHAW, G.G. and GROUT, B.W.W. Conservation –the Long– term Storage of Plant Tissues by Means of Meristem Culture and Other *'in Vitro'* Techniques. 139th Annual Meeting of the British Association for the Advancement of Science. England. University of Aston, 1977.

12. LERNER, I.M. The Genetic Basis of Selection, New York. Wiley. 1958.

13. ---------. Heredity, Evolution and Society. San Francisco. Freeman. 1968.

14. MOONEY, P.R. Semillas de la tierra: ¿un recurso público o privado? London, International Coalition for Development Action, 1979. 138 pp.

15. MOREL, G. Meristem culture techniques for the long-term storage of cultivated plants. In: Frankel, O.H. and Hawkes, J.G. Crop genetic resources for today and tomorrow. Cambridge University Press, 1975. Cp. 25.

16. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Genetic vulnerability of food crops, Washington, D.C., 1972.

17. ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology, 1:499–514. 1973.

18. ---------. Problems of long-term storage of seed and pollen for genetic resources conservation. In: Frankel, O.H. and Hawkes, J.G. Crop Genetic Resources for today and tomorrow. Cambridge University Press 1975 pp. 269–296.

19. ---------. and ELLIS, R.H. Prediction of seed longevity at sub-zero temperatures and genetic resources conservation. Nature (London) 268:431–432. 1977.

20. SAKAI, A. and NOSHIRO. Some factors contributing to the survival of crop seeds cooled to the temperature of liquid nitrogen. **In:** Frankel, O.H. and Hawkes, J.G. Crop Genetic Resources for today and tomorrow. Cambridge University Press, 1975. Cp. 24.

21. SYKES, J.T. The conservation of crop genetic resources: International actions in long-term seed storage. Seed Science and Technology, 6: 1053–1058. 1978.

22. VAVILOV, N.I. Centers of Origin of Cultivated Plants. Trudi po Prikl. Bot 17(2). 1926.

23. ————————. Phytogeographic Basis of Plant Breeding. The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. Chronica Bot. 13:1–366. 1951.

24. VILLIERS, T.A. Genetic maintenance of seeds in imbibed storage. **In:** Frankel, O.H. and Hawkes, J.G. Crop Genetic Resources for today and tomorrow. Cambridge University Press. 1975. Cp. 23.

25. WANG, B.S.P. Tree-seed Storage. Department of the Environment, Canadian Forest Service, publication N° 1335. 1974.

26. ————————. Tree Seed and Pollen Storage for Genetic Conservation: Possibilities and Limitations. Report on a pilot study on the methodology of conservation of forest genetic resources to the Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1975. p. 93–103.

27. WOODWORTH, C.M., LENG, E.R. and INGENHEIMER, R.W. Fifty generations of selection for protein and oil in corn. Agron. J. 44:60–66. 1952.

28. ZOHARY, D. Centers of diversity and centers of origin. **In:** Frankel, O.H. and Bennett, E. Genetic Resources in Plants – their exploration and conservation. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1970. p. 33–42.

OBRAS CONSULTADAS

CREECH, J.L. and REITZ, L.P. Plant germplasm now and for tomorrow. Adv. Agron., 23:1–49. 1971.

————. The Significance, Utilization and Conservation of Crop Genetic Resources. FAO. AGPE:Misc/71/1. 1971. 29 pp.

————. and BENNETT, E. eds. Genetic Resources in Plants their exploration and conservation. IBP Handbook N° 11. Oxford, Blackwell Scientific Publications. 1970. 554 pp.

————. and HAWKES, J.G. Crop Genetic Resources for today and tomorrow. Cambridge. Cambridge University Press, 1975 492 p.

HARLAN, J.R. Genetics of disaster. J. environ. Qual., 1:212–215. 1972.

HEWITT, W.B. and CHIARAPPA, L. Plant health and quarantine in international transfer of genetic resources. Cleveland, Ohio, CRC Press, 1977.

HODGSON, R.R. ed. Germ plasm resources. London, Bailey. 1961.

MATSUO, T. ed. JIBP synthesis. Gene conservation – exploration, collection, preservation and utilization of genetic resources. vol. 5. Tokyo, University of Tokyo Press. 1975. 130 p.

SIMMONDS, N.W. Variability in crop plants, its use and conservation. Biol. Rev., 37:422–465. 1962.

THOMPSON, P.A. The collection, maintenance and environmental importance of the genetic resources of wild plants. Environ. Conserv. 2:223–228. 1975.

y numerosas publicaciones del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF).

METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON BASE EN ASOCIACIONES DE CULTIVOS.

F. J. Gil G. (*)

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, un país netamente tropical con condiciones climáticas y ecológicas muy diversas, es posible encontrar comunidades agrícolas donde se practican sistemas agrícolas con base en cultivos intercalados o asociados en los que el crecimiento y desarrollo de varios cultivos en forma casi simultánea redunda en un uso altamente eficiente de la energía solar disponible a través de todo el año. Adicionalmente se ha establecido que el cultivo de especies asociadas ofrece una mejor protección del suelo a través del ciclo, con una gran incorporación de materia orgánica en forma de residuos vegetales.

Por otra parte las asociaciones de cultivos permiten un adecuado aprovechamiento del balance hídrico de cada región, en particular mediante una distribución de cultivos con diferentes necesidades y niveles de aprovechamiento de los recursos hídricos.

(*) Universidad Central. Maracay, Venezuela.

Sin embargo, el uso potencial de estos sistemas de producción enfrenta serias limitaciones especialmente en lo que se refiere al uso de tecnologías apropiadas para su manejo racional y explotación en gran escala, y en ese sentido deberán orientarse gran parte de las investigaciones relacionadas con estos sistemas agrícolas, con el objetivo fundamental de diseñar alternativas tecnológicas acordes a nuestra condición de país tropical y en vías de desarrollo económico.

En este trabajo se presenta, para su discusión y análisis, la estrategia metodológica seguida para la identificación de sistemas de cultivos asociados en algunas regiones agrícolas de Venezuela y para la evaluación de alternativas de asociaciones bajo condiciones experimentales.

IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE ASOCIACIONES

a. Fundamentos para un Plan Nacional de Investigaciones

El mejoramiento de la agricultura de conucos, con base en asociaciones de cultivos, debe analizarse desde el ángulo que propicie su desarrollo para lograr el mejoramiento y/o transformación evolutiva de los sistemas actuales, combinando medidas técnicas, económicas y sociales. Ello será posible en la medida que se pueda profundizar el diagnóstico de la situación actual de estas formas de producción a nivel de todo el ámbito geográfico de cada país en particular. Tal estudio debe ser sistemático y coherente y debe considerar todos aquellos factores involucrados en la agricultura de conucos.

En este orden de ideas y dada la complejidad del problema se propone concentrar la acción de diagnóstico en la determinación y estudio coherente y sistemático de la estructura y características del sistema de cultivos intercalados y los principios agronómicos y tecnológicos que ocurren y gobiernan su funcionamiento bajo una amplia gama de condiciones agroclimatológicas, y por otra parte se debe simultáneamente proceder a determinar y estudiar las distintas relaciones del sistema de asociaciones de cultivos con el exterior, en este caso todo lo inherente a las características de nuestro patrón de

desarrollo agrícola y a las interrelaciones del sistema con el entorno socioeconómico. A juicio del autor, un programa nacional de investigaciones sobre la agricultura de conucos y cultivos asociados debe incluir en su fase inicial los siguientes puntos:

1. Estudios para localizar e identificar las áreas de cultivos explotadas bajo este patrón de uso de la tierra, delimitando su área cubierta, extensión y en lo posible su efecto y significación en relación a la economía de la región y del país.

2. Estudios que comprenden el análisis global de las relaciones del sistema de producción de conucos con el entorno socioeconómico y con el modelo actual de desarrollo agrícola, lo cual a su vez debe incluir entre otras cosas lo relativo a:
   a) Aspectos sociales: Estructura de la comunidad y de la familia, sistemas de herencia tecnológica, tradiciones y costumbres con relación al uso de la tierra, formas de trabajo y cooperación en el sistema de conucos.
   b) Aspectos administrativos y legales: tenencia de la tierra, derechos sobre las tierras explotadas, derechos de propiedad en la economía de subsistencia, políticas de ubicación y/o reubicación de agricultores, otros.

3. Estudios para analizar los aspectos ecológicos y tecnológicos de la producción de conucos, dirigidos a lograr un conocimiento cabal de la estructura interna del sistema de producción con base en cultivos asociados. En esta fase se debe propender a la planificación y realización de investigaciones y experimentos que subordinados al contexto del sistema en estudio, provean información técnica relativa a:

   a) Efectos de la agricultura de cultivos asociados o conucos sobre la fertilidad de los suelos.
   b) Combinaciones de especies, productividad, eficiencia de los distintos tipos de asociaciones y conucos en condiciones agroclimáticas diversas.
   c) Sistemas para el control de erosión bajo el régimen de conucos.
   d) Períodos óptimos de barbecho.
   e) Uso y distribución de la energía a través de los ciclos de cultivos.
   f) Relaciones de costo/beneficio para distintos tipos de conucos.

g) Mejoramientos de los contenidos de materia orgánica durante el tiempo de ocupación de conucos.
h) Factibilidad de mecanización de estos sistemas de producción.

Un programa como el propuesto demanda el concurso de especialistas de diversas disciplinas y la coordinación a nivel nacional de un programa de acción sistematizado que asegure la conceptualización objetiva del problema; enfoque nacional de las investigaciones, coordinación entre organismos participantes, garantía de apoyo financiero y cumplimiento eficiente de las tareas que se programan para ser realizadas tanto a nivel nacional como regional.

b. Metodología utilizada para la identificación y evaluación de Asociaciones de Cultivos en regiones agrícolas de Venezuela

Con la idea de realizar un diagnóstico preliminar de la situación actual de las formas de producción conocidas como cultivos asociados se elaboró un cuestionario modelo para ser respondido por los agricultores involucrados. Estos formularios fueron aplicados al azar en las zonas escogidas para el estudio, aumentando el tamaño de la muestra en función de las informaciones suministradas por los primeros entrevistados; esto se justificó dado que el conjunto o universo a ser estudiado no respondía a una ubicación geográfica en particular y los sujetos a muestreo se hallan diseminados sobre un espectro físico indeterminado.

Esta metodología de trabajo si bien no garantiza la realización de un verdadero censo de los agricultores vinculados a este sistema de agricultura, es perfectamente válido para establecer una primera identificación sobre bases técnicas coherentes de los casos típicos de asociaciones de cultivos en un período relativamente corto y de manera organizada.

El cuestionario elaborado al respecto incluye la siguiente información:

1) Identificación: nombre de la persona que suministra la información, localidad geográfica y tamaño o superficie de la explotación.

2) Características de la labranza del campo.
3) Características del suelo.
4) Condiciones de humedad del sitio.
5) Cultivos asociados.
6) Distribución de labores culturales en el tiempo, indicando equipos y herramientas utilizadas.
7) Perfiles de siembra con mediciones directas en el campo de las distancias entre hileras (D) y distancias sobre la hilera (d).

A fin de facilitar la manipulación y posterior tratamiento de la información se estableció un sistema de codificación para cada tipo de información, de acuerdo a la siguiente clave:

1) Identificación: Incluyendo el nombre de la persona que suministra la información, un código que identifica la localidad geográfica e información relativa al tamaño o superficie de la explotación.

a) Persona intervenida	**Código**
Agricultor o propietario de la unidad	1
Miembro del grupo familiar	2
Empleado	3
Técnico Asesor	4
Vecino	5
b) Tamaño de la Explotación	
1 ha	1
1 a 2 ha	2
2 a 5 ha	3
5 a 10 ha	4
10 ha	5
c) Características de labranza del campo	
Fácil de trabajar	1
Normal	2
Díficil de trabajar	3

d) Características del suelo

El tipo de suelo, cuando se tuvo la información precisa, se categorizó de acuerdo a la terminología utilizada para estos casos. En aquellas situaciones donde no se procesó la información se hizo de acuerdo a estimaciones del entrevistador.

Suelo liviano	1
Suelo mediano	2
Suelo pesado	3

Se incluyó la información referente al relieve del te-

rreno, añadiendo un índice de acuerdo a la siguiente nomenclatura:

Superficie plana	a
Pendiente moderada	b
Terreno muy accidentado	c

e) Condiciones de humedad del sitio

Seco	1
Normal	2
Húmedo	3

Esta información, tomada directamente del campo, fue completada posteriormente con la búsqueda de datos climáticos correspondientes a la localidad geográfica visitada, cuando ello fue posible.

f) Cultivos asociados

En la planilla se recogió solamente el nombre vulgar de los cultivos que integran la secuencia de siembra. Esta información fue luego enriquecida a nivel de oficina con datos relativos a:

i) Cultura agrícola relativa al mismo; origen y prácticas culturales.

ii) Usos culinarios, alimenticios o industriales.

iii) Datos agrotécnicos, hábitos de crecimiento.

g) Distribución de labores culturales en el tiempo.

En el cuestionarios se asentó para cada entrevistado las fechas aproximadas de ejecución de las distintas labores culturales y los equipos o herramientas empleados en cada oportunidad:

Operación o labor cultural	Equipo o herramienta	N° Código
Preparación de tierras (aradura)	Arado de discos	10
Preparación de tierras (rastreo)	Rastra de discos	20
Control de malezas	Escardilla y/o machete	30
Control de malezas	Cultivadora mecánica	31

Control de malezas	Asperjadora de espalda	32
Control de malezas	Asperjadora de campo	33
Control de plagas	Equipos manuales	40
Control de plagas	Asperjadora de espalda	41
Control de plagas	Asperjadora de campo	42
Cosecha	Manual	51
Cosecha	Mecánica	52

h) Perfil de siembra

Se registró, en forma gráfica y complementada por anotaciones de campo, el perfil de siembra con indicación de las distancias entre hileras (D) y sobre hileras (d) para cada uno de los cultivos incluídos en la secuencia de asociaciones, lo que luego permitió hacer los cálculos de población y densidad para cada especie.

OTRAS ANOTACIONES E INFORMACIÓN RECOLECTADA

El entrevistador anotó cualquier información de interés suministrada por el agricultor u observada directamente en el campo, para proveer la más exhaustiva información que ayude a comprender el proceso en su forma más integral.

De especial interés en este campo son las observaciones sobre la conducta, espíritu, pensamiento y 'filosofía' de los agricultores visitados, que ayudan a comprender el problema desde el ángulo social.

Con base en la información recopilada se adoptó un sistema de clasificación de los tipos de asociaciones de cultivos más representativos, tomando como criterio fundamental el relativo al nivel tecnoló-

gico que caracteriza las distintas explotaciones observadas. Este enfoque parte de la hipótesis de considerar que el futuro desarrollo o mejoramiento de los sistemas tradicionales de cultivos en asociaciones está directamente relacionado con la posibilidad de crear nuevas tecnologías, las que tienden a hacer más eficiente la explotación de cultivos tropicales asociados.

En los Cuadros Nos. 1, 2, 3 y 4 se resume la información correspondiente a los tipos de asociaciones identificadas de acuerdo con esta metodología.

El análisis de esta información evidencia que los agricultores que practican este tipo de agricultura ejercen sus actividades dentro de un rango muy variable de condiciones climáticas y ecológicas, y en función de ellas desarrollan sistemas de uso de la tierra consonantes con su realidad geográfica y condiciones socioeconómicas.

Otro factor muy importante que caracteriza los tipos de asociaciones observadas lo constituyen las características biológicas de los cultivos o especies asociadas; así encontramos, casi como una constante, la presencia de leguminosas dentro de los cultivos intercalados, que por su específica capacidad de fijar directamente el nitrógeno y elevada producción cuando los aportes solares e hídricos son favorables, contribuyen a un uso más eficiente de los recursos disponibles.

Otro cultivo que siempre está presente es el maíz (*Zea mays)* cuya adaptabilidad a distintas condiciones geográficas es paralela a la variedad de sus usos como alimento.

La yuca (*Manihot esculenta*) aparece asimismo como uno de los cultivos básicos en las asociaciones identificadas. Constituye un alimento energético que suple, por área, más calorías que ninguna otra planta, se adapta a diferentes condiciones de suelos y climas, resiste muy bien los períodos de sequía y garantiza cobertura del suelo durante gran parte del año.

El quinchoncho *(Cajanus indicus)* es un arbusto anual o perenne con variaciones muy amplias en el porte y con un sistema radicular que alcanza hasta 3 m de profundidad, lo que le permite soportar bien la sequía; su fruto es de alto contenido proteico y tiene un período de producción muy largo, al mismo tiempo que puede crecer bien en suelos marginales.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*) es una de las especies predominantes en las asociaciones practicadas por los agricultores venezolanos, hecho por demás explicable por ser el frijol una de las primeras especies domesticadas por el hombre americano; se cultivan desde variedades arbustivas hasta tipo trepadoras.

CUADRO N° 1. Información resumida de explotaciones agrícolas involucradas en la producción con base en asociaciones de cultivos.
Tipo de Asociación: bajo nivel tecnológico (Agricultura migratoria)

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
1) Rango de tamaño de las unidades de producción.	0.5 – 1.0 ha
2) Ubicación geográfica.	Estado Carabobo–Estado Miranda.
3) Tipos de suelos	Suelos de poca profundidad. Difíciles de trabajar. Sujetos a erosión eólica e hídrica. Pendientes muy pronunciadas.
4) Condiciones de humedad de las zonas donde se ubicaron las explotaciones.	Zonas húmedas. 1 900 a 3 000 mm de precipitación anual.
5) Cultivos asociados.	Maní-yuca-ñame-caraota-frijol.
6) Métodos y equipos usados para labores culturales.	Predominio labores manuales. Uso de herramientas rústicas tales como palas, machetes, coas, barretones para realizar labores de siembra y mantenimiento. Cosecha manual.
7) Situación socioeconómica de agricultores visitados.	Agricultores itinerantes. Combinan esta actividad con ocupaciones asalariadas, en centros urbanos. Nivel de ingresos muy bajos.

FUENTE: Información proveniente de cuestionarios elaborados y procesados por el autor.

CUADRO N° 2. Información resumida de explotaciones agrícolas involucradas en la producción con base en asociaciones de cultivos.

Tipo de asociación: bajo nivel tecnológico (Agricultura semisedentaria)

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
1) Rango de tamaño de las unidades de producción.	0.5–1.0 ha.
2) Ubicación geográfica.	Estados Yaracuy, Cojedes, Lara, Miranda, Carabobo.
3) Tipos de suelos.	Suelos normales para ser trabajados. Pendientes moderadas a altas. Fertilidad baja a mediana. Algunos suelos lateríticos.
4) Condiciones de humedad de las zonas donde se ubicaron las explotaciones.	Bosque seco tropical. Período seco definido 6 meses. Precipitaciones variables entre 1 000 a 1 800 mm por año.
5) Cultivos asociados.	Maíz-quinchoncho-yuca-caraota-tapiramo ñame.
6) Métodos y equipos usados para labores culturales.	Predomina el trabajo manual. Uso de escardillas, machetes, caos, barretones chicoras, para siembra y mantenimiento. Cosecha manual.
7) Situación socioeconómica de agricultores visitados.	Nivel de subsistencia. Economía aislada. Común encontrar medianeros y pisatarios. Asalariados en centros urbanos o unidades de producción ganaderas. Nivel de ingreso variable con función de los cultivos asociados.

FUENTE: Información proveniente de cuestionarios elaborados y procesados por el autor.

CUADRO N°3. Información resumida de explotaciones agrícolas involucradas en la producción con base en asociaciones de cultivos.

Tipo de asociación: Nivel de tecnología intermedio (Agricultura sedentaria)

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
1) Rango de tamaño de las Unidades de producción.	1–3 ha
2) Ubicación geográfica.	Estados Cojedes, Yaracuy, Carabobo.
3) Tipos de suelos.	Suelos lateríticos con pendientes suave a casi llana. Excelente estado físico. Fáciles de trabajar.
4) Condiciones de humedad de las zonas donde se ubicaron las explotaciones.	Bosque seco tropical. Período de sequía definido. Precipitaciones variables entre 1 000 a 1 800 mm por año.
5) Cultivos asociados.	Maíz, quinchoncho-yuca-frijol-ocumo-tapiramo.
6) Métodos y equipos usados para labores culturales.	Preparación de tierras con arados y rastras. Siembras manual con uso de chícoras. Limpieza con machetes y escardilla. Eventualmente siembra mecanizada. Cosecha manual.
7) Situación socioeconómica de agricultores visitados.	Frecuente encontrar ex-asentados, nivel de ingresos bajos. Intercambio de fuerza de trabajo.

FUENTE: Información proveniente de cuestionarios elaborados y procesados por el autor.

CUADRO N° 4. Información resumida de explotaciones agrícolas involucradas en la producción con base en asociaciones de cultivos.

Tipo de Asociación: Modificadas con aplicación de tecnología modernizante.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
1) Rango de tamaño de las unidades de producción.	3–10
2) Ubicación geográfica.	Estados Aragua, Carabobo, Guárico, Cojedes, Lara. Yaracuy.
3) Tipos de suelos.	Suelos con características variables, de acuerdo a la zona. Alto potencial para uso agrícola. Pendientes suaves. Sin grandes dificultades para ser trabajados.
4) Condiciones de humedad de las zonas donde se ubicaron las explotaciones.	Muy variables. Generalmente ubicadas en zonas de bosques secos tropicales.
5) Cultivos asociados y secuencias de siembra.	Leguminosas. Cultivos hortícolas y frutales. Combinándose cultivos de ciclo corto con cultivos bianuales y/o permanentes.
6) Métodos y equipos usados para labores culturales.	Tecnología modernizante. Nivel de mecanización de moderado a intensivo. Aplicación mecánica de herbicidas, fertilizantes.
7) Situación socioeconómica de los agricultores visitados.	Uso de crédito comercial. Ingresos de moderados a altos. Cultivos de alta rentabilidad. Nivel gerencial avanzado.

FUENTE: Información proveniente de cuestionarios elaborados y procesados por el autor.

El ñame (*Dioscorea* spp.) es un cultivo típico de asociaciones por la simplicidad de su cuido; bajo este sistema de producción se siembran los rizomas o parte de los mismos, se acumula tierra a su alrededor y crecen luego sobre los tallos aéreos de maíz que le sirven de soporte. La planta es potencialmente perenne, lo cual facilita y justifica la existencia de 'conucos escondidos' en donde se continúa aprovechando la producción hasta por períodos de 2 y 3 años.

Además de las especies mencionadas, que son las más comunes, se cultiva intercaladamente una gran diversidad de especies y su inclusión en estas secuencias responde a las zonas de vida donde se desarrollan estos patrones de uso de la tierra y en una primera aproximación se podría afirmar que las condiciones actuales de explotación en cuanto a densidades, fecha de siembra, época de cosecha y otros, constituyen la resultante de cientos de años de experimentación espontánea.

Las comunidades agrícolas donde se practica la siembra intercalada han mantenido una herencia tecnológica de sus antepasados, y su estilo de vida, incluyendo su sistema de tenencia y uso de la tierra, no estimula la iniciativa que podría conducirlos a mayores niveles productivos. La mayoría de ellas permaneció consciente o inconscientemente alejada de la reciente modernización de la agricultura. Su edad promedio en general es muy avanzada y en su mayoría han sido pisatorias por muchos años.

Las áreas visitadas tienen una economía local, aislada y autodependiente. En la mayoría de los casos producen por encima de los requerimientos, lo que no es conveniente puesto que tales excedentes de producción no generan ingresos y no existen medios fuera de la comunidad para mejorar la producción y elevar su estandard de vida. Estos individuos están subordinados a la comunidad y cercados por la expansión agroindustrial que rechaza productos del tipo tradicional y es, en muchos casos, impelida por el desarrollo urbano a abandonar sus tierras de cultivo. Sus niveles de ingreso son en general bajos, con una economía de subsistencia basada además en la explotación agropecuaria complementaria de cerdos y aves.

Se pudo constatar que no existen incentivos para mejorar la producción a nivel de estos agricultores y las políticas de precios y mercadeo; la asistencia técnica y en general los programas de desarrollo agrícola no consideran bajo ningun concepto a estos pequeños agricultores.

EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON BASE EN ASOCIACIONES DE CULTIVOS

Desde el año 1974 la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, y a través de su sección de mecanización agrícola, adelantó experimentos para evaluar el comportamiento de distintos secuencia y patrones de siembra asociados e intercalados, así como el de explorar la factibilidad de mecanización de tales sistemas.

Por la selección de las secuencias de cultivo objeto de esta evaluación se consideraron los resultados obtenidos del diagnóstico preliminar realizado con base en la metodología explicada anteriormente y tratando en todo caso de cumplir las siguientes premisas.

a. Inclusión de cultivos tradicionales en la zona y cuya tecnología de manejo sea accesible al tipo de producción para el que se desarrolla el modelo y cuyas características botánicas, fisiológicas y de exigencias culturales facilitan su explotación combinada o intercalada y una racional utilización de la mano de obra disponible.
b. Para cada secuencia debe procurarse la inclusión de un cultivo de ciclo anual o perenne que asegure una cobertura durante gran parte del ciclo y cultivos de ciclo corto, lo cual debe resultar en un mejor escalonamiento de la siembra y las cosechas; al mismo tiempo propiciar un óptimo aprovechamiento de los períodos cortos de sequía y períodos cortos de excesiva humedad. Estas secuencias tendrán en conjunto un alto aprovechamiento y mayor intercepción de la luz solar.
c. En cada sistema se incluye el cultivo de una leguminosa con el fin de garantizar un mejor reciclaje de nutrimentos en base a la capacidad de estas especies para fijar el nitrógeno atmosférico.
d. Mejorar la producción tratando de tener uno o más cultivos creciendo en cada parcela cada día del año y procurando que el nivel de manejo resulte en una disminución de las necesidades de energía distinto a la del propio ecosistema agrícola. Ello implicará, en cuanto al uso de mecanización se refiere, el desarrollo de tecnologías intermedias apropiadas para cada caso.
e. Inclusión de un jardín de vegetales y hortalizas que debe suplir un número variable de productos de consumo diario que contribuyan a complementar las deficiencias de los cultivos básicos, en este caso maíz, yuca, quinchoncho y caraota.

Luego de algunas experiencias previas, que incluyen la evaluación de distintas formas de cultivos intercaladas se ha optado por un nuevo enfoque metodológico que permitirá alcanzar los siguientes objetivos fundamentales:

a. Estudiar la eficiencia productiva de diferentes sistemas de cultivos asociados incluidos dentro de la explotación de módulos experimentales que teóricamente pueden ser manejados por una familia campesina promedio y que, además de garantizar un beneficio económico máximo, sea capaz de suministrar alimentos para la subsistencia familiar y eventualmente para el sostenimiento de un número de animales domésticos.
b. Estudiar la factibilidad de mecanización y de mejoramiento tecnológico de las asociaciones de cultivo incluidas dentro del módulo experimental con la idea de poder desarrollar 'tecnologías de alivio' o 'tecnologías intermedias' que permiten aprovechar racional y eficientemente los recursos disponibles.
c. Recopilar y analizar información agronómica relativa al cumplimiento de especies vegetales incluidas en los ensayos, especialmente en lo que se refiere a los factores físicos, ecológicos y socioeconómicos que afectan estos sistemas de producción. En este sentido se utilizaron los siguientes parámetros o índices de evaluación para cultivos asociados:

1) Eficiencia de producción en kg/ha.
2) Incidencia de malezas
3) Índice de cobertura del terreno
4) Productividad del sistema en términos de producción total de nutrimentos por hectárea.

En un trabajo más extenso del autor se presenta información pertinente que permite avizorar la potencialidad de estos sistemas de producción.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La experiencia obtenida en la aplicación de esta metodología de estudio de las asociaciones de cultivo en Venezuela permite ser optimistas en cuanto a su factibilidad de aplicación bajo condiciones similares de trabajo.

Sin embargo habría que añadir que por la complejidad e interés del problema se deben concertar esfuerzos de cooperación entre las distintas organizaciones agrícolas de cada país y entre países, para poder homogeneizar la recopilación y ulterior análisis de informaciones relacionadas con este prometedor sistema de producción, que estando anclado a una cultura tecnológica heredada de nuestros antecesores indígenas, pudiese en un futuro ser la base conceptual y técnica para reformular la agricultura tropical.

El intercambio de información y de técnicos especialistas, y la coordinación de programas conjuntos donde participan distintos organismos nacionales e internacionales, podría ser el primer paso para garantizar que los avances tecnológicos que se vayan alcanzando puedan ser utilizados eficaz y oportunamente por todas las naciones interesadas en este tema.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARIAS, L. F. La Agricultura Tropical. VIII Jornadas Agronómicas – Cagua. 1972.

2. BAZÁN, R.; SORIA. J.: PÁEZ, G.; PINCHINAT, A.; MATEO, N. Desarrollo de Sistemas de Producción Agrícolas, una necesidad para el trópico. Asociación Latinoamericana. 01 (1):53–57. 1975.

3. BENACCHIO, S. Informe de Venezuela. Reunión Internacional sobre Sistemas de Producción para el Trópico Americano. Lima, Perú. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., 1974.

4. BRADFIELD, R. Manejo de Suelos en Sistemas de Cultivos Múltiples en los Trópicos. IV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mimeografiado. 1972.

5. CAMPOS GIRAL, H. El Conuco Tecnificado. Artículo publicado en el Diario El Nacional. 1972.

6. ————————. Apuntes para una monografía del conuco. Revista Pecuaria, 248(24): 13–15. 1956.

7. ————————. El Conuco y la Mecanización Agrícola. Revista Pecuaria, 264(25): 11. 1957.

8. CALATRAVA, ALFONSO. Breves consideraciones de tipo agrícola, económico y social sobre el conuco. Revista Pecuaria, 266(26): 23–28. 1958.

9. GÓMEZ ALVAREZ, F. La Agricultura posible en los Trópicos y su Tecnología. Boletín informativo de la Sociedad de Ingenieros Agrónomos N° 4. 1972. pp. 11–15.

10. GIL, F.; RANGEL, P.; MAYORCA, A.; CAPRILES, M. Asociación de Cultivos como criterio importante para el desarrollo de una agricultura tropical. VII Convención Nacional de Ingenieros Agrónomos. Maracay, 1975.

11. GIL, FREDDY. Algunas Experiencias respecto a la factibilidad de mecanización de cultivos asociados. 8as. Jornadas Agronómicas. Maracay, Venezuela, 1972.

12. ---------. Asociaciones de Cultivos bajo el Sistema de Agricultura de Conucos en Venezuela. U.C.V. Facultad de Agronomía –Maracay– Venezuela, 1978.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ACTUALES Y POTENCIALES PARA LAS SABANAS DE VENEZUELA.

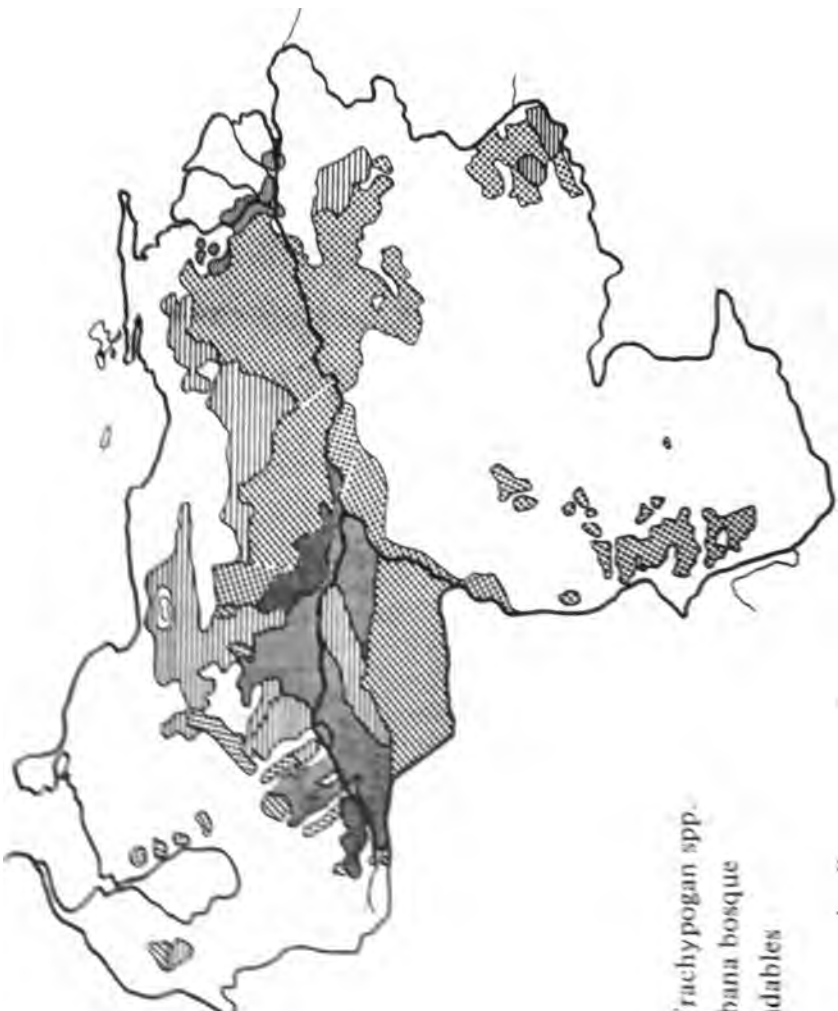
E. González J.
A. Escobar B. (*)

Venezuela posee alrededor de 20 millones de hectáreas bajo el sistema ecológico denominado Sabana (ver Fig. 1) y es generalizada la opinión de que las sabanas son áreas marginales desde el punto de vista de sus potencialidades productivas, cuyas limitaciones podemos enumerar así:

a. Baja fertilidad de los suelos
b. Mal drenaje interno o externo
c. Marcada estacionalidad de la precipitación (sequía)

Aunado esto a un manejo inadecuado del ecosistema se tiene una muy baja productividad secundaria (producción de carne/ha) debido a un escaso valor nutritivo de los pastos, lo que conlleva a una baja utilización de los forrajes. Este sistema de producción ecológica-

(*) Facultad de Agronomía, U.C.V., Maracay, Venezuela.



LEYENDA:

- Sabanas de Trachypogan spp.
- Mezcla de sabana bosque
- Sabanas inundables

Fig. 1. Tipos de sabanas en los llanos venezolanos.

mente no satisfactorio condujo a una sobreeexplotación de los ecosistemas boscosos, los que han sido destruidos como tales para transformarlos en pastizales y siembras cuya productividad declina en 3 ó 4 años y se pierden así grandes extensiones que por razones edáficas muchas veces no pueden retornar a su condición pristina.

La expansión agrícola actual debe hacerse en la sabana, que constituye la cuarta parte del territorio nacional; este importante bioma fue estudiado hasta ahora más que todo desde un punto de vista cualitativo y se desconoce por lo general su aspecto cuantitativo; no se han emprendido planes ambiciosos para determinar relaciones cuantitativas que permitan delinear las pautas de utilización de este inmenso potencial. Sin embargo, más económico, en términos conservacionistas, hubiera sido utilizar la sabana antes que destruir los bosques para producir alimentos. La sabana con sus suelos pobres, fáciles de mecanizar, y las técnicas modernas de cultivo producirían mucho más a más bajo costo que las áreas recientemente deforestadas donde se vulnera un noble ecosistema como es el bosque húmedo tropical (González Jiménez, et al[6]).

Entre otros factores que también contribuyeron a mantener el sistema actual, el más importante quizás sea la tenencia de la tierra en grandes explotaciones feudales sin otra alternativa que la producción de vacunos de carne en sistemas extensivos.

Sin embargo, podemos decir que también contribuye al mantenimiento del sistema actual la carencia de estudios de diagnósticos ecológicos de las sabanas, estrechamente vinculados con los sistemas de producción potencial, con la evaluación de alternativas tecnológicas y con la investigación experimental a nivel de campo o laboratorio, falta de investigaciones en sistemas de producción integrados, agrícola animal, agrícola vegetal, agrícola forestal, lo que no ha permitido introducir nuevos sistemas de producción para la sabana que conduzcan a:

a. Un uso más intensivo.
b. Un aprovechamiento racional y óptimo de la heterogeneidad espacial y temporal de las sabanas.
c. Combinaciones de diferentes alternativas tecnológicas.
d. Diversificación de las especies y productos vegetales y animales.
e. Uso integral de la producción vegetal.
f. Una reducida fluctuación en la demanda de trabajo.
g. Y por último, una tenencia de la tierra diferente a la actual.

CUADRO N° 1. Producción de materia orgánica (Aérea) de las sabanas venezolanas

CLASE DE SABANA	ESTADO	PRODUCCIÓN gms/m² xaño	AUTOR
Sabanas de Paspalum fasciculatum			
a. Protegida.	Guárico	2540	Escobar y Medina[4]
b. Quemada (Marzo).	"	1910	Escobar y Medina[4]
c. Quemada (Abril).	"	1040	Escobar y Medina[4]
Sabanas de Banco, Bajío y Estero			
a. Banco (Protegida).	Apure	425	Escobar y González[5]
b. Bajío (Protegida).	"	550	Escobar y González[5]
c. Estero (Protegida).	"	905	Escobar y González[5]
d. (Protegida).	Barinas	500	Sarmiento y Vera
Sabanas de Trachypogon			
a. Quemada (Noviembre).	Guárico	405	Blydenstein[1]
b. Quemada (Marzo).	"	230	Blydenstein[1]
c. Protegida.	"	309	Blydenstein[1]
d. Protegida.	"	492	San José y Medina[7]
e. Quemada (Diciembre).	"	635	San José y Medina[7]
f. Protegida.	Monagas	370	Larez

Existen suficientes hechos que demuestran que las sabanas no deben ser consideradas como áreas marginales para la producción. Con la elevada producción de materia orgánica (parte aérea) de las sabanas consignadas en el Cuadro N° 1 no puede seguirse afirmando que son áreas marginales donde existen productividades primarias muy elevadas.

Esto conduce luego a altas producciones secundarias (Bovinos de Carne) cuando se introducen mejores manejos y gramíneas africanas mejoradas, con bovinos de leche a producciones no inferiores a las obtenidas en áreas preforestales (ver cuadro N° 2).

CUADRO N° 2. Producción de proteína animal (sistema leche y carne) en Sabana Mejorada (*)

	kg $hã^{1}$ $año^{-1}$	
	PRODUCTO	PROTEÍNA
Carne	100	8
Leche	861	31
TOTAL		39

(*) 70% pasto natural y 30% pasto cultivado.

FUENTE: Capriles et al[2].

La retención de agua, mediante la construcción de retículas llamadas Módulos de Mantecal, permitió mayores producciones de forraje y multiplicar x cuatro la producción de carne. Sin embargo, muchos estudios faltan para exteriorizar su pleno potencial.

Las plantaciones forestales de pino caribea en las sabanas orientales, donde existen ya más de 200 000 hectáreas sembradas, demuestran que no son tan oligotróficas como se les calificaba.

Por último, los cultivos de arroz en Calabozo, el cultivo de maní en la Mesa de Guanipa, el cultivo de sorgo y algodón en las sabanas del Guárico, demostraron que así se puede producir en el llano y que pueden obtenerse excelentes producciones como las consignadas por Sánchez[8] en el Cuadro N° 3.

CUADRO N° 3. Rendimientos de algunos cultivos en sabanas orientales.

CULTIVO	PRODUCCIÓN (ton/ha)
Maní	2.55
Frijol	1.66
Ajonjolí	0.97
Piña	22.07
Sorgo	3.57

FUENTE: Sánchez[8].

Como lo demostró la incipiente investigación agrícola para desarrollar la sabana y sobre todo la práctica de los agricultores en la zona, las sabanas de Venezuela no pueden considerarse como un ecosistema marginal, y debe ser conocido mejor para darle un mejor uso. Por ello se propone en la Fig. 2 un esquema para efectuar una sustitución progresiva del sistema extensivo actual a un sistema agrosilvo pastoril intensivo que permita la utilización de todas las potencialidades de la sabana además de una producción sostenida en el tiempo, diversa y con un sistema productivo en equilibrio con el medio.

Del monocultivo actual, Bovinos de Carne, se pasa al sistema integrado, agrosilvopastoril, mediante la diversificación de:

a. las producciones animales
b. las especies animales utilizadas
c. los productos y especies vegetales involucrados.

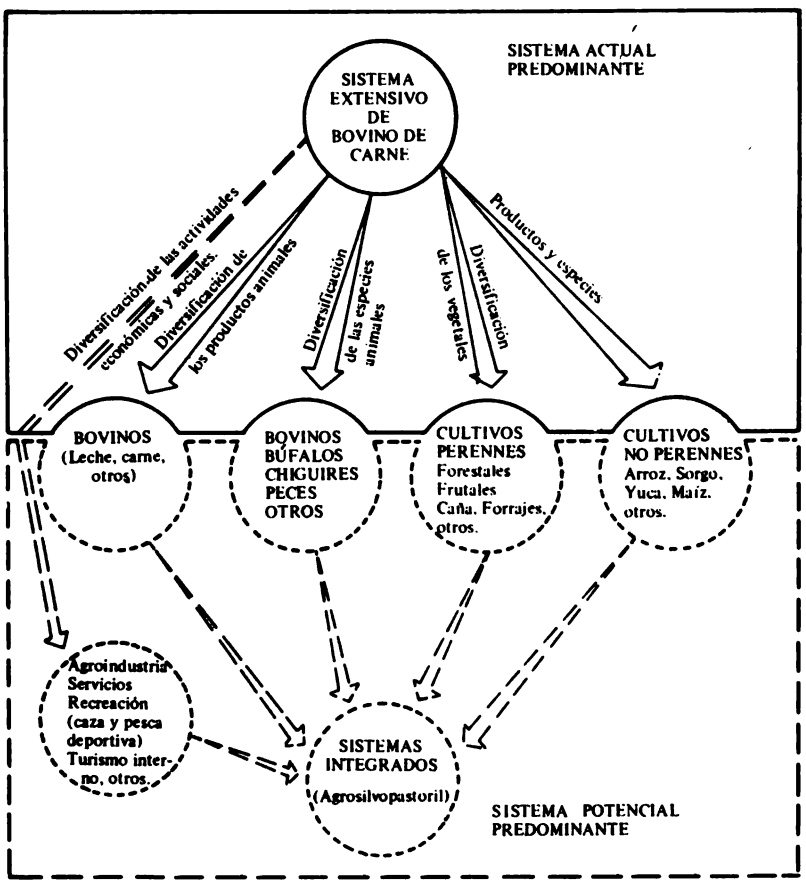


Fig. 2. Sistemas de producción actuales y potenciales en las sabanas venezolanas.

Esto conduciría a una deseada diversificación de las actividades económicas y sociales en esa vasta zona del país.

Argumentos a favor abundan; entre ellos podemos citar la potencialidad demostrada por el Búfalo (***Bubalus bubalis***) en muchas condiciones de sabanas inundables, que comparado al bovino consumidor del pasto gamelote chiguirero (***Paspalum fasciculatum***) que cubre 2.5 millones de ha en el país, da una visión de lo que podría hacerse combinando con este animal (introducido recientemente) la productividad de estas sabanas inundables (Cuadro N° 4).

CUADRO N° 4. Ganancia en peso vivo de búfalos y bovinos en pastizales de Paspalum Fasciculatum.

GANANCIA	BÚFALO	BOVINO
gr/Animal/día	280	83
gr/ha/día	140	292
kg/ha (estimado)	511	106

Igualmente puede decirse de un animal propio de la fauna venezolana, el chiguire (***Hydrochoerus hydrochaeris***), cuyas potencialidades ya evidenciadas se consignan en el Cuadro N° 5 para demostrar que en las condiciones actuales es un muy eficiente productor secundario. La asociación de ambas especies con otros herbívoros y peces podría ser la forma más eficiente de utilización de las sabanas inundables y en particular de los Módulos de Mantecal.

Por último es necesario evaluar las diferentes alternativas para los diversos tipos de sabanas mediante las combinaciones tecnológicas que permitan estructurar sistemas de producción viables, económicos, probados y que mantengan un nuevo equilibrio en las sabanas. Mediante el esquema de la Fig. 3 se evalúa los sistemas que integraron las producciones agrosilvopastoril, que sin duda alguna son la única alternativa ecológica para explotación racional de los suelos de sabana de Venezuela.

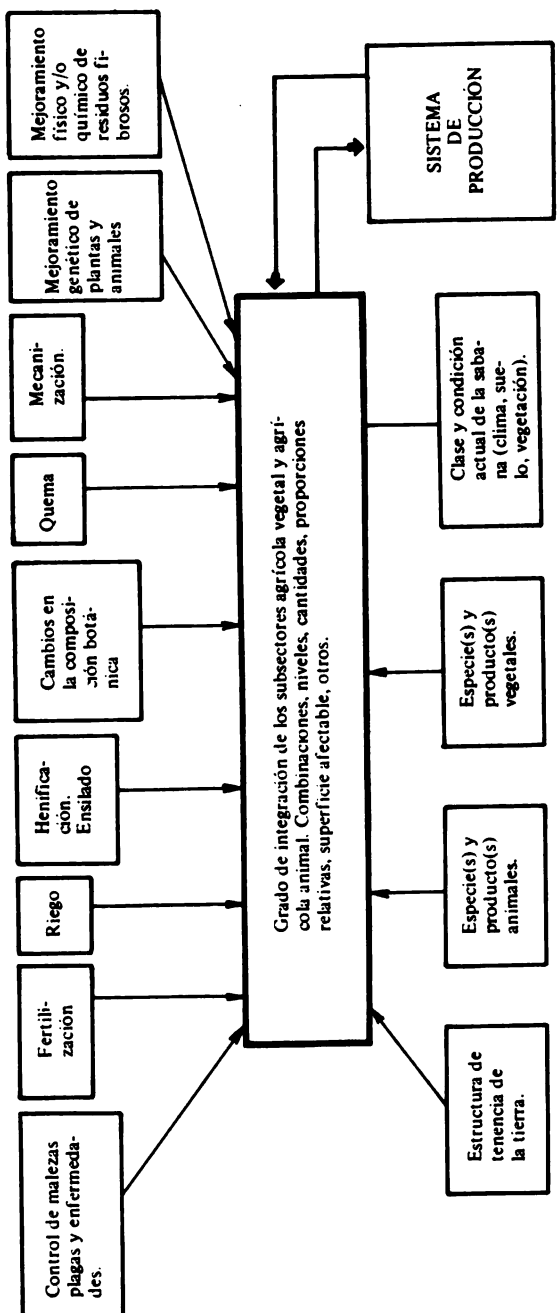


Fig. 3. Evaluación de las alternativas y combinaciones tecnológicas con referencia al sistema de producción.

CUADRO N° 5. Índices de producción de chiguires y bovinos en sabanas de banco, bajío y estero.

ÍNDICE	CHIGUIRE	BOVINOS
Carga (kg de P.V./ha)	197	210
Eficiencia: reproductiva (ER)	0.43	0.21
Tasa de Extracción % (ER)	94	50
Producción (kg/ha)	78.8	21.0
Ingreso neto (Bs./ha)	50.0	16.7

CONCLUSIONES

El concepto de que las sabanas son áreas marginales con potencialidades productivas muy bajas es un concepto aparentemente equivocado, tal como lo muestran los logros obtenidos en las plantaciones forestales, cultivos agrícolas a nivel comercial y en producción animal a nivel experimental.

Se hace necesario modificar la estructura de tenencia de la tierra en las áreas de sabanas con el objeto de evitar la manipulación de la economía de escala (altas producciones pero baja productividad).

Aún cuando los estudios de diagnóstico ecológico de las sabanas permiten conocer su estructura y funcionamiento, limitaciones y potencialidades para su utilización, así como el establecimiento de pautas de manejo, es evidente que no puede sustituir totalmente las investigaciones experimentales tanto a nivel de campo como a nivel del laboratorio. Se hace necesario vincular de manera más estrecha los estudios de diagnósticos ecológicos con la investigación experimental.

Las investigaciones en sabanas deben ser dirigidas con mayor énfasis sobre sistemas de producción y particularmente en sistemas integrados que permitan el aprovechamiento óptimo de la heterogeneidad espacial y temporal de las distintas sabanas por medio de la diversificación de las especies y productos vegetales y animales.

BIBLIOGRAFÍA

1. BLYDENSTEIN, J. Cambios en la vegetación después de protección contra el fuego. Parte I. El aumento anual en material vegetal en varios sitios quemados en la Estación Biológica. Bol. Soc. Venezolana de Ciencias Naturales. 23:233–238. 1963.

2. CAPRILES, M.R. SIMONPIETRI, D. ROJAS y C. OBANDO. Formación de sistemas modernos de producción de leche y carne para los llanos medios occidentales de Venezuela. Programa Ganadero Cooperativo UCV/FONAIAP/MAC. N° 1. Maracay, Facultad de Agronomía UCV, 1978. 23 p.

3. ESCOBAR, A. Diagnóstico técnico-económico de la explotación comercial del chiguire. Estudio de un caso. In: Trabajos realizados 1971–1973. Proyecto CONICIT-DFS 1030. Venezuela, 1973. 32 p. (mimeo).

4. ————————. y E. MEDINA. Estudio sobre las sabanas inundables de gamelote (*Paspalum fasciculatum*). IV *Simposium* Internacional de Ecología Tropical. Panamá. (Marzo). 1977.

5. GONZÁLES, E. y A. ESCOBAR. Productividad primaria y utilización de la sabana inundable. I Reunión de Estudio sobre la Sabana, Maracay. (Julio) 1976.

6. ————————, ————————., y R. PARRA. Productividad primaria, secundaria y sistemas de producción actuales y potenciales para las sabanas de Venezuela. I Seminario Internacional sobre producción de materia orgánica en sabanas tropicales. Caracas. 16–22 de octubre de 1978.

7. SAN JOSÉ, J.J. y E. MEDINA. Producción de materia orgánica en comunidades vegetales de la sabana de Trachypogon en el Edo. Guárico. Bol. Soc. Ven. Cienc. Nat. (en prensa) 1977.

8. SÁNCHEZ, C. La fertilización como práctica fundamental en un sistema integral de manejo de los suelos de los llanos orientales de Monagas. U.D.O. 1975 (mimeo).

0

BASES CONCEPTUALES PARA EL ESTUDIO DE LA AGRICULTURA. LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

José A. Santiago Meza (*)

INTRODUCCIÓN

Los estudios relativos a la actividad agrícola constituyen desde hace tiempo fuente de preocupación de gobiernos, instituciones y personas interesadas en mejorar las posibilidades de alimentación de la sociedad en general, así como de las condiciones de vida de las comunidades rurales en particular. Sin embargo, gran parte de estos estudios han sido abordados con una metodología y un conjunto de herramientas y conceptos teóricos que tienen su origen y aplicación en la problemática observada para esferas de actividad subtancialmente diferentes al contexto en que ocurre lo que se puede denominar problema agrario. Así por ejemplo, se observa la tendencia a aplicar al mundo rural los mismos parámetros, categorías y conceptos de uso frecuente en el estudio de la actividad industrial, llegándose incluso a tipificar la agricultura como una industria. En consecuencia, se fue

(*) Profesor. Facultad de Agronomía, Depto. de Economía Agrícola y Ciencias Sociales. U.C.V. Venezuela.

conformando una visión distorsionada de la agricultura, que por un lado la asimila a los procesos productivos de las fábricas y por otro trata de simplificar extremadamente el análisis hacia aspectos parciales que hacen perder la perspectiva de conjunto que es necesaria para comprender la verdadera dimensión de la problemática agraria.

Dentro de esta tendencia se puso de moda en las décadas del 60 al 80 la llamada investigación operacional, especialmente en lo relativo a la aplicación de modelos matemáticos y procedimientos de análisis de sistemas a la agricultura, procedimientos que consisten fundamentalmente en traducir conceptos físicos, biológicos, económicos o de cualquier otro tipo a expresiones y funciones matemáticas, las que se manipulan asumiendo que representan las proporciones y relaciones fundamentales existentes entre los distintos elementos que conforman el sistema de producción agrícola. El conjunto de relaciones así formalizado es en realidad un sistema matemático o modelo que constituye una representación abstracta e imperfecta del mundo real.

La técnica mencionada hizo aparecer dentro de la agricultura una nueva forma de enfocar los problemas agrícolas, vulgarmente conocida como 'óptica de los sistemas de producción', y que tiende a considerarse por su carácter matemático y cuantitativo como una panacea para resolver los problemas de la producción en el campo. Lo real es que esta técnica del modelaje solo puede aplicarse a sujetos o variables cuyas proporciones y/o relaciones son estrictamente cuantificables, eliminándose del modelo todas las variables cualitativas no factibles de una expresión matemática.

Por esta razón, entre otras, los procedimientos de análisis de sistemas se han restringido dentro de la agricultura hacia el estudio de las relaciones y proporciones que se establecen entre los denominados factores de producción (tierra, capital y trabajo) y los resultados de la misma; orientándose hacia el diseño de modelos donde se busca hacer óptima la eficiencia técnico económica del conjunto de elementos que integran el paquete tecnológico utilizado en una explotación o finca determinada. De esta forma se ha ido limitando el concepto de sistema de producción agrícola en su visión estructuralista, al análisis de las relaciones y proporciones que se establecen entre la producción y los elementos constituyentes del paquete tecnológico en el ámbito de la unidad de producción agrícola, tendiéndose más que a estudiar los sistemas existentes en el mundo real, a diseñar y formalizar 'modelos óptimos' que toman como variables

fundamentales, aquellas de naturaleza técnico económica capaces de expresarse en términos de productividad física y rentabilidad. De esta concepción se afianzó la tendencia ya existente a destruir indiscriminada y acríticamente toda forma de producción cuyos resultados no responden a las consideraciones y criterios de eficiencia que maneja el 'técnico', la cual en última instancia se mide con los parámetros e indicadores de 'máxima rentabilidad'.

Este trabajo constituye hasta cierto punto, un intento de reflexión y sistematización conceptual, que busca enfrentarse a la referida orientación, en la cual la visión restringida y el enfoque unilateral del problema agrario conduce frecuentemente en los técnicos a la aceptación y formulación de recomendaciones que al ser traducidas a prácticas agrícolas y políticas de desarrollo concretos tienden a fracasar rotundamente llevando a los agricultores a la ruina y sumiendo a la actividad agrícola en una crisis permanente.

En tal sentido, este escrito tiene por objetivo general proponer y plantear un marco conceptual y teórico de referencia que permita apreciar la complejidad del objeto a ser investigado y que además facilite el estudio de la actividad agrícola dentro de un contexto global de relaciones complejas en que sea posible identificar los diversos factores y funciones involucradas, así como su importancia y posición relativa dentro de la totalidad estudiada. El concepto de sistema de producción agrícola aquí propuesto es, por tanto, una noción compleja que abarca aspectos sociales, técnicos y naturales, y que trata de destacar la importancia del estudio de las distintas modalidades de producción agrícola que aparecen en realidades ecológicas, geográficas y socioculturales concretas, como vía alternativa para la formulación de soluciones adecuadas a la propia finalidad y condición de los agricultores en sus respectivas comunidades.

Esto implica, entre otras cosas, destacar la importancia del estudio de las relaciones sociales y tecnologías autóctonas como camino viable para descubrir nuevas opciones tecnológicas que guarden armonía con los elementos naturales y culturales en que se desenvuelven los productores. Como intento de abordar una problemática compleja y deficientemente estudiada, este trabajo se vio limitado para abordar y desarrollar con profundidad aspectos teóricos extremadamente delicados, los cuales no pueden ser evadidos ni ignorados dentro del marco general propuesto. Por estas razones algunas de las formulaciones y planteamientos necesitarán de mayores desarrollos y tendrán que ser considerados dentro de la intención de este trabajo

como señalamientos que tratan de destacar la importancia de tratar y estudiar más detenidamente determinados problemas o de suscitar la reflexión crítica sobre aspectos teóricos, que al menos para este autor no aparecen claramente confirmados por la realidad.

ENFOQUE

Es posible evitar el enfoque unilateral y/o parcial de la cuestión agraria, y en particular de la agricultura, ubicando dicha problemática en el contexto del sistema de producción agrícola.

Concebimos al sistema de producción agrícola como un organismo integrado por la modalidad productiva social, la tecnología y el medio ambiente natural, que responde a una determinada racionalidad y posee sus peculiares mecanismos de reproducción, así como determinadas formas de manifestarse en el espacio geográfico.

Las modalidades productivas son las formas que adoptan las fuerzas productivas y las relaciones sociales a nivel de la producción local, y que necesariamente se traducen en una determinada racionalidad económica, una específica organización para la producción y en una particular manera de actuar y vivir de los hombres que la integran.

La célula económica esencial de la modalidad productiva es la explotación agrícola. En ellas los individuos y los distintos medios de producción se organizan de acuerdo al grado de desarrollo de las fuerzas productivas, las relaciones de propiedad y demás pautas comunes a la dinámica interna de la modalidad productiva a que pertenecen.

No obstante la individualidad que se traduce en un determinado comportamiento y dinamismo interno de la modalidad productiva, ella necesariamente –y como parte constituyente de la sociedad rural y nacional en su conjunto– se relaciona con las distintas instancias de la formación social, recibiendo de sus diversos elementos, ya sean estos institucionales sociales, económicos, u otros, un conjunto de estímulos externos que pueden inducir cambios en la estructura interna de la modalidad productiva, provocando su transformación e incluso su destrucción.

Si dichos estímulos se ajustan al grado de desarrollo de las fuerzas productivas locales, pueden actuar como factores catalizadores de la propia dinámica interna favoreciendo cambios que sin llegar a destruir el subsistema conducen a mejorar su eficiencia económica y social. Si por el contrario dichos estímulos entran en contradicción con el carácter y grado de desarrollo de las fuerzas productivas locales, los cambios que provocan ocasionan una ruptura de ese equilibrio interno y en consecuencia conducen a la destrucción de la modalidad productiva.

Las relaciones que se establecen dentro de las modalidades productivas, entre éstas y entre las modalidades productivas agrícolas y otras instancias de la sociedad, se producen esencialmente a través de las unidades de producción.

Dentro de una misma modalidad productiva las explotaciones agrícolas se vinculan entre sí en virtud a un conjunto de factores naturales, económicos y sociales que les son comunes por ser producto tanto de una misma localización espacial como de un mismo proceso de desarrollo histórico social. Lo esencial en esta relación es que ella es producto de la acción común de un conjunto de factores económicos, sociales, psicológicos y religiosos que tienden a mantener el dinamismo y la coherencia interna de la modalidad productiva, y que tienen su forma de expresión global en la llamada 'racionalidad económica o social'.

Esta racionalidad generalmente está referida al establecimiento (por parte de los grupos que integran la modalidad productiva) de ciertas metas globales en común relacionadas al tipo y destino de la producción. Esta no debe ser confundida con lo que denominamos aquí 'racionalidad del sistema', la cual hace referencia a la sujeción de los distintos elementos del sistema agrícola, al conjunto de leyes objetivas-sociales económicas, naturales, –que conforman y determinan sus resultados inmediatos.

Las relaciones entre unidades de producción de modalidades diferentes, y/o de éstas con otros sectores de la sociedad, se establecen a través de mecanismos centrales –formas o mecanismos de articulación– que se generan al nivel de la sociedad en su conjunto (formación social) y que implican el establecimiento de condiciones sociales en las cuales unas unidades económicas, modalidades produc-

tivas y/o sectores económicos dominan y/o se hacen dependientes de otros. Estas relaciones son, fundamentalmente, relaciones de explotación y relaciones de subordinación.

En la formación social capitalista las distintas modalidades que coexisten se relacionan entre sí a través de los mecanismos de articulación que en su desarrollo va generando el modo de producción dominante. En estas condiciones cada modalidad productiva mantiene una relativa autonomía en cuanto a las pautas y metas que orientan su producción (racionalidad económica); sin embargo sus posibilidades de reproducción, es decie su viabilidad o posibilidades de existencia futura, van a estar estrictamente ligadas a las posibilidades de que sus unidades productivas contribuyan de alguna forma a lograr las metas que se proponen al nivel del modo de producción capitalista, que en este caso es el dominante.

Concretamente, las unidades de producción no capitalistas solo podrán sobrevivir en la misma medida en que sean capaces de producir y transferir excedentes hacia los sectores dominantes, o que en su defecto sean productoras de elementos estratégicos necesarios para mantener el valor y reproducción de la fuerza de trabajo y/o para sostener la actividad productiva de otros sectores económicos.

La relación social esencial, que guía y permite el establecimiento y existencia de las relaciones de explotación y subordinación, es la relación de propiedad. Esta confiere al propietario de los medios de producción —o en su lugar de los propietarios de los capitales dominantes— la autoridad para organizar la producción de acuerdo con sus fines específicos así como la facultad de disponer de la fuerza de trabajo y de los productos que en ella se crean.

La relación de propiedad no implica, sin embargo, un control directo del obrero por parte del patrón, ya que el proceso histórico de división del trabajo determina que el propietario de los medios de producción y/o del capital vaya delegando su autoridad en distintos agentes del proceso social de producción, llegando en esta evolución a tal grado que en algunas ramas de actividad económica muy complejas el propietario puede estar totalmente desligado del proceso productivo. Aquí ya el capitalista es técnicamente incapaz de controlar dicho proceso y/o de manipular directamente los medios de producción, pero en virtud de la autoridad que le confiere la propiedad de aquéllos, así como del capital, puede implementar diversos mecanismos que mantienen la subordinación de los agentes productivos de

una unidad económica, e incluso de toda una rama de la producción o de un sector económico, a las orientaciones y pautas que traza el capitalista.

La relación de explotación se establece, dentro del modo de producción capitalista, a nivel de la unidad de producción en el momento en que el trabajador vende su fuerza de trabajo, comprometiendo su capacidad en la producción de determinado artículo y bajo específicas condiciones laborales. Tal mecanismo, que implica la extracción de plusvalía, es decir la apropiación de su trabajo excedente, es de naturaleza económica puesto que se produce dentro de los límites mismos del proceso productivo y sin intervención aparente de ningún tipo de violencia. Esta relación implica una transferencia de pulsvalía, desde los trabajadores hasta los capitalistas, los cuales expropian y se apoderan del plustrabajo; los mecanismos de apropiación se producen entonces '*in sito*', es decir al nivel de los propios procesos de trabajo que se dan en la unidad de producción.

La relación de subordinación, en cambio, es una relación de sujeción o sometimiento voluntario o no, que no necesariamente implica explotación pero cuyos objetivos son los de favorecer la transferencia y distribución de plusvalía desde unos individuos, agentes económicos o sectores hacia otros. La dirección de esta transferencia es necesariamente desde los trabajadores hacia los propietarios de los medios de producción, desde las unidades menos productivas a las más productivas, y desde los sectores subordinados de la agricultura, la industria y el comercio hacia los sectores hegemónicos que lideran los capitales industriales y financieros.

Las relaciones de subordinación son las relaciones claves que permiten entender el problema de la articulación de los modos de producción. Ellos se establecen no solo al nivel de la unidad de producción sino también al nivel de las ramas, los sectores económicos y la nación, alcanzando en la formación social capitalista dimensiones mundiales.

En la agricultura de subordinación se venía estableciendo a través de los mecanismos del mercado y de la intervención del Estado; sin embargo, a partir de época reciente los enclaves industriales en la agricultura tienden a convertirse –junto a los dos señalados– en el principal centro de subordinación y de articulación de las diversas modalidades productivas que coexisten en la organización social rural.

La agroindustria, como enclave de los capitales industriales y financieros, se convierte en determinado momento en el centro hegemónico que establece relaciones no sólo con los productores sino aún con el mercado y el Estado, favoreciendo la transferencia y distribución de valor desde la agricultura hacia los sectores que lideran el capital.

En principio las relaciones de subordinación se establecen por la paulatina monopolización de los mercados por parte de los sectores industriales, así como por su poder de influir sobre las principales políticas del Estado respecto al sector. Sin embargo, se observa la tendencia de que con el desarrollo agroindustrial se dé una gradual intervención de la industria en los procesos de trabajo agrícolas, limitando su autonomía relativa. Esta intervención se da virtualmente a través de la tecnología impuesta –a veces por los contratos agroindustriales– a los agricultores.

No son relevantes los casos de centralización y concentración del capital en la agricultura y por tanto es poco común (por no decir inexistente) la presencia de monopolios a nivel de la producción agrícola. Existen, sí, numerosas experiencias de integración vertical donde los capitales industriales, comerciales y financieros, asumen las fases inmediatas a la producción (compra de materia prima, proceso, distribución del producto, otros) que en todo caso pueden constituir monopolios aunque de capitales no agrícolas.

Resulta interesante observar cómo a pesar de producirse una monopolización de las fases inmediatas al proceso directo de la producción agrícola, esos mismos capitales no aparecen interesados en asumir 'bajo su propiedad' los recursos agrícolas que le permitirán extender el monopolio hasta la producción agrícola en sí, prefiriendo mantener un conjunto de productores independientes (capitalistas y no capitalistas) a los cuales compran los productos e 'incentivan y orientan para la producción'.

Esta situación puede ser hipotéticamente explicada en virtud de la existencia de la renta de la tierra y en virtud de las características específicas del proceso de producción agrícola, que hacen que las inversiones de capital no resulten tan rentables como en otros sectores de la economía.

La existencia de un monopolio de la propiedad de la tierra obliga a su usuario a pagar una renta por el uso. Por otra parte, el próductor debe correr con todos los riesgos de un proceso en el cual los factores aleatorios (carácter biológico de la producción, incidencia de factores climáticos y plagas, estacionalidad de las cosechas, y otros) son numerosos y determinantes porque no solo hacen 'poco controlable' el proceso sino que limitan la velocidad de rotación del capital y con ello las posibilidades de acumulación.

Estos factores, entre otros hacen que la actividad agrícola sea por naturaleza poco adaptable a la 'racionalidad capitalista'; quien busca ganancias prefiere lógicamente invertir su dinero en otros sectores de la economía. Los 'capitalistas' que persisten en producir en la agricultura generalmente ven frustradas sus aspiraciones de 'capitalizar' y abandonan esta actividad, si oportunamente no son 'socorridos por el Estado'.

La renta y la desigual utilización de los factores a lo largo del proceso directo de la producción (principalmente del trabajo) elevan los costos. La existencia de numerosos factores aleatorios aumentan los riesgos y la baja velocidad de rotación del capital disminuye la rentabilidad de las inversiones, manteniendo relativamente deprimidas las tasas de ganancia. Por tanto la agricultura no es negocio para el verdadero capitalista.

En este contexto puede entenderse el escaso interés que manifiestan la agroindustria y/o los complejos agroindustriales por asumir directamente los riesgos de la producción cuando existen posibilidades de mantener productores y/o unidades de producción independientes que corran con ellos.

Estas unidades pueden ser capitalistas –en cuanto pueden utilizar cantidades significativas de bienes de capital, mano de obra asalariada y producción para el mercado– o no capitalistas en cuanto su racionalidad o metas de la producción no descansan exclusivamente en función de la ganancia. Sin embargo, desde el mismo momento en que éstas quedan vinculadas al mercado y luego a la agroindustria, los estímulos que se les trasmiten tienden a producir un proceso de 'modernización' de las explotaciones, donde el capital, convertido ahora en tecnología, va subordinando el trabajo al capital.

Este proceso de modernización, que en síntesis no es más que la penetración y dominación de la relación de producción capitalista sobre sus formas precedentes, puede provocar la ruptura y quiebra de las viejas modalidades productivas. No obstante, su desaparición no siempre implica su sustitución por la modalidad capitalista, lo cual puede significar una desaparición y/o disminución de la oferta de los bienes producidos por aquellas. (Ej. el conuco campesino). Paradójicamente, a medida que la relación capitalista penetra las viejas modalidades productivas destruyéndolas a través de los procesos de modernización (subsunción real del trabajo al capital), su propia racionalidad social entra en contradicción con la naturaleza de la actividad agrícola, o más concretamente con la racionalidad del sistema de producción agrícola.

La búsqueda de la máxima ganancia se ve enfrentada a un conjunto de condiciones objetivas regidas por leyes naturales y biológicas que limitan la capacidad productiva de suelos, plantas y animales y que determinan la forma de utilización y distribución de los recursos –fundamentalmente de la mano de obra– a lo largo del ciclo productivo. La baja rentabilidad de los capitales tiende a desestimular las inversiones en el sector y a descapitalizar la agricultura comprometiendo seriamente el proceso de reproducción de la relación capitalista en el campo. En consecuencia la agricultura tiende a entrar en crisis permanente debiendo ser constantemente sostenida mediante las subvenciones y otras políticas del Estado.

Las agroindustrias convierten a la tecnología en el principal instrumento de subordinación de los agricultores. La introducción de paquetes tecnológicos, por ejemplo, hace que el productor se vea forzado a la adquisición de ciertos insumos (abonos, insecticidas, fungicidas, semillas certificadas,) así como de maquinarias y equipos que generalmente son producidos o controlados por el sector industrial. Junto a esta tecnología aparece la necesidad de alterar y modificar los procesos de trabajo tradicionales de la agricultura y de alterar substancialmente los tipos y finalidades de la producción agrícola.

La unidad de producción, ligada a la agroindustria, pierde su autonomía de producir de acuerdo a sus propias pautas y a las necesidades de los productores, para producir en función de las pautas y necesidades de la agroindustria, y dado que ésta tiene sus propias limitaciones técnicas y su finalidad social, orientan la producción agrícola hacia aquellos rubros con posibilidades de procesamiento

industrial, alta demanda y buen precio en el mercado. La cebada, el trigo, el algodón, la caña de azúcar, el tabaco y algunas oleaginosas son ejemplos de esa determinada orientación.

La productividad aparece, entonces, como un objetivo estratético que guía la actividad de la unidad de producción y que lógicamente es introducida como incentivo relevante por la propia agroindustria. Sin embargo, y tras la apariencia técnica que ella implica, la productividad que propugna la agroindustria siempre está irremisiblemente ligada al uso de 'los paquetes tecnológicos' y subsecuentemente a la 'modernización que ellas propugnan'.

No se quiere significar con esto una enemistad a 'ultranzas' del aumento de la productividad en la unidad de explotación, sino llamar la atención sobre un problema que técnicamente ha venido siendo sistemáticamente abordado de acuerdo a las experiencias y necesidades derivadas de la industria y no del estudio científico y racional del propio sector agrícola. La intensificación del capital no es la única vía para elevar la productividad; junto a ésta se puede intensificar la mano de obra, reorganizar y mejorar los métodos de trabajo, introducir mejoras tecnológicas y reorganizar los recursos de las explotaciones de acuerdo a sus condiciones natural-espaciales y sociales. Algunas de estas medidas podrían incrementar grandemente la productividad de las explotaciones sin alterar significativamente la coherencia e individualidad de las modalidades productivas de que forman parte. Así, por ejemplo, en nuestras condiciones de sabana las explotaciones ganaderas podrían incrementar en varias veces su productividad actual con simples medidas de mejoramiento de las condiciones de manejo y alimentación, uso de cercas y rotación de potreros, conservación de los pastos de invierno, distribución adecuada de abrevaderos y pozos y otros.

Se habla de condiciones natural-espaciales y sociales porque se considera que éstas son dos elementos importantes en los que necesariamente tienen que estar basadas las recomendaciones e implementaciones tecnológicas que se formulan para aumentar la eficiencia de las explotaciones. De allí que resulte imperativa la tarea de dedicar un esfuerzo concreto de investigación a la identificación y estudio de las modalidades productivas y de los sistemas de producción agrícola que tradicionalmente han existido en la agricultura venezolana y que de una u otra forma tienden a ser destruidos por la nueva dinámica que de alguna forma el agrónomo, el sociólogo, el economista agrícola, el administrador de fincas o cualquier otro técnico de la produc-

ción y/o científico social puede ayudar a canalizar adecuadamente si llega a conocer los procesos de trabajo y las leyes que rigen los procesos de producción en cada uno.

No es científico presuponer que una determinada modalidad y/o sistema no capitalista deba desaparecer porque es menos eficiente que éste; puede que en términos reales y bajo los indicadores a que se está acostumbrado así aparezca. Pero si se estudia al nivel local los métodos y los procesos de trabajo utilizados, las técnicas e instrumentos de operación, la característica y potencialidad de los recursos naturales y sociales del productor se encontrara puntos débiles y puntos fuertes sobre los cuales puede incidirse técnica y científicamente para incrementar la eficiencia del sistema sin que este sea destuido totalmente.

Sirva un ejemplo para ilustrar lo anterior: cuando se oye hablar el 'latifundio' inmediatamente –y dado el condicionamiento a que los técnicos, economistas, sociólogos, están sometidos– se asocia esta modalidad productiva a ineficiencia económica y social. Esta forma de pensar prejuiciada impulsa a muchos profesionales a propugnar su destrucción sin conocer objetivamente todos sus elementos internos y, menos aún, sin proponer formas adecuadas que tienden a sustituirlo.

Los estudios empíricos del latifundio muestran entre otros los siguientes rasgos:

a. Los latifundios son unidades de producción agrícola y/o pecuaria relativamente grandes cuyas tierras se encuentran divididas en tierras señoriales, o latifundistas, y tierras campesinas.
b. Las tierras campesinas son explotadas en forma individual por los campesinos, constituyendo pequeñas explotaciones donde se efectúa una agricultura principalmente de subsistencia.
c. Las tierras señoriales son de gran extensión y aprovechan la mano de obra que se reproduce en las tierras campesinas.
d. La gran mayoría de las haciendas son dirigidas por administradores, siendo los propietarios generalmente absentistas.
e. El administrador no es generalmente, una persona calificada y con experiencia técnica sino más bien un trabajador que se destaca por el conocimiento de las costumbres locales y porque guarda una gran lealtad a su patrono.
f. Terratenientes, administradores y campesinos se organizan dentro de un régimen autocrático, donde los productores direc-

tos están sometidos a la autoridad del latifundista.

g. El latifundio conserva al nivel de su organización interna, relaciones sociales precapitalistas generalmente asociadas a la servidumbre (medianería, aparcería, otros), que implican transferencia y explotación del plus-trabajo del campesino por parte del terrateniente.

Con el conocimiento de estos rasgos generales del latifundio el agrónomo, administrador de fincas y/o planificador hipotéticamente están en capacidad de formular ciertas recomendaciones –posiblemente a los organismos de reforma agraria– para aumentar la eficiencia de los sistemas que se practican en el latifundio, sin que ello implique destrucción total de todo el conjunto anterior. Así por ejemplo: podrían hacerse las siguientes recomendaciones:

1) Que al expropiar se mantenga la infraestructura original de las fincas.
2) Que las antiguas tierras señoriales sean trabajadas en común por los campesinos que han formado parte del latifundio.
3) Que en lugar del antiguo caporal o administrador, opere un comité técnico que administre y planifique el manejo de las fincas.
4) Que los campesinos mantengan sus parcelas individuales de autosubsistencia, procurando elevarlas a un tamaño conveniente.
5) Que en la medida en que la extensión de las tierras lo demanden, se estudien las posibilidades de introducir nuevas técnicas, mavor intensificación del capital y/o del trabajo, etc.

Existe aún otro conjunto de medidas que podrían formularse a partir del conocimiento cabal de las fuerzas productivas, las relaciones de producción y demás condiciones materiales, naturales y sociales del ámbito local, y que necesariamente conducirían a elevar la eficiencia del antiguo latifundio, con sus mismos elementos materiales. Sin embargo, esto no se hace así, y en la práctica cuando se expropia un latifundio se le fracciona o se le modifica de tal forma que las antiguas infraestructuras tanto físicas como sociales se hacen inoperantes, bajando incluso su productividad.

Estas son las cuestiones que se desea introducir dentro de los estudios de administración de fincas y de planificación, y que necesariamente requieren de una mayor reflexión e investigación científica que permitan sentar las bases teóricas y empíricas para una formulación de los problemas y la implementación de soluciones ajustadas a la realidad nacional y local.

METODOLOGÍA EVALUATIVA DE LA DIFUSIÓN TECNOLÓGICA. ESTUDIO DE CASO.

A. Pérez L. (*)

INTRODUCCIÓN

Este ensayo se basa en una investigación realizada para apoyar una disertación en la Universidad de Florida, en Gainesville, Florida. Los datos se recolectaron en enero de 1979 y el documento final fue terminado y aprobado en agosto del mismo año. Por ello, lo que aquí se presenta es una síntesis de un trabajo más completo que, debido a los propósitos del seminario, solamente enfatiza las partes relacionadas con la metodología de la investigación utilizada y de los resultados obtenidos.

La investigación tuvo tres propósitos: 1) satisfacer un requisito académico para optar al título de Doctor en Geografía; 2) diseñar y probar un instrumento de investigación capaz de conocer y explicar el modelo de difusión tecnológica que se usa para divulgar nuevos

(*) Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, República Dominicana.

conocimientos agropecuarios en algunos cultivos de la República Dominicana (R.D.); y 3) facilitar y hacer más eficiente y eficaz la definición e implementación de políticas de capacitación y extensión para los que generan y difunden tecnología en el cultivo del arroz en la República Dominicana.

Como se puede observar por los objetivos del trabajo, la investigación tuvo una orientación aplicada y si bien partió de un marco teórico y un modelo específico a ser verificado, también pretendió generar cierta información nueva. Consecuentemente, más que una investigación pura, ésta fue una investigación aplicada.

Después de explicar el modelo orientador del estudio y definir su población y las variables analizadas, se ofrece una presentación general de las técnicas de análisis estadístico utilizadas así como los resultados principales y las conclusiones y recomendaciones del estudio.

ALGUNOS MODELOS DE DIFUSIÓN TECNOLÓGICA

La evidencia histórica muestra que los investigadores estudiaron el proceso de difusión tecnológica por varias décadas en diferentes disciplinas. En tal sentido existe una tradición investigativa en las áreas de antropología, educación, medicina, mercadeo, comunicación, geografía y otras, y si bien hay diferencias en enfoques y metodologías entre los estudiosos de este fenómeno, surgen elementos que permanecen comunes a todas ellas. Estos elementos son: 1) La innovación por sí misma: una idea, práctica u objeto percibido como nuevo por una unidad de adopción; 2) los canales de comunicación utilizados para difundir la innovación; 3) la unidad de adopción: individuo o colectividad; 4) tiempo: conocimiento, persuasión, decisión y confirmación; y 5) espacio: origen y destino.

También la evidencia muestra que fueron utilizados diversos modelos para explicar y predecir el proceso de difusión, los que enfatizan las características de la unidad de adopción y las de los canales de comunicación, así como las condiciones sociales, económicas y estructurales.

De los varios modelos existentes, el de 'Mercadeo e Infraestructura' (ver Rogers[10] , y Brown[3]), fue seleccionado para ser utilizado a modo de orientación metodológica de la investigación. La idea central fue la de transformar en hipótesis los postulados básicos de este modelo, como medio para verificar las premisas de este enfoque, las cuales son: que el flujo de información, características personales, intensidad y frecuencia de mensajes, reducción de resistencia física y ubicación son solamente algunos de los factores relacionados con el proceso de difusión. Este modelo cambia el énfasis de las características del adoptador potencial y los canales de comunicación, aspecto más importante para la mayoría de los modelos de difusión, a un espectro más amplio y en el cual la difusión y adopción de la innovación están relacionadas a todos los factores tradicionales en los demás modelos, más la disponibilidad de la innovación por sí misma, las necesidades o deseos del adoptador potencial, la habilidad de éste para obtener la innovación e insumos relacionados con ella y las facilidades de infraestructura de producción y mercadeo. En este sentido, el enfoque de 'Mercado e Infraestructura' es un modelo integral en el cual los factores socioeconómicos, demográficos, comportamiento comunicativo, dimensiones espaciales y estructurales son tomados en consideración para la difusión y adopción de una innovación. Este modelo también significa que antes que la adopción pueda efectuarse, tres pasos deben ser dados, de los cuales el tercero es el foco de la mayoría de los otros modelos de difusión. A.L. Brown y B. Lentnek[2] analizaron la adopción como un proceso en sí mismo.

Los dos primeros pasos están relacionados con la creación de una infraestructura de difusión que presupone el establecimiento de otras infraestructuras públicas y privadas que faciliten los procesos de difusión y adopción (Brown, Malecki, Spector[4] : 100). El primer paso es el establecimiento de la agencia de difusión para distribuir la innovación; de acuerdo con estos autores, el patrón de establecimiento puede ser uno de dos: una agencia con muchas ramificaciones en diferentes localidades o, alternativamente, varias agencias actuando simultáneamente en el mismo espacio. El segundo paso es la formulación y realización de una estrategia para inducir la adopción entre la población en el área de servicio, estrategia que debe tomar en consideración: 1) la necesidad o deseo del adoptador potencial, habilidad para conseguir y usar información y capacidad económica para obtener la innovación y todos los insumos que ella requiere: 2) las facilidades de infraestructura, tales como facilidades físicas y servicios técnicos y comerciales.

El tercero y último paso es el proceso de adopción de decisiones. Antes de que una decisión sea tomada, varios factores involucrados juegan papeles difrerentes (ver Fig. 1).

La Fig. 1 muestra que no todos los factores que intervienen (variables explicativas, ver Cuadro N° 1) en los diferentes pasos del proceso de decisión de innovación son iguales; antes de que cada paso pueda tener lugar algunas condiciones tienen que ser establecidas. En este sentido, la función de conocimiento necesita la concurrencia de factores espaciales (FE), las características de los agricultores (CA), las características del agente de cambio (AC) y los canales de comunicación (CC). Además de éstos, la función de persuación depende de las características de innovación (CI). Los pasos tres y cuatro, las funciones de decisión y confirmación, ocurren después que los otros dos elementos (servicios (S) y factores agroclimatológicos (FAC)) son sumados a los factores anteriores. Los factores climatológicos fueron eliminados del estudio, en el período de recopilación, debido a la no disponibilidada de información confiable.

Como con este enfoque el investigador puede entender los procesos y elementos que fundamentan los patrones de difusión más que los patrones por sí mismos y en forma aislada, la construcción de los modelos conceptuales y operacionales derivados de él son reales y poderosos. Debido a que los propósitos del estudio fueron lograr conclusiones que puedan ser utilizadas como bases para el desarrollo de políticas en el entrenamiento de extensión relativo al cultivo del arroz, se consideró que el enfoque de mercadeo e infraestructura era el mejor modelo para enmarcar el trabajo de investigación.

POBLACIÓN ESTUDIADA

El estudio analizado fue hecho a nivel nacional pero abarcando solamente agricultores que trabajan en áreas bajo programas de reforma agraria. Aunque hay 10 168 productores de arroz pertenecientes a los programas de reforma agraria, los cuales controlan el 48.0% del área de arroz (69 357 ha) en el país, solo 6 723 casos tenían información disponible en el Instituto Agrario Dominicano (IAD) cuando el estudio estaba siendo realizado. Los agricultores con información disponible fueron aquellos productores que recibieron crédito público en la última época de siembra (de diciembre 1977 a mayo 1978).

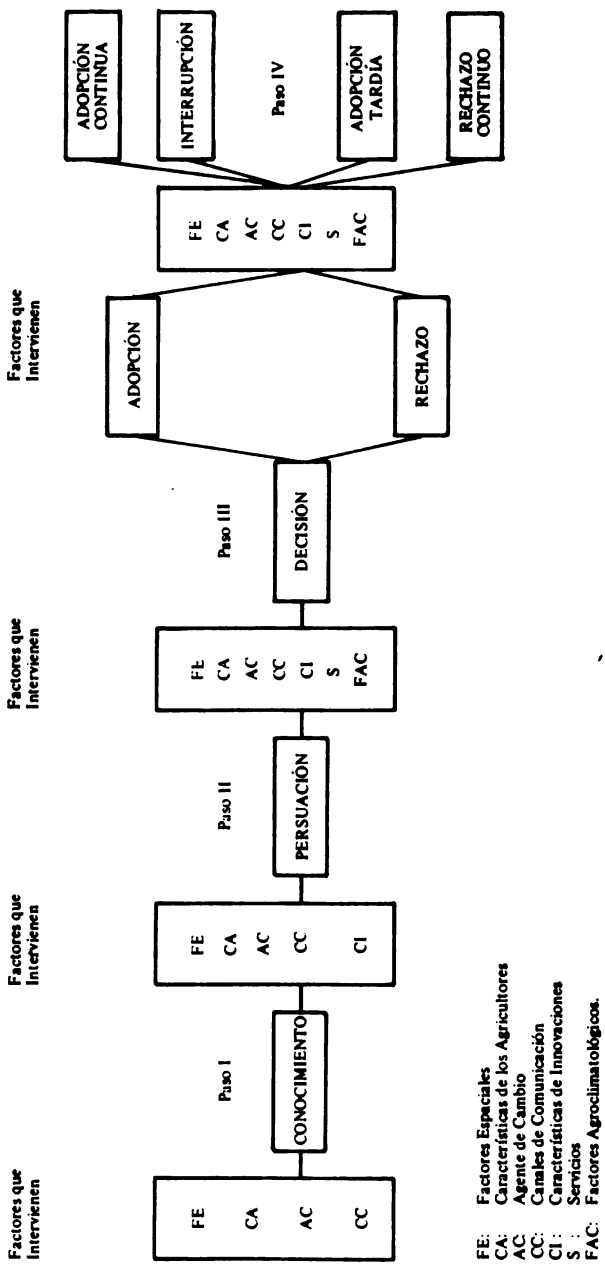


Fig. 1. Pasos que ilustran los factores que intervienen en el proceso de decisión-innovación.

(Esta figura es una versión modificada del gráfico original publicado en: Rogers y Shoemaker[10]: 102).

Estos 6 723 casos (22.3% del total de productores de arroz en el país y el 66.1% de los agricultores de arroz que trabajan en terrenos públicos) fueron utilizados como la población de estudio. Se obtuvo una muestra de 478 casos de los 6 723 productores de dicha población del estudio y los agricultores en la muestra están distribuidos en 95 proyectos que representan el 57.6% del número total de proyectos arroceros bajo programa de reforma agraria.

Aunque los productores de arroz incluidos en la muestra no son una representación exacta de todos los agricultores de arroz que trabajan a nivel nacional, existen cuatro razones que justificaron estudiar solamente parte de los que trabajan en terrenos del gobierno: 1) la población completa relacionada con el cultivo es muy grande para un estudio como este; 2) la información básica necesaria para escoger la muestra no está disponible para los 30 082 casos a nivel nacional, sino que es accesible sólo para 6 723 agricultores que trabajan en proyectos del gobierno; 3) los productores que pertenecen al IAD están siendo orientados por agencias del gobierno, lo que significa que los resultados de la investigación pueden ser aplicados más amplia y efectivamente a los pequeños productores; y 4) que esos pequeños productores son los agricultores que más necesitan este tipo de información.

Por otro lado, de los 478 casos que representan la muestra objeto de investigación, 437 productores fueron entrevistados en el estudio de campo. En ese sentido, la información recopilada y analizada tipifica a aquellos que trabajan en terrenos públicos y que recibieron crédito durante la primera época de siembra de 1978.

La fórmula utilizada para estimar el tamaño de la muestra fue la siguiente (Cochran[6] :54):

$$n = \frac{\dfrac{t^2 PQ}{d^2}}{1 + \left[\dfrac{1}{N}\left(\dfrac{t^2 PQ}{d^2} - 1\right)\right]} = \frac{\dfrac{(1.96)^2\,(32 \times 68)}{5^2}}{1 + \left[\dfrac{1}{6.723}\left(\dfrac{(1.96)^2\,(32 \times 68)}{5^2} - 1\right)\right]}$$

Donde: n Es el tamaño de muestra;

t^2 Es el nivel de confidencia;

P Es el porcentaje de productores de arroz que adoptaron las innovaciones difundidas;

Q Es el porcentaje de productores de arroz que no adoptaron las innovaciones difundidas;

d^2 Es el margen de error; y

N Es el número total de cultivadores de arroz que trabajan en terrenos del gobierno.

Como el procedimiento de muestreo requiere que los casos en la población tengan la misma oportunidad de selección, una tabla de números al azar fue utilizada para seleccionar la muestra (Arkin y Colton[1] :158–161).

VARIABLES DEL ESTUDIO Y FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Dos tipos de variables fueron seleccionadas para ser analizadas en esta investigación: variables explicativas y variables problemas.

Las variables explicativas, destinadas a explicar las funciones de conocimiento y adopción de las innovaciones agrícolas, fueron determinadas después de un amplio estudio bibliográfico en que se consultaron estudios y publicaciones de reconocida importancia y de gran actualidad. Algunos de esos documentos fueron escritos o publicados por autores clásicos, investigadores de mucha promesa para el futuro o de instituciones reconocidas en el área de la difusión de innovaciones. Ejemplos bien conocidos de estos trabajos son el de Hagerstrand sobre Difusión de Innovaciones como un Proceso Espacial[7] y el libro de Rogers y Shoemaker sobre Comunicación de Innovaciones[10] . Lawrence A. Brown es otro investigador que ha hecho aportes significativos a la teoría y modelos de difusión de innovaciones con los trabajos patrocinados por el departamento de Geografía de la Universidad del Estado de Ohio; igualmente, el Instituto Internacional de Investigación en Arroz (IRRI) de las Filipinas ha patrocinado investigaciones amplias y detalladas sobre difusión de tecnología en arroz[8] .

Tomando en consideración esos estudios así como la experiencia del investigador en labores de extensión y capacitación agrícola en la República Dominicana, 51 variables fueron seleccionadas para explicar las funciones de conocimiento y adopción, las que recibieron el nombre de variables explicativas y representan: las características de las innovaciones, los factores de ubicación, las características del agricultor, las características de los agentes de cambio, los servicios a los productores y los canales de comunicación. Todas las variables explicativas fueron definidas operacionalmente y están presentadas en el Cuadro N° 1.

Las variables explicativas fueron medidas, en el trabajo de campo, de acuerdo a una escala con valores del 1 al 5, donde el 1 representaba las condiciones óptimas para la adopción, y el 5 las condiciones más desfavorables. Después de la medición, las variables fueron transformadas en factores manteniendo una separación por categorías de productores, cuyos tipos dependen del sistema de producción que ellos utilicen. Dos tipos fueron determinados: productores con 'sistemas de semillero' y productores con 'sistema de siembra directa'; en el primer caso, las 51 variables explicativas se convirtieron en 9 factores (ver Cuadro N° 2); en el segundo caso, las 51 variables vinieron a ser 10 factores (ver Cuadro N° 3).

En cuanto al segundo tipo de variables (variables problemas), los datos muestran que el número de ellas es diferente, dependiendo de la categoría de productores a que se refieran.

Mientras los productores con el sistema de semillero tuvieron 50 variables problemas (ver Cuadro N° 4) los productores con el sistema de siembra directa tuvieron solamente 37 variables problemas (ver Cuadro N° 5). En ambos casos las variables problemas (50 y 37) fueron registradas siguiendo dos conceptos: el grado de adopción (tasa en la cual un agricultor adopta innovaciones) y grado de conocimiento (sobre innovaciones).

Después del estudio de campo, las 50 y 37 variables problemas fueron transformadas, a través del número de respuestas negativas dadas por cada productor individual, a sólo dos variables problemas: el grado de adopción y el grado de conocimiento sobre innovaciones que pertenecen a cada agricultor individual. En un paso adicional, los valores representando el grado de adopción y el grado de conocimiento sobre innovaciones por agricultores individuales (los cuales tienen que ser de 0 a 50 en el caso del sistema de semillero y de 0 a

CUADRO N° 1. Definiciones de las variables explicativas.

	Características de las Innovaciones
1)	Rentabilidad: Beneficios económicos (rendimiento, ingresos netos, otros) de la nueva tecnología.
2)	Compatibilidad: Comparación entre tecnología vieja y nueva.
3)	Probabilidad: Aplicabilidad de la nueva tecnología.
4)	Complejidad: Facilidad de entendimiento de la nueva tecnología.
5)	Observabilidad: Si los resultados de la nueva tecnología son visibles o no con relación a los resultados de la tecnología vieja.
	Ubicación
6)	Ubicación del Agente de Cambio (AC): Ubicación con relación a la finca.
7)	Ubicación de las parcelas de demostración: Ubicación con relación a la finca.
8)	Ubicación de servicios de crédito: Ubicación con relación a la finca.
9)	Ubicación de Insumos: (fertilizantes, pesticidas, otros): Ubicación con relación a la finca.
10)	Ubicación de almacenaje: Ubicación con relación a la finca.
11)	Ubicación de los compradores: Ubicación con relación a la finca.
	Características de los Agricultores
12)	Edad del Agricultor: En años.
13)	Dependientes del Agricultor: Número de parientes que depende económicamente del agricultor.
14)	Tamaño del terreno: En hectáreas.
15)	Status Social del Agricultor: Con relación a otros agricultores en el proyecto.
16)	Nivel educativo del agricultor: Grado de escolaridad.
17)	Intensidad de cultivo: Comercial vs. subsistencia.
18)	Capacidad económica de agricultor: Origen del dinero utilizado para la producción.
19)	Especialización de la finca: Número de cultivos plantados en el terreno.

20)	Empatía: Participación del agricultor en grupos, reuniones y actividades de la comunidad.
21)	Dogmatismo: Actitud hacia cambios de tradiciones, valores y prácticas de la comunidad, grupos y personas.
22)	Racionalidad: Frecuencia con que el agricultor hace el plan de trabajo y presupuesto antes de comenzar la época de cosecha.
23)	Actitud hacia el cambio: Actitud del agricultor para probar nueva tecnología.
24)	Actitud hacia riesgos: Actitud del agricultor para tratar algo que pudiera tener resultados positivos pero cuyos logros no son conocidos.
25)	Actitud hacia el crédito: Si el agricultor piensa o no que usar el crédito es positivo o negativo para las actividades de la finca.
26)	Actitud hacia la ciencia y tecnología: Si el agricultor piensa o no que son útiles para la gente.
27)	Nivel de aspiración: Valor dado a la educación, trabajo, y condiciones de vida de los niños del agricultor.
28)	Participación social del agricultor: Cantidad de reuniones e intercambio de ideas entre agricultores, iguales y otros, a niveles local y regional.
29)	Integración local del agricultor: Grado de identificación y solidaridad con los compañeros y miembros de su comunidad.
30)	Actitud cosmopolita del agricultor: Si el agricultor desea vivir en una ciudad.
31)	Reunión de un agricultor con un AC: Si el agricultor piensa que las visitas del AC son suficientes.
32)	Exposición del agricultor a los medios de comunicación de masas: Frecuencia de contactos con la radio, T.V., periódicos y revistas.
33)	Exposición del agricultor a canales de comunicación interpersonales: Frecuencia de reuniones, conferencias, cursos cortos, talleres, actividades de campo, demostraciones, películas educativas, otros, y experiencia.
34)	Grado de liderazgo de opinión: Número de personas que piden consejos al agricultor.
	Agente de Cambio
35)	Esfuerzo del AC: Si el agricultor piensa que el AC está haciendo lo suficiente para ayudarlo.
36)	Conocimientos del AC: Si el agricultor piensa que el AC tiene suficiente información sobre la nueva tecnología.

37)	Orientación del AC; Cliente vs. organismo: Si el agricultor piensa que el AC trabaja más para los intereses de su organismo que para los intereses del agricultor.
38)	Similaridad del AC con los clientes: Si el agricultor piensa que las actitudes, creencias y conducta del AC son similares o diferentes a las de él.
39)	Empatía del AC con los clientes: Si el agricultor piensa que la forma de vida del AC es similar a la de él.
40)	Status social del AC entre los clientes: Percepción por parte del agricultor del status social del AC.
41)	Participación social del AC con los clientes: Percepción por parte del agricultor de la participación social del AC en la comunidad agrícola.
42)	Relación del AC con los líderes de opinión: Percepción por parte del agricultor del liderato del AC en la comunidad.
43)	Credibilidad del AC: Percepción por parte del agricultor de la credibilidad del AC entre los proyectos de los agricultores.
	Servicios
44)	Servicios de crédito: Cantidad, oportunidad y condiciones en las cuales el Banco Agrícola extiende créditos.
45)	Servicios de Semilla: Cantidad, oportunidad y condiciones bajo las cuales las variedades de alto rendimiento son vendidas a los productores.
46)	Fertilizantes, pesticidas, herbicidas, raticidas, maquinarias, servicios de irrigación y drenaje: Cantidad, oportunidad y condiciones bajo las cuales tales servicios están disponibles a los productores.
47)	Servicios de mano de obra: Disponibilidad y condiciones de trabajo.
48)	Cosecha, transportación, secamiento y servicio de almacenaje: Disponibilidad y condiciones de servicios.
49)	Rentabilidad: Relación entre el costo de producción y el beneficio neto.
	Canales de Difusión
50)	Canales de comunicación: Información acerca de los programas agrícolas disponibles a través de la radio, películas, revistas y otras publicaciones.
51)	Canales interpersonales: Número de veces que el agricultor se reúne con sus compañeros u otras personas para analizar temas agrícolas.

CUADRO N° 2. Análisis de factores de las variables explicativas para los agricultores que usan el sistema de semillero.

Factores Derivados y Variables Asociadas		Carga de Variables
Factor I :	**Características del Agente de Cambio**	
VAR 030:	Reunión del agricultor con el Agente de Cambio	.77019
VAR 035:	Esfuerzo del Agente de Cambio	.84956
VAR 036:	Conocimiento del Agente de Cambio	.81414
VAR 040:	Status Social de Agente de Cambio entre los clientes.	.75014
VAR 041:	Participación social del Agente de Cambio con los clientes.	.86824
VAR 042:	Relación del Agente de Cambio con los líderes de opinión.	.74606
VAR 043:	Credibilidad del Agente de Cambio entre los agricultores.	.80062
Factor II :	**Características de las Innovaciones.**	
VAR 001:	Rentabilidad de las innovaciones.	.69462
VAR 004:	Complejidad de las innovaciones.	.79739
VAR 005:	Observabilidad de las innovaciones.	.65245
Factor III :	**Comunicación Interpersonal del Agricultor.**	
VAR 033:	Exposición del agricultor a canales de comunicación interpersonal.	.66547
VAR 034:	Grado de liderazgo de opinión.	.66547
VAR 051:	Canales interpersonales.	.66459
		.70276
Factor IV :	**Servicios de Semilla y Trabajo.**	
VAR 045:	Servicios de semilla.	.65618
VAR 047:	Servicios de trabajo.	.66303
Factor V :	**Localización de Servicios de Mercadeo.**	
VAR 010:	Ubicación del almacén.	.76297
VAR 011:	Ubicación de los compradores.	.70820
Factor VI: :	**Compatibilidad entre el Agente de Cambio y los agricultores.**	
VAR 038:	Familiaridad del Agente de Cambio con los agricultores.	.80688
VAR 039:	Empatía del Agente de Cambio con los agricultores.	.80863
Factor VIII :	**Ubicación de Insumos y Servicios.**	
VAR 008:	Ubicación del Servicio de Crédito.	.79423
VAR 009:	Localización de insumos (fertilizantes y pesticidas)	.71411
Factor IX :	**Actitud Cosmopolita del Agricultor.**	
VAR 030:	Actitud cosmopolita del agricultor.	.69716
Factor XI :	**Nivel de Educación del Agricultor.**	
VAR 015:	Nivel educacional del agricultor	.74126

CUADRO N° 3. Análisis de factores de las variables explicativas para agricultores que usan el sistema de siembra directa.

Factores Derivados y Variables Asociadas		Carga de Variables
Factor I :	**Características del Agente de Cambio.**	
VAR 031:	Encuentro del agricultor con el Agente de Cambio.	.68727
VAR 035:	Esfuerzo del Agente de Cambio.	.82778
VAR 036:	Conocimiento del Agente de Cambio.	.78395
VAR 041:	Participación social del Agente de Cambio con los clientes.	.79182
VAR 043:	Credibilidad del Agente de Cambio entre los agricultores.	.79185
Factor II :	**Innovación y Capacidad Económica.**	
VAR 004:	Complejidad de las innovaciones.	.66426
VAR 018:	Capacidad económica del agricultor.	.72466
Factor III :	**Observabilidad de las Innovaciones.**	
VAR 005:	Observabilidad de las innovaciones.	.89482
Factor IV :	**Dogmatismo del Agricultor.**	
VAR 021:	Dogmatismo del agricultor.	.74797
Factor V :	**Ubicación de Insumos y Servicios.**	
VAR 006:	Ubicación del Agente de Cambio.	.69904
VAR 008:	Ubicación del Servicio de Crédito.	.81579
VAR 009:	Ubicación de insumos (fertilizantes y pesticidas).	.68349
Factor VI :	**Características de los Agricultores.**	
VAR 026:	Actitud hacia la ciencia y la tecnología.	.66835
VAR 027:	Nivel de aspiraciones.	.80505
VAR 028:	Participación social del agricultor.	.66460
Factor VII :	**Comunicación Interpersonal del Agricultor.**	
VAR 033:	Exposición del agricultor a canales de comunicación interpersonal.	.64641
VAR 034:	Grado de liderazgo de opinión.	.77611
VAR 051:	Canales interpersonales.	.69020
Factor VIII :	**Familiaridad del Agente de Cambio con los Agricultores.**	
VAR 038:	Familiaridad del Agente de Cambio con los agricultores.	.70004
Factor IX :	**Servicios de Semilla.**	
VAR 045:	Servicios de semilla.	.65054
Factor X :	**Intensidad de Cultivo.**	
VAR 017:	Intensidad de cultivo.	.87004

CUADRO N° 4. Definiciones, valores y/o respuestas de variables problemas para los agricultores que usan el sistema de semillero.

1)	Variedades de alto rendimiento: IR–5, IR–6, CICA–4, Juma–1, Juma 32, Juma–57, Juma–58, y Juma–60 (Tanioka).
2)	Corte, cruce y rastra: lo mismo.
3)	Profundidad para cultivar el suelo: de 18 a 22 centímetros.
4)	Uso de curvas para nivelar el terreno: si.
5)	Nivelación en seco o en fangueo(*): seco.
6)	Herramientas usadas para la nivelación a contorno: herramientas especiales (no pala).
7)	Estado en que 'el fangueo' es hecho: durante la nivelación.
8)	Fecha para el 'fangueo' después del arado: de 2 a 3 semanas después del arado, cruce y rastra.
9)	Herramientas para cultivar el suelo: arado de vertedera.
10)	Herramientas para nivelar el terreno: implementos de tractores.
11)	Métodos para hacer el semillero: de 1.5 a 2.3 metros de longitud.
12)	Fecha para hacer el semillero: de diciembre 15 a febrero 28.
13)	Cantidad de semilla/área para semillero: de 32 a 48 quintales/hectárea.
14)	Condiciones para plantar semillas en el semillero: semilla seca.
15)	Fecha de la primera irrigación del semillero: dos días después de plantar la semilla.
16)	Area de semillero relativa al área a ser plantada: de 4 a 5%.
17)	Cantidad de fertilizantes/área usado en el semillero: fórmula 15–15–15: de 1.60 a 7.36 quintales/hectárea. Fórmula 12–24–12: de 1.92 a 9.28 quintales/hectárea.
18)	Fecha para aplicar el fertilizante al semillero: de 7 a 10 días después de regar la semilla.
19)	Métodos de aplicar fertilizantes: a mano y en una aplicación.

(*) 'fangueo' es un procedimiento de nivelación de terreno, aplicable cuando el terreno está inundado.

20)	Cantidad de pesticida/área en semillero: Furadán: De 0.32 a 0.40 quintales/por hectárea. Bim: 3 galones/hectárea Hinosan: 3 galones/hectárea. Kasunin: 3 galones/hectárea. Endrin: 2.75 galones/hectárea.
21)	Fecha para aplicar pesticidas al semillero: una semana después de la germinación o más tarde, cuando sea necesario.
22)	Método de aplicación de pesticida: aspersoras manuales, de mochila o por avión.
23)	Fecha para preparar terreno para transplante de semillero: antes o conjuntamente con el semillero.
24)	Fecha para transplantar si es la primera cosecha: de 35 a 45 días.
25)	Métodos de plantación: en posición vertical.
26)	Número de hoyos/área: de 16 a 20.
27)	Número de plantas/hoyo: de 4 a 5.
28)	Profundidad para plantar: de 1 a 2 pulgadas.
29)	Tiempo entre brotar los retoños y transplante: dos días.
30)	Cantidad de días para aplicar agua después del transplante: no menos de 3 días.
31)	Cantidad de agua aplicada después del transplante: de 1.5 a 2 pulgadas.
32)	Número de fertilizaciones aplicadas después del transplante: 3.
33)	Fecha de la primera fertilización: de 7 a 10 días después del transplante.
34)	Fecha de la segunda fertilización: de 21 a 23 días después del transplante.
35)	Fecha de la tercera fertilización: de 20 a 25 días antes de que la espiga brote.
36)	Epoca para sacar el agua antes de la aplicación de insumos: de 1 a 3 días.
37)	Fecha para irrigar de nuevo: de 1 a 2 días después de la aplicación de los insumos.
38)	Cantidad de fertilizante en la primera aplicación. Fórmula 15–15–15: de 5.60 a 6.40 quintales/hectárea Fórmula 12–24–12: de 7.20 a 8.16 quintales/hectárea Fórmula 13–13–13: de 6.72 a 7.20 quintales/hectárea Fórmula 16–20–0: de 5.60 a 6.50 quintales/hectárea

39) Cantidad de fertilizante en la segunda aplicación:
Fórmula 15–15–15: de 5.60 a 6.40 quintales/hectárea
Fórmula 12–24–12: de 7.20 a 8.16 quintales/hectárea
Fórmula 13–13–13: de 6.72 a 7.20 quintales/hectárea
Fórmula 16–20–20: de 5.60 a 6.50 quintales/hectárea

40) Cantidad de fertilizante en la tercera aplicación:
Urea: de 0 a 0.98 quintales/hectárea.
Sulfato de Amonio: De 0 a 2.24 quintales/hectárea.

41) Métodos de aplicación: A mano o por avión.

42) Cantidad de herbicidas pre-emergentes por área.
Machete: 1.50 galones/hectárea.
Bolero: 0.55 galón/hectárea.
Tordan: de 2 a 2.50 galones/hectárea.
Stam: 0.25 galón/hectárea.

43) Fecha para aplicar el herbicida después del transplante: de 4 a 7 días.

44) Cantidad de herbicida/área.
2–4–D: De 2 a 2.70 galones/hectárea.
Stam f–34: 0.25 galón/hectárea.
Tordan: De 2 a 2.70 galones/hectárea.

45) Fecha para aplicar el herbicida: cuando las malezas tienen de 1 a 3 hojas.

46) Cantidad de fungicida/área:
Benlate: de 0.55 a 0.75 hectárea por 0.01 quintal.
Kasumin: 3.25 hectáreas/galón.
Bla-s: 3.25 hectáreas/galón.
Hinosan: 3.25 hectáreas/galón.
Kitazin: 3.25 hectáreas/galón.

47) Cantidad de pesticida por área:
Endrin: 3.75 hectáreas/galón.
Azodrin: 6.25 hectáreas/galón.
Sevin: 6.25 hectáreas/galón.
Furadán: De 0.75 a 1.16 hectáreas/quintal.

48) Fecha para aplicar el pesticida: cuando la enfermedad está presente.

49) Fecha para secar el terreno antes de la cosecha: si el suelo no tiene arcilla: De 5 a 7 días antes de la cosecha.
Si el suelo es arcilloso: de 10 a 15 días antes de la cosecha.

50) Madurez del grano a ser cosechado: de 70 a 80 % de madurez.

CUADRO N° 5: Definiciones, valores y/o respuestas de las variables problemas para los agricultores que usan el sistema de siembra directa.

1) Variedades de alto rendimiento: IR–5, IR–6, CICA–4, Juma–1; Juma–32, Juma–57, Juma–58, Juma–60 (Tanioka).

2) Corte, cruce y rastra: el mismo.
3) Profundidad para cortar el suelo: de 18 a 33 centímetros.
4) Uso de curvas de nivelación: si.
5) Nivelación en seco o fangueo: seco.
6) Instrumentos utilizados para nivelar el terreno: con equipos, no con palas.
7) Etapa en la cual el "fangueo' es hecho: durante el nivelado.
8) Fecha de "fangueo" después del arado: de 2 a 3 semanas después del corte, cruce y rastra.
9) Instrumentos utilizados para preparar el terreno: arado de vertedera.
10) Instrumentos para romper terrones en el terreno: equipos de tractor.
11) Cantidad de semilla/área: de 2.25 a 2.56 quintales/hectárea.
12) Métodos de plantar semilla: manualmente o por avión.
13) Fecha para plantar si es sólo una siembra: de diciembre 15 a julio 30.
14) Fecha para plantar si son dos siembras: si son dos cosechas: de diciembre 15 a febrero 28.
15) Fecha para plantar la segunda siembra si son dos siembras: de junio a julio 15.
16) Condiciones para plantar semillas: si el terreno es húmedo: semilla germinada.
Si la semilla no está germinada: terreno con 1 ó 2 pulgadas de agua.
17) Fecha de la primera irrigación: de 8 a 10 días después que la semilla es sembrada.
18) Cantidad de agua en la primera irrigación: menos de una pulgada.
19) Cantidad de agua para plantas adultas: menos de 5 pulgadas.
20) Número de aplicaciones de fertilizantes: tres.
21) Fecha de la primera fertilización: de 30 a 40 días después de la siembra.

22) Fecha de la segunda fertilización: de 50 a 60 días después de la siembra.
23) Fecha de la tercera fertilización: de 20 a 25 días antes de que la espiga brote.
24) Fecha para sacar el agua antes de la aplicación de insumos: de 1 a 3 días.
25) Fecha para irrigar de nuevo: de 1 a 2 días después de la aplicación.
26) Cantidad de fertilizante en la primera aplicación:
Fórmula 15–15–15: De 5.60 a 6.40 quintales/hectárea.
Fórmula 12–24–12: De 7.20 a 8.16 quintales/hectárea.
Fórmula 13–13–13: De 6.72 a 7.20 quintales/hectárea.
Fórmula 16–20–0: De 5.60 a 6.40 quintales/hectarea.
27) Cantidad de fertilizante en la segunda aplicación:
Fórmula 15–15–15: De 5.60 a 6.40 quintales/hectárea.
Fórmula 12–24–12: De 7.20 a 8.16 quintales/hectárea.
Fórmula 13–13–13: De 6.72 a 7.20 quintales/hectárea.
Fórmula 16–20–0: De 5.60 a 6.40 quintales/hectárea.
28) Cantidad de fertilizante en la tercera aplicación:
Urea: De 0 a 0.98 quintal/hectárea.
Sulfato de Amonio: De 0 a 2.24 quintales/hectárea.
29) Métodos de aplicación: Manualmente o por avión.
30) Cantidad de herbicida pre-emergente/área.
Machete: 1.50 galones/hectárea.
Bolero: 0.55 galón/hectárea.
Tordán: De 2 a 2.50 galones/hectárea.
Stam: 0.25 galón/hectárea.
31) Cantidad de herbicida/área.
2, 4–D: De 2 a 2.70 galones/hectárea.
Stam f–34: 0.25 galón/hectárea.
Tordan: De 2 a 2.70 galones/hectárea.
32) Fecha para aplicar herbicida: cuando las malezas tienen de 1 a 2 hojas.
33) Cantidad de fungicida por área:
Benlate: De 0.55 a 0.75 hectárea por 0.01 quintal.
Kasumin: 3.25 hectáreas/galón.
BLA-S: 3.25 hectáreas/galón.
Kitazun: 3.25 hectáreas/galón.
Hinosan: 3.25 hectáreas/galón.

34)	Cantidad de pesticida/área: Endrin: 3.75 hectáreas/galón. Azodrin: 6.25 hectáreas/galón. Sevin: 6.25 hectáreas/galón. Furadan: de 0.75 a 1.16 hectáreas/galón.
35)	Fecha para aplicar fungicida: cuando la enfermedad está presente.
36)	Fecha para secar el terreno para cosecha: Si el suelo no tiene arcilla: De 5 a 7 días antes de la cosecha. Si el suelo es arcilloso: De 10 a 15 días antes de la cosecha.
37)	Madurez del grano a ser cosechado: De 70 a 80 % de madurez.

37 en el caso de sistema de siembra directa) fueron transformados a porcentajes, dividiendo los valores (número de respuestas negativas de un agricultor individual) que representan el grado de adopción y grado de conocimiento sobre innovaciones para cada agricultor individual por el valor total (50 o 37) que cada agricultor individual pudiera tener si supiera y utilizara todas las recomendaciones difundidas por la agencia que genera la nueva tecnología (50 en el caso de SS y 37 en el caso de SD). Por ejemplo, cuando un agricultor tiene un valor de 10 puntos en la primera transformación eso significa que está usando 40, si sigue el sistema de SS, de las innovaciones que él potencialmente podría usar. En la segunda transformación (el cambio a porcentajes), el mismo agricultor tiene un valor de 0.20.

Tomando en consideración el marco teórico de la investigación así como los resultados empíricos en diversos lugares y tiempos, y asumiendo la existencia de interrelaciones de las variables explicativas y las variables problemas, 2 hipótesis generales y 25 hipótesis específicas fueron formuladas como bases para la orientación del estudio (ver Cuadro N° 6).

La primera hipótesis general trata sobre la conexión existente entre las variables explicativas y las variables problemas; la segunda establece una jerarquización entre las variables explicativas, de acuerdo a su capacidad para predecir su comportamiento en relación a las variables problemas. En cuanto a las hipótesis específicas se refiere, hay hipótesis en las cuales las interrelaciones en las variables explicativas y las variables problemas son positivas; en otros casos las relaciones son negativas. Algunas hipótesis representan relaciones entre una variable explicativa y una variable problema, mientras otras afirmaciones enlazan más de una variable explicativa a la habilidad innovadora de los productores. Todas las hipótesis fueron comparadas con los resultados del estudio como una forma de determinar si ellas estaban apoyadas o no por la evidencia empírica.

METODOLOGÍA

Parte del procesamiento y reducción de los datos (ver Cuadro N° 7) para esta investigación fue hecho usando el 'paquete estadístico de las Ciencias Sociales', SPSS, (Niel, **et al**[9]). Tres programas fueron utilizados: uno para obtener correlaciones entre las variables

CUADRO N° 6. Hipótesis de base para la orientación del estudio.

	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN HIPÓTESIS GENERALES
1)	Los atributos de las innovaciones, los factores de ubicación, características de los agricultores, las características de agentes de cambio, la oportunidad, calidad, y cantidad de servicios e insumos ofrecidos, y los canales del proceso de difusión, son todos factores asociados con el grado de conocimiento y la adopción de nuevas variedades, prácticas o productos.
2)	Los factores referidos en la primera hipótesis general tienen diferentes niveles de asociación con el grado de conocimiento así como la adopción de ésta. La importancia de cada factor en la explicación en torno al conocimiento y la adopción de una innovación puede o no figurar en el orden en el cual están listados en la primera hipótesis.
	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS
1)	La ventaja relativa de una nueva variedad, práctica o producto, como lo percibe el agricultor, está positivamente relacionada al grado de conocimiento y adopción.
2)	La compatibilidad de una nueva variedad, práctica o producto con valores, creencias, actividades y prácticas, como lo percibe el agricultor, está positivamente relacionada al grado de conocimiento y adopción.
3)	La probabilidad de aplicar una nueva variedad, práctica o producto, como es percibida por el agricultor, está positivamente relacionada al grado de conocimiento y adopción.
4)	La complejidad de una nueva variedad, práctica o producto, como es percibida por el agricultor, está negativamente relacionada al grado de conocimiento y adopción.
5)	La observabilidad de una nueva variedad, práctica o producto, como es percibida por el agricultor, está positivamente relacionada al grado de conocimiento y adopción.

6) La localización del agente de cambio, con relación a la finca del productor, está positivamente relacionada al grado de conocimiento y adopción sobre una nueva variedad, práctica o producto.

7) La localización del centro de investigación y de fincas demostrativas, con relación a la finca del productor, está positivamente relacionada al grado de conocimiento y adopción sobre una nueva variedad, práctica o producto.

8) La localización de servicios e insumos, relativos a la finca, está positivamente relacionada al grado de conocimiento y adopción sobre una nueva variedad, práctica o producto.

9) La localización de secaderos, almacenes y facilidades de compra, relativos a los productores, está positivamente relacionada al grado de conocimiento y adopción sobre una nueva variedad, práctica o producto.

10) Los agricultores con un nivel más alto de conocimiento y adopción de una nueva variedad, práctica o producto, tienden a ser más jóvenes, más educados y de una situación social más alta que los agricultores con un grado menor de conocimiento y de adopción sobre la innovación.

11) Agricultores con un grado más alto de conocimiento y adopción sobre una nueva variedad, práctica o producto, tienen parcelas de un tamaño mediano (cerca de 3.5 hectáreas), una orientación comercial en vez de una de subsistencia; mayores oportunidades para adquirir crédito del sistema institucional, y fincas únicamente con arroz y una sola variedad de este cereal.

12) Agricultores con un mayor grado de conocimiento y adopción sobre una nueva variedad, práctica o producto, tienden a tener más empatía con el agente de cambio y otros agricultores; actitudes menos dogmáticas; un enfoque más racional para tomar decisiones; mayor apertura a cambios, correr riesgos, y conocimientos técnicos y científicos; un nivel más alto de aspiración en relación a la educación, ocupación e ingreso que los agricultores con un menor nivel de conocimiento y adopción de innovaciones.

13) Agricultores con un grado más alto de conocimiento y adopción sobre una nueva variedad, práctica o producto, tienden a participar más socialmente, están más integrados dentro del sistema social, tienen más actitudes cosmopolitas, más contacto con los agentes de cambio, más experiencias de exposición a la comunicación de masas y a los canales de comunicación interpersonal, y expresan un grado más alto de liderazgo de opinión que los agricultores con un grado más bajo de conocimientos y adopción sobre innovaciones.

14) El grado de esfuerzo del agente de cambio, en términos de contacto con agricultores, está positivamente relacionado con el grado de conocimiento y adopción de innovaciones.

15) El grado de conocimiento del agente de cambio acerca de la nueva variedad, práctica o producto, está positivamente relacionada al grado de conocimiento y de adopción de innovaciones por agricultores.

16) Una orientación de parte del agente de cambio hacia el agricultor, está positivamente relacionada con el grado de conocimiento y de adopción de una nueva variedad, práctica o producto.

17) La empatía del agente de cambio con las actitudes, creencias y conducta de los agricultores está positivamente relacionada al grado de conocimiento y adopción de una nueva práctica, variedad o producto.

18) El status social del agente de cambio y su participación social entre los agricultores está positivamente relacionado al grado de conocimiento y de adopción de una nueva variedad, práctica o producto por los agricultores.

19) El grado de trabajo del agente de cambio entre los líderes de la comunidad está positivamente relacionado al grado de conocimiento y de adopción de una nueva variedad, práctica o producto.

20) El grado de credibilidad del agente de cambio entre los agricultores está positivamente relacionado al grado de conocimiento y de adopción de una nueva variedad práctica o producto.

21) La cantidad, disponibilidad y condiciones del crédito ofrecido a los agricultores están relacionadas al grado de conocimiento y adopción de una nueva variedad, práctica o producto.

22)	El precio, calidad, cantidad y disponibilidad de insumos están relacionados al grado de conocimiento y adopción de una nueva variedad, práctica o producto.
23)	El transporte, secado y facilidades de almacenaje están relacionados con el grado de conocimiento y de adopción de una nueva variedad práctica o producto.
24)	La rentabilidad de la producción de arroz está relacionada con el grado de conocimiento y adopción de una nueva variedad, práctica o producto.
25)	Los canales de comunicación para con las masas son relativamente más importantes en la función de conocimiento, y los canales interpersonales son relativamente más importantes en la función de adopción de una nueva variedad, práctica o producto.

CUADRO N°7. Ilustración de la metodología del estudio.

Paso No.	Actividad	Variables o factores que intervienen	Resultados
1)	Definición de las variables.	Variables explicativas y problemas.	Definiciones operacionales.
2)	Estudio de campo.	Variables explicativas y problemas.	Datos para el estudio.
3)	Reducción y transformación.	50 variables problemas por SS(*) y 37 variables problemas por SD(**).	Dos variables problemas: el grado de adopción y el grado de conocimiento acerca de innovaciones.
4)	Análisis de correlación.	51 variables explicativas con el grado de adopción y el grado de conocimiento acerca de innovaciones.	204 correlaciones: 102 para cada tipo de productores ó 51 para el grado de adopción y 51 para el grado de conocimiento acerca de innovaciones.
5)	Análisis factorial.	51 variables explicativas fueron agrupadas en factores.	9 factores para el SS y 10 factores para el SD.
6)	Ecuaciones de regresión múltiple.	9 factores para el SS con el grado de adopción y el grado de conocimiento acerca de innovaciones y 10 factores para el SD con el grado de adopción y el grado de conocimiento acerca de innovaciones.	Clasificando los 9 factores de acuerdo a su poder para explicar la variación en el grado de adopción y el grado de conocimiento sobre innovaciones; clasificación de 10 factores de acuerdo a su poder para explicar la variación en el grado de adopción y el grado de conocimiento sobre innovaciones.
7)	Análisis de resultados.	Todas las variables y factores.	Hipótesis aceptadas o rechazadas, significación de cada factor y prueba del modelo de estudio.

(*) SS: Sistema de Semillero.
(**) SD: Sistema de Siembra Directa.

explicativas y las variables problemas, otro para agrupar las variables explicativas en factores, y el último para obtener regresiones múltiples. El trabajo de computadora fue realizado en el Centro de Datos, Regional Nordeste, del Sistema de la Universidad Estatal de Florida, en Gainesville, Florida.

a. Programa del Análisis de Correlación

Dado que las variables del estudio estaban en escalas ordinales las relaciones entre las variables problemas y explicativas fueron examinadas usando una técnica de correlación no paramétrica. El coeficiente de ordenamiento de Spearman (P) fue la técnica utilizada en este caso. Este coeficiente clasifica entre $\pm$ 1.0, donde 1.0 significa la perfecta correlación positiva y -1.0 significa la perfecta correlación negativa; 0.0 significa no correlación entre las variables.

Dado de que era necesario saber si las interrelaciones existieron entre las variables explicativas y problemas y cómo era el signo de la relación, fue necesario una prueba de una sola 'cola'. La hipótesis nula (que no existe correlación lineal entre las variables explicativas y problemas) fue rechazada cuando el valor de alfa (α) fue mayor que 0.05 y aceptada cuando alfa (α) fue menor de 0.05.

Como el análisis de correlación fue utilizado para determinar las interelaciones en las 51 variables explicativas y las variables problemas, las correlaciones entre cada una de las variables explicativas y el grado de adopción y grado de conocimiento sobre nueva tecnología fueron establecidas. Ya que los agricultores están agrupados en dos categorías, fueron calculadas 102 correlaciones para cada tipo de productores: 51 correlaciones pertenecieron al grado de adopción y 51 al grado de conocimiento.

b. Programa de Análisis Factorial

Los propósitos de esta técnica, en el proceso metodológico de reducción, fueron dos: reducir el número de las variables explicativas para las ecuaciones de regresión múltiple y, además, asegurar que las

variables explicativas eran independientes entre sí. Para llevar a cabo estos propósitos, el análisis de Componente Principal con rotación ortogonal (opción de variación máxima) fue usada.

La ventaja de esta solución es que cada factor está caracterizado por la contribución de las variables con una carga muy grande en un solo factor; por tanto los factores tienden a tener una carga de cerca de 1's ó 0's (Yeates,[13] :234; Nie et al[9] :482).

Un procedimiento convencional de redondeo fue usado para tomar en consideración solamente las variables con una carga mayor de .65; en este sentido todas las variables con una carga menor de este valor no fueron tomadas en consideración para el análisis de factores. Tal criterio de selección de variables estuvo justificado por dos razones: 1) el uso de .7 como un punto de corte para incluir las variables dentro de los factores; y 2) el deseo de salvar el mayor número de variables en cada factor.

Si un factor sólo representaba una variable y esta variable tenía una carga menor que .65 el factor no fue usado en las ecuaciones de regresión múltiple. El programa de análisis factorial fue usado sólo para las 51 variables explicativas. En el caso de productores con el sistema de semillero, las 51 variables explicativas fueron agrupadas dentro de 12 factores. Ya que solamente las variables con una carga mayor de 0.65 fueron consideradas, tres factores, los cuales sólo tenían una variable y las variables tenían una carga menor de 0.65, no calificaron para las ecuaciones de regresión múltiple. Las 51 variables explicativas para productores con el sistema de siembra directa fueron agrupadas en 10 factores y en este caso todos los factores menos uno entraron a las ecuaciones de regresión múltiple.

c. Programa del Análisis de Regresión

El propósito de este paso fue evaluar la contribución de cada variable explicativa (agrupadas en factores) en su papel de explicar la variabilidad en las variables problemas (el grado de adopción y el grado de conocimiento sobre las innovaciones difundidas). Como las ecuaciones de regresión múltiple requerían que las variables fueran medidas en una escala de intervalos, los valores de las variables problemas utilizados en el análisis de correlación fueron transformados

en porcentajes; éstos y los factores representando las variables explicativas fueron los datos usados en las cuatro ecuaciones de regresión múltiple.

La opción de computadora usada para obtener el propósito de esta fase del análisis fue la "inclusión avanzada (de paso por paso, *forward stepwise inclusion*), opción que significa que las variables explicativas (los factores)" . . . son introducidas solamente si ellas reunen ciertos criterios estadísticos. La orden de inclusión está determinada por la respectiva contribución de cada variable para explicar la variabilidad Nie et al[9] :345). Por ejemplo, el coeficiente de correlación de regresión múltiple (r) y el coeficiente múltiple de determinación (R^2) fueron utilizados para analizar la fuerza de la relación entre los factores (variables explicativas) y el grado de adopción y grado de conocimiento (variables problemas). De las cuatro ecuaciones de regresión múltiple calculadas, dos ecuaciones se referían a productores con el sistema de semillero y dos analizaron datos referidos a productores con el sistema de siembra directa. Todas las ecuaciones relacionan los factores al grado de adopción y grado de conocimiento sobre las innovaciones difundidas en cada tipo de productor.

Un factor fue tomado en consideración en la sección de análisis de regresión que aparece en el siguiente capítulo y el cual describe el análisis de los resultados, cuando la contribución de ese factor representó más del 1% en la explicación de la variabilidad de las variables problemas dada por todos los factores analizados.

Para finalizar con el capítulo sobre la metodología de la investigación diremos que, como todo estudio empírico, este trabajo también posee sus propias limitaciones. Algunas de ellas son: 1) la información analizada representa sólo una parte de todos los productores de arroz en la República Dominicana; 2) las variables fueron medidas por medio de entrevistas, lo que significa cierto grado de subjetividad en las respuestas; 3) debido a que muy pocos estudios han sido hechos en el país sobre este tema, los resultados deben ser considerados como un intento inicial para explicar el fenómeno aquí estudiado.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Como se indicó en el capítulo sobre metodología, en el análisis de correlación fueron realizadas 204 correlaciones, de las que 102 correspondieron a productores con el sistema de siembra directa y 102 a productores con el sistema de semillero; 102 estuvieron relacionadas a las variables explicativas y el grado de adopción de los productores y 102 a las variables explicativas y el grado de conocimiento de los productores sobre las innovaciones difundidas (ver Cuadro N° 8).

Los resultados de la investigación indican que 42 variables explicativas mostraron correlación con la habilidad de adopción de los agricultores con sistema de semillero; de ellas 39 tuvieron correlación positiva y 3 tuvieron correlación negativa; 9 variables explicativas no mostraron correlación a un nivel estadísticamente significativo con la habilidad de adopción de este tipo de agricultor.

Las correlaciones entre las variables explicativas y el grado de conocimiento sobre innovaciones para productores usando el sistema de semillero, presentan la siguiente situación: 38 variables explicativas tuvieron correlación significativa y todas con un signo positivo, mientras que en 13 variables explicativas no hubo correlación significativa.

En el caso de productores con el sistema de siembra directa, los resultados mostraron que hay 34 variables explicativas con correlación positiva y significante en cuanto al grado de adopción, 17 variables explicativas no fueron correlacionadas a un nivel estadísticamente significativo.

Las interrelaciones de las variables explicativas y el grado de conocimiento entre productores con el sistema de siembra directa fueron positivas y significativas en 33 casos, mientras que 18 variables explicativas no estuvieron correlacionadas significativamente.

El análisis de correlación indica que los resultados de la investigación parecen apoyar la premisa de la primera hipótesis general, la que dice que: Los atributos de las innovaciones, factores de localización, características del agricultor, características del agente de cambio, la oportunidad, calidad y cantidad de los servicios e insumos ofrecidos a los agricultores y los canales de comunicación del proceso

CUADRO N° 8. Grado de correlación y nivel de significación entre las variables explicativas y las variables problemas por categorías de productores de arroz.

NOMBRE DE LAS VARIABLES EXPLICATIVAS	AGRICULTORES CON SISTEMAS DE SEMILLERO				AGRICULTORES CON SISTEMA DE SIEMBRA DIRECTA			
	Grado de Adopción		Grado de Conocimiento sobre Innovación		Grado de Adopción		Grado de Conocimiento sobre Innovación	
	r	s	r	s	r	s	r	s
1) Rentabilidad	.29	.01	.31	.01	.36	.01	.26	.01
2) Compatibilidad	-.13	.01	–	–	–	–	–	–
3) Experimentación	.44	.01	.43	.01	.22	.01	–	–
4) Complejidad (Probabilidad)	.37	.01	.38	.01	.42	.01	.33	.01
5) Observabilidad	.33	.01	.33	.01	.19	.05	–	–
6) Ubicación del Agente de Cambio (AC)	.36	.01	.36	.01	.39	.01	.38	.01
7) Ubicación de Parcela de Demostración	.11	.01	.13	.01	.24	.01	.26	.01
8) Ubicación de los Servicios de Crédito	.12	.01	.13	.01	.35	.01	.36	.01
9) Ubicación de Insumo (fertilizantes y Pesticidas)	.24	.01	.23	.01	.42	.01	.36	.01
10) Ubicación del Almacén	.16	.01	.12	.01	.30	.01	27	.01
11) Ubicación de los Compradores	.17	.01	.16	.01	–	–	–	–
12) Edad del Agricultor	–	–	–	–	–	–	–	–
13) Dependientes del Agricultor	-.11	.05	–	–	–	–	–	–
14) Tamaño del Terreno	.22	.01	.19	.01	–	–	–	–
15) Nivel Educacional del Agricultor	.09	.05	–	–	–	–	–	.
16) Estado Social del Agricultor	.32	.01	.30	.01	01	–	–	–
17) Intensidad de Cultivo	.28	.01	.29	01	.17	.05	.21	.01
18) Capacidad Económica del Agricultor	–	–	–	–	–	–	.1a	.05
19) Especialización del Terreno	–	–	–	–	–	–	–	–
20) Empatía	.20	.01	.24	.01	.29	.01	.33	01
21) Dogmatismo	.11	.05	.13	.01	.29	.01	.20	.01
22) Racionalidad	.39	.01	.43	.01	–	–	–	–
23) Actitud hacia el Cambio	.19	.01	.20	.01	–	–	–	–
24) Actitud hacia el Riesgo	–	–	–	–	–	–	–	–
25) Actitud hacia el Crédito	–	–	–	–	–	–	–	–
26) Actitud hacia la Ciencia y la Tecnología	–	–	–	–	.28	.01	24	.01
27) Nivel de Aspiración	–	–	–	–	.24	.01	.21	.01
28) Participación Social del Agricultor	–	–	–	–	–	–	.07	05
29) Integración Local del Agricultor	.20	.01	.20	.01	–	–	17	05
30) Actitud Cosmopolita del Agricultor	-.11	.05	–	–	–	–	–	–
31) Reunión del Agricultor con el AC	.30	.01	.23	.01	.40	.01	.35	.01
32) Exposición del Agricultor a medios de masas	.33	.01	.38	.01	.24	.01	.27	.01
33) Exposición del Agricultor a los Canales de Comunicación Interpersonales	.25	.01	.31	.01	.30	.01	.28	.01
34) Grado de Liderazgo de Opinión	.11	.05	.16	.01	.29	.01	.29	.01
35) Esfuerzo del AC	.33	.01	.23	.01	.42	.01	.37	.01
36) Conocimiento del AC	.30	01	.20	.01	.24	.01	.30	.01
37) Orientación del AC Cliente/Agencia	.16	.05	14	.01	.21	.01	.22	.01
38) Homofilia del AC con los Agricultores	.15	.01	.12	.05	.22	.01	19	.05
39) Empatía de los AC con los Agricultores	:15	.01	–	–	–	–	–	–
40) Estatus Social del AC entre los Clientes	:23	.01	.18	.01	.15	.05	–	–
41) Participación Social del AC con los Clientes	.34	.01	.26	.01	.27	.01	.22	.01
42) Relación del AC con los Líderes de Opinión	.29	.01	.20	.01	.19	.05	–	–
43) Credibilidad del AC entre los Agricultores	.37	.01	.29	.01	.35	.01	.31	.01
44) Servicios de Crédito	.26	.01	.27	.01	.48	.01	.38	.01
45) Servicios de semilla	.29	.01	.29	.01	.28	.01	.28	.05
46) Fertilizantes, Pesticidas, Raticida, Maquinaria, Irrigación/Servicios de Drenaje	.33	.01	.39	.01	.43	01	.38	.01
47) Servicios de Trabajo	.26	.01	.27	.08	.21	.01	.24	.01
48) Cosecha, Transporte, Secamiento y Servicios de Almacenaje	.33	.01	.37	.01	.37	.01	.23	.01
49) Relación de Beneficio/Costo	.22	.01	.28	.01	–	–	–	–
50) Canales de Masa	.29	.01	.39	.01	.21	.01	.23	.01
51) Canales Interpersonales	.15	.01	.19	.01	.40	.01	.38	.01

CUADRO N° 9. Grado de confirmación de hipótesis por categorías de productores, grado de adopción y grado de conocimiento sobre las innovaciones.

	Productores que usan el Sistema Semillero		Productores que usan el Sistema de Siembra Directa	
Hipótesis	Grado de Adopción	Grado de Conocimiento sobre la Innovación	Grado de Adopción	Grado de Conocimiento sobre la Innovación
1	1	1	1	1
2	1	1	0/1	0/1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	0/1
5	1	1	1	0/1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	2/2	2/2	2/2	2/2
9	2/2	2/2	1/2	1/2
10	2/3	1/3	0/3	0/3
11	3/4	3/4	1/4	2/4
12	4/8	4/8	5/8	5/8
13	6/7	5/7	4/7	6/7
14	1	1	1	1
15	1/2	1	1	1
16	2/2	2/2	2/2	2/2
17	1	0/1	0/1	0/1
18	2/2	2/2	2/2	1/2
19	1/1	1/1	1/1	0/1
20		1	1	1
21	1	1	1	1
22	3/3	3/3	3/3	3/3
23		1	1	1
24	1	1	0/1	0/1
25	0/0	0/1	1	0/1

de difusión son todos elementos relevantes y están asociados con el grado de conocimiento y adopción de nuevas variedades, prácticas y/o productos.

La primera parte de la segunda hipótesis general también fue confirmada ya que los datos mostraron que "los factores referidos en la primera hipótesis general tienen diferentes niveles de asociación con el grado de conocimiento acerca de la nueva tecnología así como la adopción de ésta".

Dado que las hipótesis específicas fueron establecidas de manera que más de una variable explicativa estuviera unida al grado de adopción y grado de conocimiento sobre las innovaciones, la verificación para estas hipótesis no está siempre relacionada a todas las variables explicativas en la hipótesis. Por ejemplo, si una hipótesis tiene 6 variables explicativas, pero sólo 4 tuvieron correlaciones significativas con la variable problema analizada, la confirmación de esa hipótesis es anotada como 4/6 (ver Cuadro N° 9).

El análisis factorial fue realizado solamente para las variables explicativas. Por esta razón hubo dos tipos de factores: los factores sobre productores que usan el sistema de semillero y los factores sobre productores que usan el sistema de siembra directa; la primera categoría está representada por 9 factores y la segunda por 10. El nombre asignado a cada uno de los factores así como las variables incluidas en ellos pueden ser observados en los Cuadros Nos 2 y 3.

Al pasar al análisis de regresión multiple, los datos muestran que todos los factores explicativos aportaron conjuntamente un 29.9% de la variación en cuanto al grado de adopción para agricultores que usan el sistema de semillero. Los factores explicativos más importantes (los que aportaron 93.5% del total explicado) fueron las características de las innovaciones y de los agentes de cambio, el servicio de semilla y la disponibilidad de mano de obra, la comunicación interpersonal del agricultor y la ubicación de los servicios de mercadeo. (Ver Cuadro N° 10).

Esos mismos factores ocuparon las primeras cinco posiciones, explicando el 98.1% del 32.2% que fue explicado por todos los factores en la segunda ecuación (ver Cuadro N° 11), cuando el análisis fue hecho para los mismos agricultores y factores, pero en relación al grado de conocimiento sobre la tecnología difundida. Las caracterís-

CUADRO N° 10. Resultados de regresión múltiple para productores que usan el sistema de semillero: Factores y Grado de Adopción.

Número y Nombre del Factor	Paso No.	Parcial r	R^2	Porcentaje dado por cada Factor a la cantidad explicada por todos los factores	Porcentaje Acumulativo
Factor II : Características de las innovaciones	1	.31173	9.7	32.4	32.4
Factor I : Características del Agente de Cambio	2	.20924	8.1	27.1	59.3
Factor IV : Servicios de semilla y mano de obra	3	.28215	6.5	21.7	81.2
Factor III : Comunicación inter-personal del Agricultor	4	.16656	2.1	7.0	88.2
Factor V : Ubicacion de los Servicios de Mercadeo	5	.14053	1.5	5.0	93.5
Factor IX : Actitud cosmopolita del agricultor	7	–.07453	0.4	1.3	98.3
Factor VIII: Ubicación de insumos y servicios	8	0.6840	0.3	1.0	99.3
Factor XI : Nivel educacional del agricultor	9	0.4409	0.1	0.3	99.6
	Variación Total Explicada		29.9		

CUADRO N° 11. Resultados de regresión múltiple para productores que usan el sistema de semillero: Factores y Grado de Conocimiento sobre las Innovaciones.

Número y Nombre del Factor	Paso No.	Parcial r	R^2	Porcentaje dado por cada factor a la cantidad explicada por todos los factores	Porcentaje Acumulativo
Factor II : Características de las innovaciones	1	.34747	12.1	37.6	37.6
Factor IV : Servicios de semilla y mano de obra.	2	.31176	8.5	26.4	64.0
Factor III : Comunicación inter-personal del Agricultor	3	.28604	6.5	20.2	84.2
Factor I : Característica del Agente de Cambio	4	.22056	3.5	10.9	95.1
Factor V : Ubicación de Servicios de Mercadeo	5	.11384	0.9	3.0	98.1
Factor IX : Nivel educacional del agricultor	6	.06174	0.3	0.9	99.0
Factor VIII: Ubicación de insumos y servicios	7	.05520	0.2	0.6	99.6
Factor VI : Compatibilidad entre el Agente de Cambio y el Agricultor	8	.05125	0.2	0.6	100.2
Factor IX : Actitud cosmopólita del agricultor	9	.01579	0.0	0.0	100.2
	Variación Total Explicada		32.2		

ticas de las innovaciones fue el pronosticador con mayor capacidad en ambas ecuaciones: 32.4% y 37.6% de la explicación total dada por todos los factores examinados.

Las características de los Agentes de Cambio fue el segundo predictor más importante en la función de adopción, pero cayó dentro de la cuarta posición en la función de conocimiento. Servicios de semilla y de mano de obra cambiaron del tercer lugar en la función de adopción a la segunda posición en la función de conocimiento. La comunicación interpersonal del agricultor también se mudó un paso más adelante entre el grado de adopción y el grado de conocimiento sobre innovaciones: cambió del paso cuatro en la función de adopción al paso tres en la función de conocimiento. Ubicación de los servicios de mercadeo mantuvo la quinta posición en ambas ecuaciones.

Los otros cuatro factores usados en los modelos de regresión múltiple explicaron menos del 7.0% en la función de adopción y el 2.0% en la función de conocimiento de la variación explicada por ambas ecuaciones. Estos resultados mostraron que cuatro pronosticadores parecieron no ser muy importantes en el proceso de difusión de innovaciones.

Como el poder de predicción total de ambas ecuaciones es bastante bajo (29.9 y 32.2), es aparente que algunos elementos relevantes que afectan la difusión de innovaciones en productorescon el sistema de semillero no se encuentran en los modelos.

El Cuadro N° 12 muestra que todos los pronosticadores actuando juntos contaron para 52.3% de la variación en el grado de adopción en relación a los productores que usan el sistema de siembra directa, mientras que para los mismos productores, en relación al grado de conocimiento sobre las innovaciones difundidas, contaron para el 50.4% de la variación (ver Cuadro N° 13). En ambas funciones la localización de insumos y servicios ocupó la primera posición y el servicio de semilla ocupó la segunda posición. Estos dos pronosticadores expresaron más del 50.0% del total de la explicación dada por todos los factores en las ecuaciones.

Las características de los Agentes de Cambio ocuparon el tercer lugar en la función de adopción mientras pasaron a la quinta posición en la función de conocimiento; la comunicación interpersonal del agricultor mostró las mismas características en este caso que para

CUADRO N° 12. Resultados de regresión múltiple para productores que usan el sistema de siembra directa: Factores y grado de adopción.

Número y Nombre del Factor	Paso No.	Parcial r	R^2	Porcentaje dado por cada Factor a la cantidad explicada por todos los factores	Porcentaje Acumulativo
Factor V : Ubicación de insumos y servicios	1	.38211	14.6	27.9	27.9
Factor IX : Servicios de semilla	2	.38941	13.0	24.9	52.8
Factor I : Características del Agente de Cambio	3	.32603	7.7	14.7	67.9
Factor VII : Comunicación interpersonal del agricultor	4	.32067	6.7	12.8	80.3
Factor IV : Dogmatismo del agricultor	5	.24542	3.5	6.7	87.0
Factor VI : Características del agricultor	6	.22616	2.8	5.4	92.4
Factor X : Intensidad de cultivo	7	.18929	1.9	3.6	96.0
Factor II : Capacidad económica del agricultor	8	.13026	0.8	1.5	97.5
Factor VIII: Familiaridad del Agente de Cambio con agricultores	9	.11987	0.7	1.3	98.8
Factor III : Observabilidad de la innovación	10	.11991	0.7	1.3	100.1
	Variación Total Explicada		52.3		

CUADRO N° 13. Resultados de regresión múltiple para los productores que usan el sistema de siembra directa: factores y grado de conocimiento sobre las innovaciones.

Número y Nombre del Factor	Paso No.	Parcial r	R^2	Porcentaje dado por cada factor a la cantidad explicada por todos los factores	Porcentaje Acumulativo
Factor V : Ubicación de insumos y servicios	1	.38652	14.9	29.6	29.6
Factor IX : Servicios de semilla	2	.35419	10.9	21.2	50.8
Factor VIII: Comunicación interpersonal del agricultor	3	.29283	6.4	12.7	63.5
Factor IV : Dogmatismo del agricultor	4	.28381	5.5	10.9	74.4
Factor I : Características del Agente de Cambio	5	.28427	5.1	10.1	84.5
Factor VI : Características del agricultor	6	.24931	3.6	7.1	91.6
Factor X : Intensidad de cultivo	7	.23332	2.9	5.8	97.4
Factor VIII: Familiaridad del Agente de Cambio con el agricultor	8	.13770	1.0	2.0	99.4
Factor III : Observabilidad de la innovación	9	.08470	0.4	0.8	100.2
	Variación Total Explicada		50.4		

productores que usan el sistema de semillero. Este factor ocupó la cuarta posición en la función de adopción y el tercer lugar en la función de conocimiento para ambos tipos de agricultores. El dogmatismo de los agricultores se movió de la quinta a la cuarta posición cuando la ecuación cambió de la función de adopción a la función de conocimiento y las características de los agricultores y la intensidad de cultivo mantuvieron la sexta y séptima posiciones respectivamente, en ambas ecuaciones. Estos siete primeros pronosticadores contaron para el 96.0% y 97.4% de la variación total relacionada a las funciones de adopción y de conocimiento explicadas por las dos ecuaciones. Paradójicamente, las características de las innovaciones no fueron un factor importante en la explicación de la difusión de innovaciones. La observabilidad de las innovaciones estuvo en la ecuación y ocupó la última posición en ambos casos.

Los factores de las ecuaciones de regresión múltiple para productores que usan el sistema de siembra directa predijeron mejor el comportamiento de las variables problemas que los factores para productores que usan el sistema de semillero. En el primer caso, la explicación fue mayor de el 50.0% en ambas ecuaciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aunque esta investigación no pretende ofrecer soluciones mágicas a problemas que son extremadamente complejos, históricos y estructurales, creemos que sí puede ayudar a entender las variables que afectan el proceso de difusión y adopción como una forma de facilitar la toma de decisiones a los responsables de generar y difundir la nueva tecnología arrocera en el país.

a. Conclusiones

Considerando el modelo teórico que orientó la investigación, y sus resultados, cuatro conclusiones principales fueron establecidas:

1) Que el modelo conceptual que fundamenta la investigacion, i.e. el enfoque de mercadeo e infraestructura, fue apoyado por

los resultados del estudio. Esta afirmación es principalmente verdadera con referencia a la función de adopción para ambos tipos de productores. Los Cuadros N°s 10 y 12 muestran que ninguno de los tres primeros factores que explican la función de adopción pertenecen a los canales de comunicación (excepto el AC) o características de los agricultores, cuyos elementos son los más enfatizados en la mayoría de los modelos tradicionales de difusión tecnológica. Las características del Agente de Cambio (especialmente para productores que usan el sistema de siembra directa) así como el crédito, fertilizantes, pesticidas y servicios de semilla parecen ser los elementos principales en la función de adopción.

2) Dado que el modelo utilizado por la Secretaría de Estado de Agricultura en la República Dominicana para generar y difundir la nueva tecnología, en el momento de levantar la información para este estudio, estaba basado principalmente en variables tales como edad, tamaño de finca, nivel educativo, condiciones económicas, participación social, grado de liderazgo del agricultor, y los medios de comunicación utilizados por el agente de cambio (ver CENDA[5] :13–25; SEA[12]), los datos muestran que hay diferencias significativas entre el modelo utilizado en la República Dominicana y los resultados de esta investigación. De ahí que una segunda conclusión obtenida fue que los modelos de generación tecnológica, extensión y capacitación utilizados en el país deben ser modificados para tender a las características propias del modelo encontrado.

Otra razón para esta segunda conclusión es que hay innovaciones materialmente orientadas y condiciones estructurales que tienen que ser tomadas en consideración antes de que el proceso de adopción sea alcanzado por un gran número de productores (ver Brown[3] :198). En este sentido, la nueva tecnología debe tomar en consideración los problemas básicos de los productores: escasez de agua, recursos económicos y materiales, nivel tecnológico bajo y otros. En ese orden de ideas, las innovaciones deberían ser diseñadas para obtenerse un 'paquete tecnológico' de acuerdo a los diferentes sistemas de producción que tipifican los productores del país (tamaño de fincas, nivel tecnológico, recursos disponibles, sistemas de cultivos, otros).

Un enfoque parecido al sugerido es usado por el Instituto Internacional de Agricultura Tropical en Nigeria donde, antes del desarrollo de la nueva tecnología, el instituto define el siste-

ma ecológico general, sistema agroecológico y subsistemas culturales-económicos de producción agrícola (Saint y Coward[11] : 735).

Una contradicción específica entre la nueva tecnología de arroz y el modelo común de los productores de este cereal en la República Dominicana es el siguiente caso: mientras que muchos productores de arroz prefieren hacer una siembra y una cosecha en la primera estación y esperar a una segunda cosecha de la misma primera siembra, lo cual significa menor inversión y esfuerzo, las nuevas variedades necesitan una siembra en cada estación para obtener dos cosechas por año. Si la nueva variedad fuera más compatible con el sistema de producción actual, se podría suponer que la adopción podría ser más rápida y efectiva.

3) Otra conclusión es que los medios de comunicación de masas parecen ser más importantes para la función de conocimiento, mientras que los canales interpersonales son más importantes en la función de adopción. Este resultado significa que en la primera fase del proceso de difusión los medios para las masas pueden ser utilizados para crear expectación e interés, pero antes de que el proceso de adopción alcance un número más grande de productores es necesario el contacto personal entre el agente de cambio y los productores.

4) La última conclusión indica que aunque la política actual y las metas de las instituciones públicas que trabajan con arroz en el país pueden ser mantenidas, la estrategia usada para tratar con esas políticas debe ser redefinida de acuerdo al nuevo entendimiento del fenómeno tecnológico. Por ejemplo los recursos económicos, humanos e institucionales deben ser reasignados para considerar elementos tales como las características de las innovaciones, el agente de cambio, el crédito existente y la disponibilidad de material de siembra e insumos, los cuales no están siendo considerados completamente en la actualidad.

b. Recomendaciones

El estudio finaliza con el planteamiento de tres recomendaciones como una fórmula para la obtención de los objetivos y metas nacionales en torno a la generación y difusión tecnológica en arroz.

1) La redefinición del sistema y papel de la agencia oficial responsable de la generación y difusión de la tecnología arrocera para que ésta se convierta en el Instituto Dominicano del Arroz. Se considera que así el instituto estaría en mejor capacidad de examinar e influir sobre todos los aspectos relacionados con la producción del arroz; también la recopilación y análisis de informaciones y datos, programación y control de la ejecución de actividades relacionadas con este cultivo y el proceso de generación y difusión tecnológica estarían coordinados bajo una misma dirección. El sector privado relacionado con este cereal (productores, intermediarios, otros) también debería ser integrado al proceso de toma de decisiones mediante su representatividad en este instituto. Esa podría ser la mejor garantía de que se tomen en consideración los factores de mayor peso al diseñar e implementar la estrategia de generación y difusión tecnológica.
2) Que el Estado, a través del sistema de precios o mediante mecanismos de subsidio, garantice la disponibilidad de los servicios e insumos materiales necesarios para el uso de una alta tecnología; esta garantía debe ser adecuada en cantidad, calidad, precios y oportunidad.
3) Que se realicen estudios para determinar relaciones de costo/beneficio de manera que se puedan establecer niveles de ganancias adecuadas para los diferentes sectores envueltos en la industria arrocera.

A pesar de las conclusiones y recomendaciones establecidas en este trabajo, el exponente es el primero en reconocer que no hay respuestas fáciles ni simples al problema del desarrollo agrícola en general ni a la producción de cultivos en particular. Se considera que si cualquier país desea alcanzar un alto grado de generación y difusión tecnológica, debe diseñar programs mas que combinen una planificación cuidadosa con una implementación efectiva, enérgica y sostenida. Sólo el apoyo continuo a programas de investigación, educación y extensión puede conformar las condiciones para una difusión tecnológica exitosa.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARKIN, H., R.R. COLTON. Tables for Statisticians. New York, N.Y., Barnes and Noble Books, 1963.

2. BROWN, A.L., B. LENTNEK. Innovation Diffusion in a Developing Economy: A Mesoscale View, Economic Development and Cultural Change. 21(2):272–292. 1973.

3. ---------. The Market and Infrastructure Contex of Adoption: A Spatial Perspective on the Diffusion of Innovation, In Economic Geography. 51 (3):185–216. 1975.

4. ---------. E.J. MALECKI, Y A.N. SPECTOR. Adopter Categories in a Spatial Context: Alternative Explanations for an Empirical Regularity, Rural Sociology. 41 (1):99–118. 1976.

5. CENTRO DE DESARROLLO AGROPECUARIO, ZONA NORTE (CENDA). CENDA Expone Agricultura 1966. Santiago de los Caballeros, República Dominicana 1977.

6. COCHRAN, W.G. Sampling Techniques. New York, Wiley 1963.

7. HAGERSTRAND, T. Innovation Diffusion as a Spatial Process. Chicago, The University of Chicago Press, 1967.

8. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (IRRI). Changes in Rice Farming in Selected Areas of Asia. Los Baños, Philippines, 1975.

9. NIE, N.H., C.H., HULL, J.G. JENKINS, K., STEINBRENNER, O.H., BENTT. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). New York, N.Y., McGraw-Hill Book Co., 1975.

10. ROGERS, E.M., F. SHOEMAKER. Communication of Innovations: A Croos Cultural Approach. New York, N.Y., The Free Press, 1971.

11. SAINT, W.S., E.W. COWARD Jr. Agricultural and Behavioral Sciences: Emerging Orientation, Science, Vol. 197: pp. 733–737. 1977.

12. SECRETARÍA DE ESTADO DE AGRICULTURA (SEA). Propuesta de Re-estructuración del Servicio de Extensión. Santo Domingo, República Dominicana. s.f.

13. YEATES, M. An Introduction to Quantitative Analysis in Human Geography. New York, N.Y., McGraw-Hill Book Co. 1974.

UTILIZACIÓN DE LA INGENIERÍA DE SISTEMAS EN EL DISEÑO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

K. Vohnout (*)

El presente trabajo tiene por finalidad proponer una metodología que permita al investigador diseñar proyectos con claridad y objetividad y haga posible el procesamiento completo de dichos proyectos en computadora. La estructura matemática del modelo debe permitir, además, la evaluación y el control permanente, y en cualquier momento, del proyecto mediante computadora.

PROPOSICIÓN

Un proyecto de investigación puede ser conceptualizado como un problema de diseño de un sistema de información S_I, cuya finalidad es procesar las preguntas que un cliente S_C, supuesto o real,

(*) Ph. D. CATIE, Costa Rica.

hace sobre el problema que motiva el proyecto. SI deberá producir las soluciones a las incógnitas generadas por las preguntas del cliente (Fig. 1).

Al ser caracterizado el proyecto como un sistema SI, en el diseño de dicho proyecto se pueden utilizar todos los principios de ingeniería para el diseño de sistemas. Dentro de este contexto, el problema de diseño de SI se presenta como un problema de diseño de dos sistemas (Fig. 1):

a. Un sistema que represente al problema que motiva el estudio, SPE.
b. Un sistema de manejo de la información SMI.

Se define como diseño al proceso de elaboración de los planos de un sistema. Para el caso del proyecto de investigación representado por SI, esto implica la elaboración de planos de una solución al problema de diseño de SMI y la elaboración de planos de una solución al problema de diseño de SPE. El diseño de SMI tiene como única finalidad contar con un mecanismo que haga posible el diseño de SPE. Por consiguiente, para poder llegar a diseñar la solución correspondiente a SPE, SMI tiene que estar en operación. Tan pronto como SPE entra en funcionamiento, SMI deja de ser útil y puede ser retirado, pues ha cumplido su ciclo de vida (Fig. 2). Este es el caso particular de un sistema SMI procesando a otro sistema SPE. Según el modelo propuesto, la operación del proyecto representado por SI será el proceso por el cual se diseñe y se llegue a poner en funcionamiento la solución a SPE.

En ingeniería de sistemas, el proceso del diseño de un sistema se puede dividir en tres etapas que corresponden a los siguientes procesos (Fig. 3):

1) Planteamiento del problema
2) Selección de la solución
3) Validación de la solución

El planteamiento del problema es fundamentalmente un estudio de escritorio para proponer posibles soluciones a dicho problema, según criterios de función, de estructura y de factibilidad y para proponer métodos para evaluar dichas soluciones (Fig. 4).

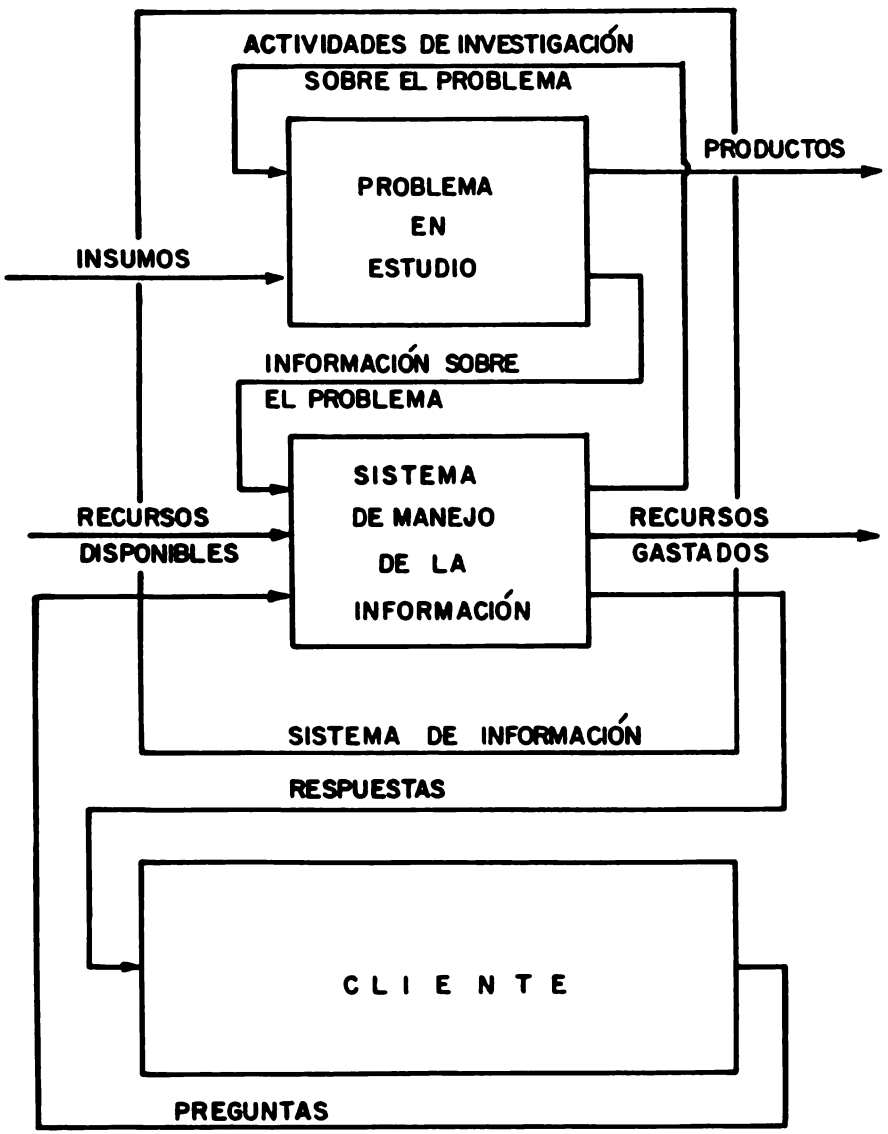


Fig. 1. El proyecto definido como un sistema de información.

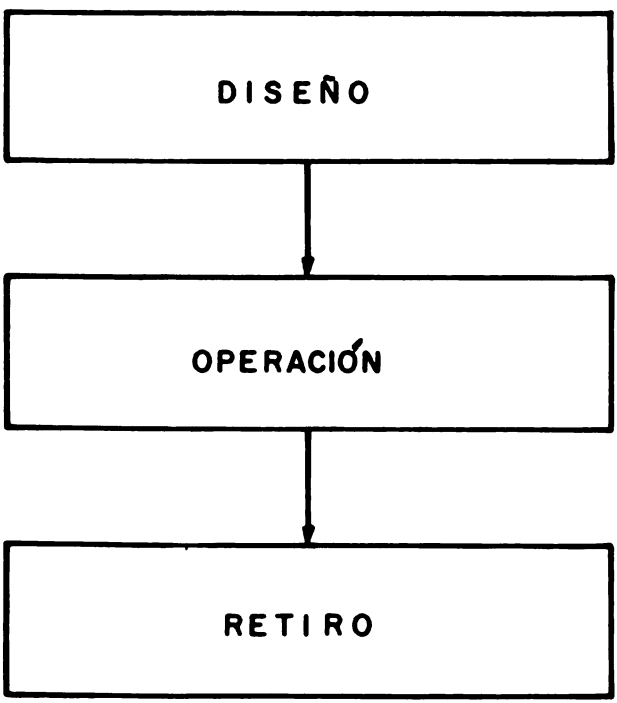


Fig. 2. Ciclo de vida de un sistema.

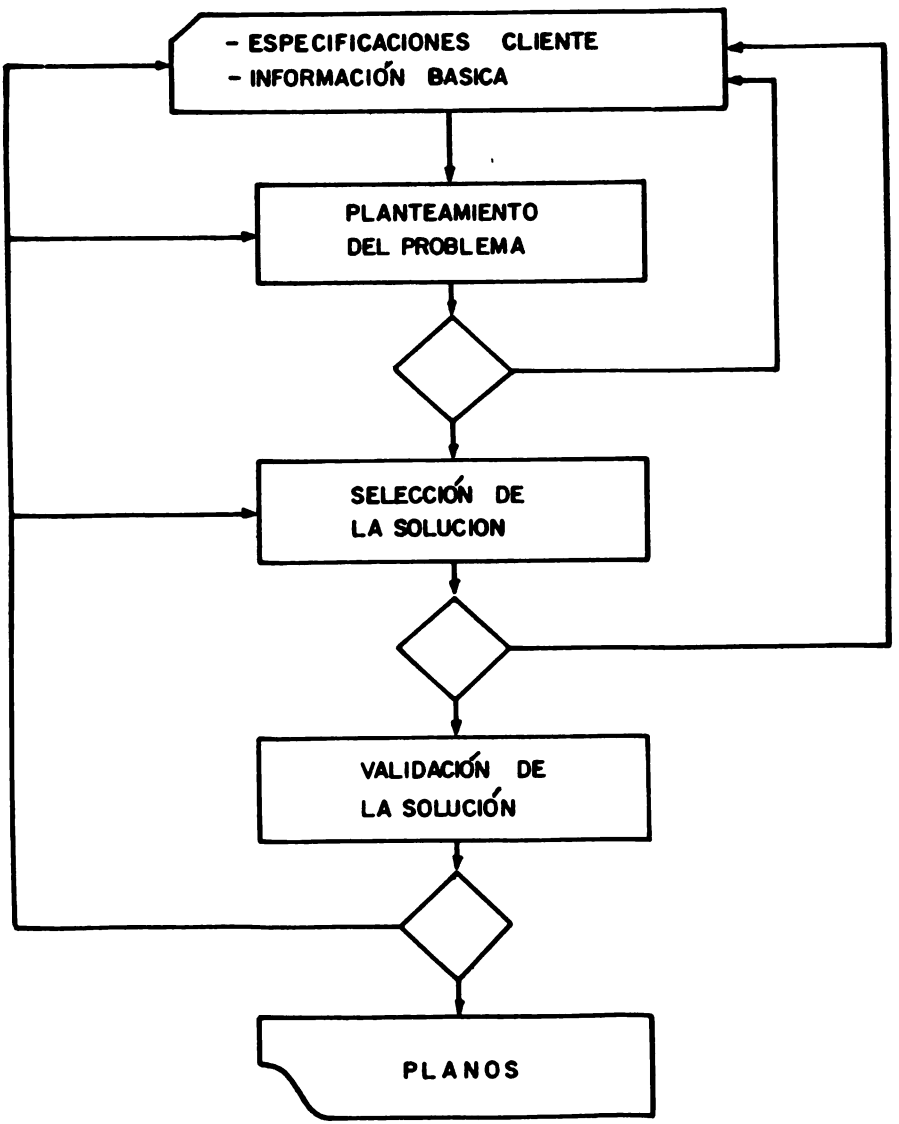


Fig. 3. Etapas del diseño de sistemas.

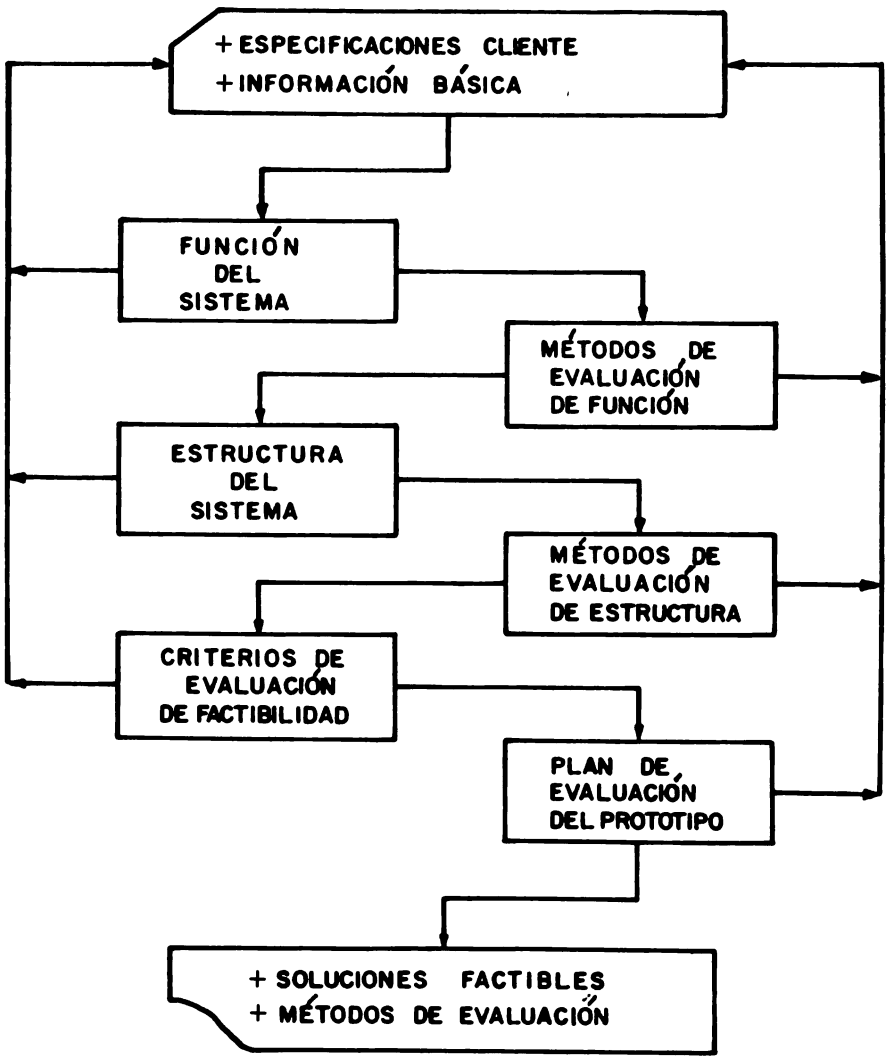


Fig. 4. Planteamiento del problema en el diseño de sistemas.

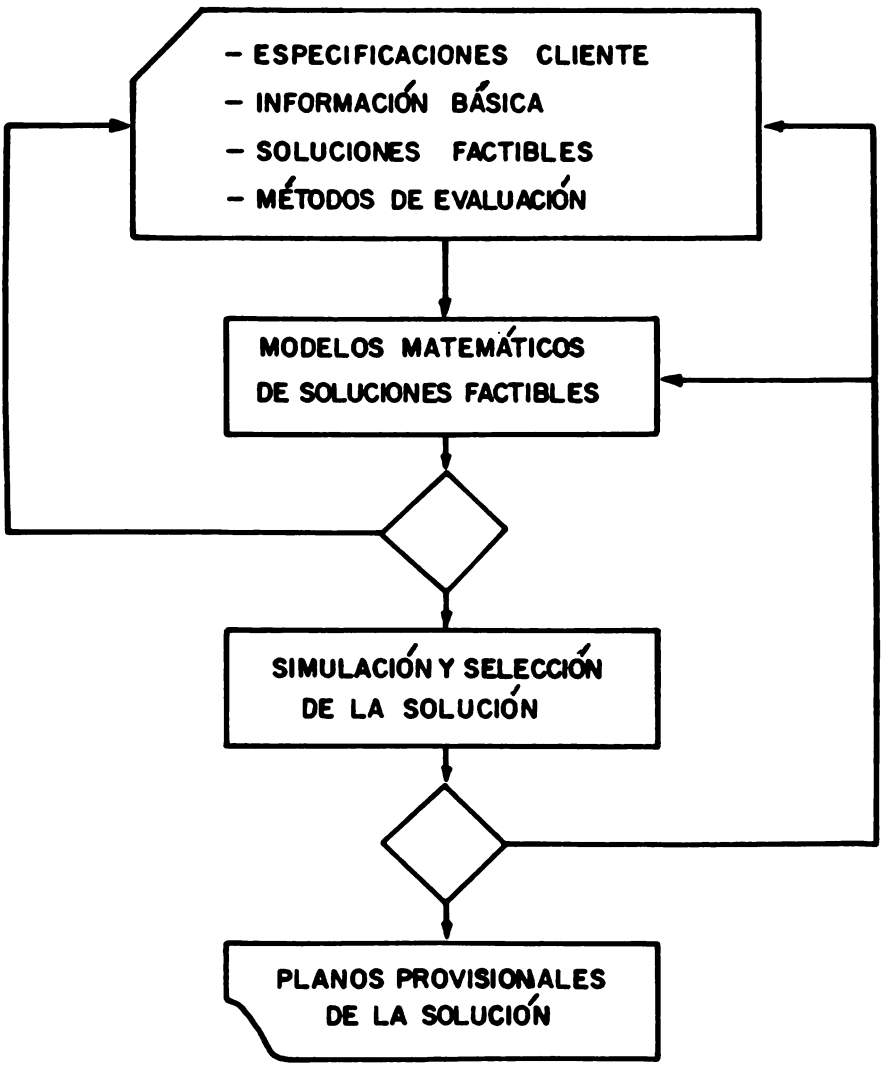


Fig. 5. Selección de la solución.

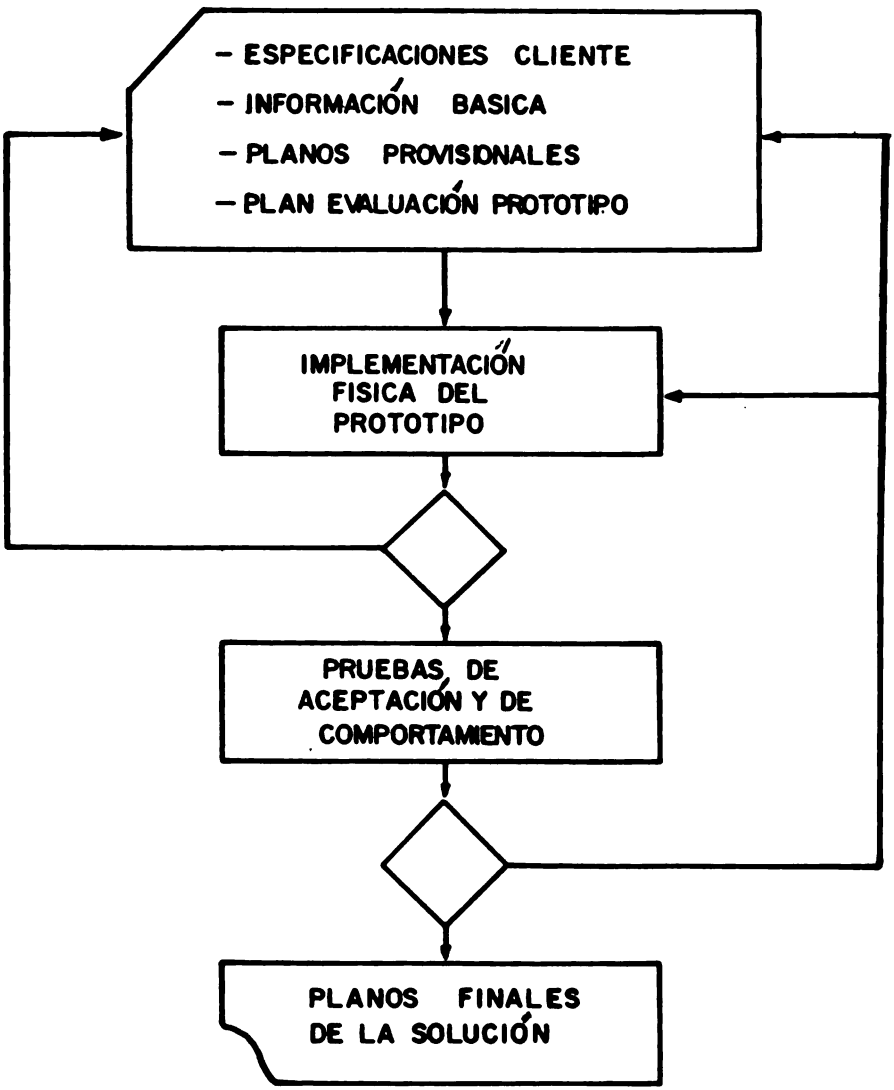


Fig. 6. Validación de la solución.

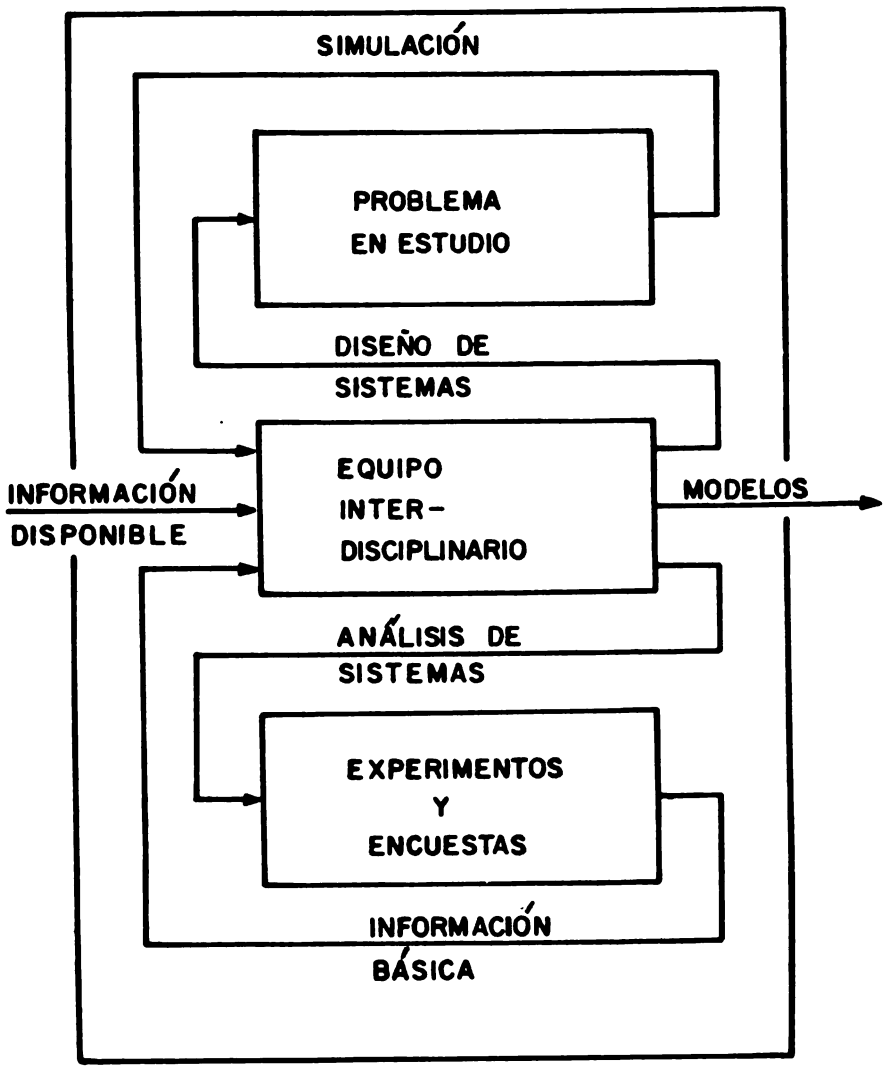


Fig. 7. El proceso de modelación.

La selección de la solución es un estudio abstracto en que las posibles soluciones son representadas mediante modelos matemáticos y evaluadas por medio de simulación en computadora. Esta es una fase experimental sobre modelos abstractos cuya ejecución debe dar por resultado los planos provisionales de la solución (Fig. 5).

La validación de la solución es básicamente un estudio de campo en el que la solución abstracta provisional es sometida a pruebas de comportamiento y aceptación; estas pruebas pueden realizarse ya sea sobre un prototipo estructurado expresamente para dicho objetivo o sobre sistemas de producción existentes. El concepto de 'prototipo' se utiliza aquí en un sentido amplio; consecuentemente, prototipo puede ser un simple componente o módulo de un sistema de producción o puede ser un sistema de producción completo. El proceso debe dar como resultado el diseño final de la solución al problema (Fig. 6).

Nótese que el proceso de diseño de sistemas es un proceso iterativo. Esta idea se ilustra en la Fig. 3. Según este concepto, siempre existe la posibilidad de que se tenga que volver hacia atrás en cualquiera de las fases del desarrollo del diseño, lo que puede ocurrir, por ejemplo, si es que durante el proceso de modelación aparecen vacíos de información. El proceso de modelación permite identificar los vacíos de información, los mismos que pueden requerir investigación básica de campo. A su vez la información básica generada en el campo hace posible la modelación o correcciones a los modelos (Fig. 7).

De esto se desprende que la ingeniería de un proyecto incluye no sólo actividades de diseño sino también de análisis de sistemas. El análisis es la actividad de modelación que se realiza para ampliar el conocimiento sobre sistemas existentes; diseño de sistemas es el desarrollo de modelos para crear, establecer o construir sistemas nuevos. El análisis de sistemas está relacionado con lo que se conoce tradicionalmente como investigación básica mientras que el diseño de sistemas se relaciona con investigación aplicada.

En una publicación separada se presentarán los planteamientos del modelo propuesto, tanto en forma literal como en formulación matemática. Las especificaciones literales serán el lenguaje para el profesional no especializado en matemáticas. La formulación matemática permitirá al programador traducir el proyecto al lenguaje de

computadora. Dentro del esquema anotado, todas las recetas para el diseño de proyectos se presentarán en forma de algoritmos basados en los planteamientos de ingeniería de sistemas.

DIAGNOSIS METHODS IN FARM SYSTEMS RESEARCH.

H. E. Cohan (*)

This paper deals with methods for the diagnosis stage of whole farm systems research. Methods, here, are understood to include organization and techniques.

INTRODUCTION

Since any diagnosis should be judged in light of the objectives pursued, a specific objective for the research and transfer subsystem is first proposed. The organizational setup for achieving this objective is then described, and diagnosis responsibilities within this setup are assigned.

Main proposals developed in this paper include:

a. the quest for fostering the adoption of new technologies should imply only partial responsibility for the research agencies involved,

(*) IICA, Costa Rica.

b. these partial responsibilities may benefit from a whole farm system approach (including a farm system diagnosis),
c. the whole farm approach requires the participation of other than research agencies, since technology is just one of a whole set of different farm problems.

Fuller recognition of the role of agencies involved with assisting farmers in making their decisions is suggested, since it is felt that they are the ones mainly responsible for diagnosing farm systems and, hence, are key links in providing signals for setting research and transfer priorities.

Following this attempt to specify a framework for the diagnosis, tools for systems typification and data-gathering mechanisms are briefly discussed.

The organizational framework, the tools for agricultural systems classification and the data-gathering mechanisms are all considered components of an overall system, designed to promote the adoption of technologies useful for goal fulfillment at the farm level. Researchers may be more interested in physical or biological research components, but it is suggested that:

a. the systems approach has already made inroads towards convincing traditional researchers that they are indeed part of a larger organizational system, and
b. if the different responsibilities of organizations operating within this system are not clearly specified, the agricultural researcher will find himself deflected from what he does best, resulting in a state of organizational and personal confusion.

The ideas and tools presented reflect the author's current state of thinking after a number of years of working with IICA and national organizations in South American countries, although they do not pretend to be final answers to these complex issues. Moreover, they do not necessarily represent IICA's position, which is in a state of flux in terms of consolidating experiences.

PLACING THE DIAGNOSIS WITHIN A GIVEN OBJECTIVE AND AN ORGANIZATIONAL SETTING

a. Organizational Objectives Preliminaries

Given the previous papers submitted to this seminar, there is no need to go into many introductory concepts.

For the purposes of this paper, though, one simple idea must be stressed: 'systems' do not exist in the same sense that 'corn' does. For any specific application we have to define the system which interest us. 'Corn' may be defined as a system, and many successful research applications made. Should this be the case, however, the elements to be part of the system and those to be left out of it (its 'environment') must be clearly established.

b. Technological agencies as a subsystem

The national organizations dealing with the development and partially, with the transfer of agricultural technology(*) constitute a specialized subsystem of the national welfare complex. They are thus limited both in their objectives and in the instruments they can use. They can only create, adapt and promote the adoption of technology, according to an environment that sets macro objectives and fixes the levels of several policy instruments (such as prices and credit). The macro system, though, is not so structured as to leave this subsystem in a purely passive role (for an analysis of the macrosystem in relation to technology, see Piñeiro and Trigo[26]). At the very least, the subsystem has some leeway to develop alternatives. At the most, it can influence macro goals and policy. Limitations do exist, however, and have to be considered when defining viable objectives.

(*) Throughout this paper 'technology' will be used in the two prevailing sences of ways of doing and input combinations.

When considering technology creation and transfer agencies, whatever their level of formal integration, one may assume that their environment includes mechanisms for setting macro objectives in terms of employment, income distribution and farm-urban welfare trade-offs. This, and a number of other issues dealing with the characteristics of the national development path and its technological requirements, are best dealt with at some other level. This implies that the difficult tasks of technology assessment[18] can be only partially performed within this subsystem. A full assessment requires cooperation with other components of the macro system.

c. Objectives of the Subsystem

The objectives of the subsystem depend on the criteria to be used by the macro system to assess the performance of the technological agencies: increased achievement of national goals through application of new technologies at the farm level.

Increased production and productivity are the national goals most easily contributed to by the technological subsystem. Other national goals included in National Development Plans and recently dramatized as a result of the undesirable effect of some technological improvements, are harder to achieve. Objectives such as increased employment and more equitable income distribution not only require favorable policies beyond the control of the subsystem, but also demand a new more specific mechanism for channeling signals to technology agencies so that they can redress their efforts.

It has to be recognized that prevailing priorities will not change just because a system approach is institutionalized. Some form of the system approach may help select and implement new research goals, but this will depend on changes in the goal-setting and performance control procedures at the level of the macro system. Different priorities will require specification of the different target groups and their technological requirements (the difficulties of achieving this are discussed in detail by Trigo and Piñeiro[30]). Although a change in purpose does not necessarily alter the general objectives, it does force a specific consideration of the target farmers.

Within this context, one main objective for technological agencies is considered. This objective is to generate and promote the adoption of technologies useful for the fulfillment of farmers' goals. The research component of the subsystem has to generate viable technological alternatives for this purpose, whatever the priorities of the macro system.

The macro system affects everything of relevance for generating viable technological alternatives, through allocating research budgets and pursuing policies which may alter farmers' goals and options. An understanding of the macro system is indeed necessary for operating with the subsystem. But research and transfer organizations would do better to address themselves to the specific task of attaining performance levels likely to be used as criteria for evaluating their social contribution. And their social contribution consist only in generating and promoting technology.

Activities geared to achieve this objective should not be confused with those designed to cooperate with other agencies in the exchange of information to be used for defining research programs, such as farm systems diagnosis.

d. Tasks required by the systems aproach

It is customary to accept a semantic equivalence between the approach and one of its stages. This has led to the undifferentiated use of 'systems approach' and 'systems analysis' in most of the literature related to agricultural applications. In other fields such as defense[28], 'systems analysis' refers to methods suitable to deal with problems illstructured for operations research tools rather than to the holistic emphasis.

The systems approach requires four sequential (and cyclical) stages, as follows[11] :

"1) Specification of relevant systems, considering objectives of higher-level systems in order to set operational targets.
2) Description of system performance and environmental variables in order to assess the pay-offs of alternative targets.
3) Measurement of the degree and form of relationship among

the relevant variables, i.e., screening, experimentation and synthesis.
4) Use of simulation and testing (e.g., in field trials) to arrange or redesign system components (e.g., new technological packages) so as to achieve the targeted performance for the system.

Each of the above stages involves the three mutually-dependent research functions of conceptual (i.e. model) development, information collection and information synthesis".

e. Subject of the diagnosis

The tasks specified in d) above may well cover a 'corn system' or any smaller or larger system of interest. Yet, the objectives assigned to the organizational arrangement suggest an area on which to focus attention at this time.

A relevant subject for diagnosis is the 'whole farm system' or just the 'farm', rather than other possibilities, such as the 'corn system' or the 'annual crops system'.

A widely accepted definition of the farm describes it as "an organized decision-making unit in which agricultural production is carried out for the purpose of satisfying the farmers' goals"[11] . In Latin America there is some confusion with respect to this definition; there seems to be no universally accepted equivalent to the term 'farm', and the difference between peasants and farmers calls for separate definitions, for some authors.

Several different production systems identifiable within each farm constitute the most direct link between farm and agronomic research. Yet an understanding of farm modifications that require new research and of the chances of introducing available research findings, demands a knowledge of the total farm system. The requeriments of production systems, if they can be somewhat generalized, make up the area of intersection between farm systems diagnoses and messages to an from research.

Attention to the farm is crucial for discussing organizational problems and solutions, while keeping the organizational objectives in proper focus. The farm poses the most serious challenges for diagnosis and includes production systems as a subset.

THE ORGANIZATIONAL ARRANGEMENT

a. The farm and decision-making assistance

In order to fulfill the objectives of creating and transferring technology, there must be a definition of the farm as a key component for the organizational system as a whole. This leads to a very specific role for what has been variously identified as technical assistance or extension services. Or, better, to upgrading the role of an already existing and not yet fully recognized type of agency.

The expert who provides the farmer with technical services must play a key role in identifying farmers'needs; some will be channeled to research services, and some will be solved by bringing research findings to the farmer.

Channeling does not preclude the active participation of the two extremes that come together through this agent: the farmer and the researcher. The farmer has his own mental processes and set of priorities to be elucidated by this agent, and many research organizations (or the research component of a mixed organization) are well into the process of using carefully designed decision-making methods, most of them requiring interaction with extension. Various mechanisms, such as periodic joint visits to farms and joint selection of questions for the farmer, may be used to integrate research and extension work in the field. But the researcher should not be working directly with the farmer, except for the possible purpose of validating results with or without farmers' management.

These statements do not claim to be excitingly new and may be even sound obsolete and somewhat reactionary, given the prevailing emphasis on assigning complex system approach tasks to research units. However, they are important because frustrating experiences in

the adoption of research results have led to the use of approaches which are blurring differences among agencies and their respective responsibilities. And these differences should not be blurred if one want to maximize the effectiveness of the whole research and transfer mechanism.

What has been traditionally identified as an extension agent is, in this sense, much more the long arm of research services. When research was considered an objective in itself or, at least, the crucial tool for development, there was a clear need for defining the agent working at the farm level as an extension of the research center. Now there is need for a new element: the expert who assists the farmer in making several decisions, including technological decisions. Indeed, a forceful case may be made to the effect that the conventional transfer agent, as an outreach of the research centers, should be preserved and be linked to this new element. A further case may be made for employing existing national research centers exclusively as outreach agents of international centers, considered as uniquely responsible for more basic research. This may be an efficient solution in many cases, but such a decision requires serious thought concerning problems of national technological autonomy.

Anyone who is familiar with groups such as CREA in southern South America and with their French model, would concede that efforts to help farmers make decisions are already part of the total picture. Equivalent organizational arrangements, at times linked to foreign financed rural development projects, already exist in several countries.

Experience suggests that succesfull 'extension' agents start from an understanding of farmers' problems and perceptions, rather than from a technological package to be promoted. Any attempt to reach a large number of farmers should recognize this function as different from the commercial selling of new equipment or inputs to farmers who already have, or do not require, this decision making assistance.

This decision assistance for farm systems (DAFS) is central to this proposal regarding organization for the diagnosis. Much can be gained if the diagnosis of farm system is left to the DAFS agencies, (now existent or to be created) and from this point of departure to explore the links to satisfy the diagnostic needs of researchers.

b. An overall view of the organization for diagnosis

So far, and to summarize personal experiences and exchanges of views with several professional staff members of national and international agencies, there would seem to be a consensus that the viability of technologies for satisfying the farmer's goals can only be ascertained through indepth knowledge of farm specific current practices, goals and constraints.

The efforts to attain problem solving objectives at research centers acknowledge this, based on the belief that technological solutions to farm-specific problems may be found through research. But this can happen only if certain generalizations are accepted and the new technological alternatives go no farther than being, at most, area-specific.

Many farm problems and their area-generalized counterpart, as detected by DAFS agencies, will have to be solved together with other agencies. Requirements such as new credit lines and farm roads require inter-agency cooperation. So do demands on research.

Thus, the overall view of the organization in which the diagnosis occurs considers the farm as the central element and links DAFS, outreach and research through a chain of cooperation (see Fig. 1).

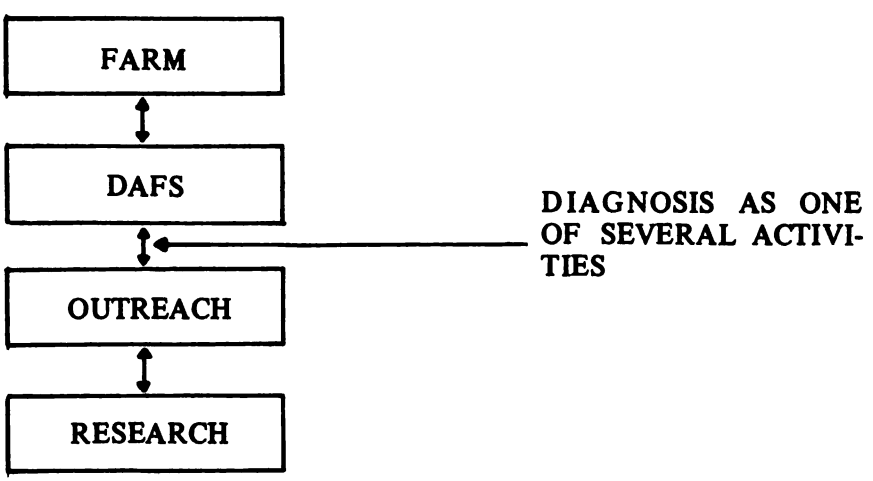


Fig. 1. DAFS' chain of cooperation.

This rather lengthy discussion was considered necessary to place the following section within a more specific context. This is also important in view of a possible alternative concept: the farm system diagnosis as one of a research center's activities[11] . For diagnostic purposes, the procedure of doing the work of local DAFS units where they are non-existent or inefficient, is bound to be of little practical long-term use and will only confuse issues at the research center itself. Efforts to use whatever influence is available for building up local DAFS capabilities should have a better payoff for the entire system in the long run.

Coordination among agencies, or between components of a mixed research-transfer-DAFS organization, should leave the diagnosis (and monitoring) of farms in the hands of those who have to work directly with the farmers on a permanent basis. The cooperation of farmers is more easily obtained in this manner, by helping them understand how data is feed-back to them as assistance for their decision-making processes.

OBJECTIVES AND TECHNIQUES FOR THE DIAGNOSIS

a. Objectives

The need to produce a formal diagnosis, and the level (farm or area) at which data is relevant, varies between research and DAFS units. This poses a problem that has to be recognized if any relevant cooperation between agencies is to be achieved.

1) DAFS

The objective of a DAFS unit is to assist the farmer in decision-making. The agent performing this function must therefore understand the whole farm system, its goals, constraints and production

alternatives. This objective is not primarily concerned with identifying technological constraints nor to promoting the adoption of new technology.

Some of this knowledge can be gained through a formal diagnosis, by means of a standardized questionnaire. As the analyses performed by this agent become increasingly sophisticated, the farm data requirements grow more precise and the likelihood of using some formalized diagnostic and monitoring procedures will also increase. Use of these records for tax purposes is not considered important here, for it tends to put farmers in developing countries very much against any data gathering scheme.

Area diagnoses will be a priority for a DAFS agency only if it is involved in launching an area program. Attempts at formalizing the diagnosis depend on a preliminary (commendable but not indispensable) decision to set a base line and monitoring scheme for continuous evaluation. A case may even be made for postponing a formal diagnosis until DAFS personnel are experienced enough to know what to ask and how to ask it.

2) Research

Diagnosis activities at the farm level are needed by research units to define bottlenecks impeding farmers' goal fulfillment; bottlenecks that may hopefully be eliminated by generating alternatives through research (technology, at least in the 'ways of doing' sense, may very well be created by farmers themselves, with or without DAFS participation). For this purpose, farm data is used to abstract area generalizations. These generalizations are matched with research potential, thus helping define research priorities.

Research units may also be interested in data on recommended new production processes at the farm level, at least for contrasting physical results to those predicted.

3) Farm-specific and area-generalizada diagnosis

A farm diagnosis is useful for research only to the extent that a generalized problem can be identified. The fact that the solution will be sought through systems analysis only means, in this respect, that a generalized model (formal or informal) will be used. This generalization may or may not be a priority for DAFS units.

The Aristotelian generalization principle is a distinctive characteristic of the scientific approach. Although research through the system approach still is, and will probably remain, a mixture of art and science, it requires a smaller percentage of art than farm decision-making assistance.

As the farm is the territory of DAFS agencies, the research unit's objectives can be achieved only through mutual understanding of the needs of research and farmers' assistance units and a careful exploration of cooperation possibilities.

The possibility exists, no matter who does it, to integrate research and DAFS diagnostic needs at the area level, but it will require careful evaluation and willingness to cooperate.

At the beginning of the process, researchers will likely require more physical data on the production processes than that needed by DAFS agents. Yet, if an agreement is made for building up a data base to feed the two agencies' decision processes, a jointly programmed diagnosis may be a good starting point.

FARM CLASSIFICATION

a. The Problem

The generalizations required by research units and those needed for an eventual area program approach of DAFS units must deal with 'farm types'.

Formal farm diagnoses provide the data for identifying these types (census data, theoretical approaches or casual empiricism are some alternative means of typifying) or for testing the types built on an *a priori* basis.

Some advances have been made for an organized and all-inclusive approach to farm classification at different geographic levels[19]. However, the experience gained at IICA[17] seems to suggest that standardized all-inclusive classifications are, at most, a very long-range goal. It is to agree with Bublot[2] that classifications, as understood in fields such as Botany, are hard to come by in this area. Efforts should be made to seek types defined for a specific purpose, rather than more universally accepted classifications. This does not preclude basic farm data storage, as suggested by Engledow **et al**[13], but it does put a heavy burden on those defining variables to be used as typification criteria in any specific case.

The (interdisciplinary) theory on which to base criteria is not sufficiently developed for use in this procedure. At IICA it is felt that theoretical approaches to building types for different purposes, should be advanced and then tested; also that typification is required for clientele identification: a must for any agricultural services agency.

From this point of view, the specific problems of formal or informal type and model building for systems research are only parts of a complex issue, which has to be solved by theoretical proposals and empirical testing in several fields, to be followed by intense communication between experts working in different applications and geographical areas.

b. Some techniques

In the process just described, IICA has generated and documented certain experiences[1], [8], [16], [17].

For farm typification a wide variety of statistical and quasi-statistical tools pertaining to the set of multivariate analysis have so far been tried. These include principal components, discriminant analysis and several clustering algorithms, now all implemented at IICA's Computing Division in San Jose, Costa Rica.

So far IICA has been engaged mainly in basic tools development, with some attempts at theoretical advancements. No major applications that would lead to forceful recommendations on techniques are as yet available. Through some of this research projects and those of CATIE, IICA hope to fill this gap.

There are certain recommendations that can be made, however:

1) the objectives of the analysis and the method for performing it must be well defined before the criteria for typifying and testing can be selected;
2) testing methods must also be defined prior to typification, as a crucial part of the entire analytical procedure;
3) only after these stages have been covered, can the role of the statistical tools be assessed;
4) several techniques may have to be applied during the process; and
5) typification can legitimately take place prior to a farm diagnosis, as long as part of the data gathered is used for testing the types.

TECHNIQUES FOR GENERATING AND COLLECTING DATA

Regardless of the mechanics of data generation, one simple rule should be kept in mind: "Data should not be collected without prior knowledge of why it is being collected"[11].

Ideally, the farm systems diagnosis is part of a data generating, gathering and analyzing process serving several objectives and built around the DAFS mechanism.

It is socially inefficient to take farm data periodically for different purposes and without provision for its incorporation into a common farm systems data base, since farmers are approached by many agencies in addition to those of the technological subsystem. These agencies might conceivably agree on some mechanisms for continuously generating, gathering, storing and retrieving farm data. Current practices tend to exhaust the investment in one analysis.

The fact that it is not easy to achieve the desirable efficiency increases has been amply discussed by Eisgruber[12], Lee[20]. and Plaint[27].

But these difficulties should not deter one from joining the DAFS and other Research efforts in a continuous monitoring procedure, geared mainly to farmers' needs.

Available financing is of course essential in deciding whether the diagnosis is to be done by means of one or another of the usual data gathering procedures, such as sporadic surveys, continuous ones, farm records or case studies. Some useful results can be gained by one-shot diagnostic activities (see Chuddleigh[9] for an interesting e-xample). Well-designed case studies and the more costly surveys, sometimes used together, are widely employed throughout the world. Nonetheless they all tend to be of little use as perceived by farmers.

Permanent farm records, on the other hand, present the greatest promise of usefulness for all parties considered (permanent surveys, perhaps with some panelling, being a possible second best). Yet, this is a technique requiring the highest level of farmer cooperation. Hence, it can succeed only if important decisional feed-back is perceived by farmers.

The funds usually available for farm monitoring in the context of foreign-financed Integrated Rural Development Project, offer a good chance for achieving the desired goals. An effort must be made, though, to give secondary consideration to the objectives of project evaluation and to build up the national technical and financial capability to take over as soon as foreign aid is terminated.

BIBLIOGRAPHY

1. ALONSO, A. y COHAN, H.E. Tipificación de Conglomerados y su Análisis de Estabilidad. PROTAAL. Doc. 8, Bogotá, IICA 1977. 43 p.

2. BUBLOT, F. Une typologie des Exploitations Agricoles, Peut-elle Être Encore Présentée? Revue d'Économie Politique, pp. 416–433, 1969.

3. CATIE. Informe Resumido de la Encuesta Preliminar en Costa Rica, Nicaragua y Honduras. Turrialba, Costa Rica, 1976. 27 p.

4. ---------. Primer Informe de la Encuesta Preliminar a Pequeños Agricultores, efectuada en los Distritos de Cariari y Guácimo, Prov. de Limón, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, 1976. 33 p.

5. ---------. Primer Informe de la Encuesta Preliminar a Pequeños Agricultores, efectuada en las Regiones de San Ramón y la Trinidad, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, 1976. 38 p.

6. ---------. Informe de la Encuesta Preliminar a Pequeños Agricultores hecha en la Región del Pacífico Sur, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, 1976, 15 p.

7. ---------. Primer Informe de la EP a PA, efectuada en las áreas de Yojoa (Depto. Cortés) y Guaymas (Depto. Toro), Honduras. Turrialba, Costa Rica, 1976. 39 p.

8. COHAN, H.E. y ALONSO, A. Aplicación de Técnicas Estadísticas para Tipificación de Empresas Agropecuarias. Montevideo, IICA 1977. 28 p.

9. CHUDDLEIGH, P. The Use of Classification and Description of Animal Production Systems in the Formation of Priorities for Agricultural Research in Kenya, In Agricultural Systems (1):281/299. 1976.

10. ————————. The identification and description of animal production systems. Buenos Aires, Asociación Mundial de Producción Animal, 1978. 16 p.

11. DILLON, J.L., PLUCKNET, D.L y BALLAEYS, G. The Review of Farming Systems Research at the International Agricultural Research Centers, Rome, CGIAR, Technical Advisory Committee. 1978. 57 p. y 6 anexos.

12. EISGRUBER, L.M. Development in the Economic Theory of Information, American Journal of Agricultural Economies, 60(5):901–905. 1978.

13. ENGLEDOW, F., BARKER, M.G. y RIDGMAN, W.J. A System of Farm Classification as an Aid in Formulating Policies and for Measuring the Effects of Changes in Agricultural Strategy. Agricultural Administration (5):195–209. 1978.

14. HART, R. and PINCHINAT, A. 'Integrative Agricultural Systems Research' Draft of the paper submitted to INRA-IICA Caribbean Seminar in Systems Analysis in Agricultural Research, Guadalupe, 1980, 12 p.

15. ————————. Las Primeras 24 Semanas de un Estudio de Caso en Yojoa, Honduras. Costa Rica, CATIE, Turrialba. 1976. 41 p.

16. IICA-DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS AGROPECUARIAS-MAP. Seminario sobre Métodos y Problemas en Tipificación de Empresas Agropecuarias. Montevideo, 1975. Tres volúmenes de p. irr.

17. ————————. Reunión Técnica sobre Tipificación de Empresas Agropecuarias. Montevideo, 1977. 28 p.

18. KOPPEL, B. The Changing Functions of Research Management: Technology Assessment and the Challenges to Contemporary Agricultural Research Organization. Agricultural Administration (5):195–209. 1978.

19. KOSTROWICKI, J. Agricultural Typology Concept and Method, In Agricultural Systems 2(1):33–45. 1977.

20. LEE, G.E. and NICHOLSON, R.C. Managerial Information (Recording Data, and Decision) Systems in Canada. American Journal of Agricultural Economics, and following papers in the same proccedings issue. 55(5):921–929. 1973.

21. MATEO, N. and MORENO, R. Estudio de Siete Sistemas de Producción Agrícola en Platanares de Pérez Zeledón. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 1976. 23 p.

22. NAVARRO, L.A. Víctor Manuel Víquez: Estudio de Caso en Costa Rica (Informe Preliminar). Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 111 p.

23. ---------. Reconocimiento de los Sistemas de Finca en las Áreas de Pequeños Agricultores en Costa Rica, Nicaragua y Honduras (Informe Parcial). Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 16 p.

24. ---------. El Enfoque de Sistemas y Herramientas Específicas para el Reconocimiento de los Sistemas de Cultivo. El Agricultor y su Ambiente Total. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 1978. 47 p.

25. PARIKH, K.S. A Computerized Information System for the Agricultural Sector. Indian Journal of Agricultural Economics. 32(1):45–77, 1977.

26. PIÑEIRO, M. y TRIGO, E. Un Marco General para el Análisis del Progreso Tecnológico Agropecuario: Las Situaciones de Cambio Tecnológico, PROTAAL. Doc. 3. Bogotá IICA, 1977. 50 p.

27. PLAUNT, D.H. Canada's Experience in and Aspirations for a Comprehensive Farm Data System. Journal of Farm Economics, and following papers in the same proceedings issue, 1976. pp. 1526–1560

28. QUADE, E. S. Analysis for Public Decisions. New York, American Elsevier Publishing Co, Inc. 1975. 322 p.

29. SELLERS, S. Tipos de Agricultores en Tucurrique, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 17 p.

30. TRIGO, E. y PINEIRO, M. Assigning Priorities Research: A Critical Evaluation of the Use of Programs by Product-Line and Production Systems. Paper submitted to INRA-IICA Caribbean Seminar in Systems Analysis in Agricultural Research. Guadalupe, 1980. 15 p.

SOIL WATER MANAGEMENT AND FARMING SYSTEMS RESEARCH.

W. M. Forsythe (*)

A system can be defined as a combination of instructions, relationships or components which achieves certain results. (Emery[2], Páez[4] and Wymore[5]). Agricultural production systems are characterized by being open, in that they permit the interchange of energy and matter with the environment.

Agricultural systems have the additional characteristic of having variable environments. A farming system can be visualized as having the following set of instructions or components (subsystems): planning, financing, programming of operations, planting, monitoring, reaping, delivery and marketing. These are human, plant, physical and socio-economic subsystems. The living subsystems (plant and human) must satisfy their own needs (goal-directedness). The farming system as a whole, being an open system, must be sustained by

(*) Director and Soil and Water Management Specialist. IICA Office in Barbados.

inputs of matter and energy derived from financial benefits in the case of commercial agriculture or from food and other benefits to the farmer in the case of subsistence agriculture. In the case of subsistence agriculture the financing and marketing subsystems are not relevant and technology appropriate to this situation must be taken into consideration. This would be technology involving new practices using existing resources.

The systems approach can be seen as one where a given technological change is evaluated not only for the given subsystem where it is introduced but also for the other subsystems of the farming system. This may involve experimentation which evaluates the response of the whole system to a given technological change, or some prediction (simulation) of its effect upon the system.

Soil and water management research for farming systems should take the previously mentioned constraints into consideration. Under conditions of subsistence agriculture, technology should require no financing on the part of the farmer but should use resources already available on the farm, such as land, labour and the learning ability of the farmer. This could involve changing farming practices such as time of planting, weeding, mulching, no-till land preparation, ploughing (considering the depth of ploughing capability of the farmer), time of ploughing, construction of beds, ditches and drains, and practices against erosion. This type of technological change will require a strong extension input. If labour is in short supply, technology to increase labour productivity is appropriate, but if land is in short supply technology to increase land productivity is appropriate. (Just et al[3]).

Under conditions of commercial agriculture, technologies that require financing on the part of the farmer are also appropriate such as irrigation and drainage, fertilizers, insecticides, pesticides and the use of machinery. Practices such as crop rotation and cover crops may or may not need financing, depending on the farm and ecological situation. A 5-month wet season followed by a 7-month dry season can facilitate the use of a native grass as a cover crop which grows towards the end of the wet season, after reaping a crop. The grass drys during the dry season and can be hoed and used as mulch instead of burning for preparation of the new planting season. On the other hand, an 11-month wet season would provide opportunities for introducing cover corps not grown before.

The labour requirements of a given technology should be measured, since this provides basic information for economic and manpower analyses. The cost of a given technology in terms of the need of foreign exchange to buy it can be a factor which influences its adoption. A soil conservation practice such as bench terracing may be considered expensive but can be worthwhile doing since the terraces may be constructed with manual labour, a locally available resource which requires no use of foreign exchange, and makes hillside farming more attractive to the farmer.

The irreversible nature of erosion losses should be considered when weighing conservation practices against conflicting recommended practices such as clean cultivation. This is important on erosion-prone hilly lands where many small farmers are found.

The residual effect of a given technology applied in one subsystem on the rest of the farming system should be considered. This applies to technologies such as the application of fertilizer, herbicides, insecticides and pesticides, irrigation and drainage, land preparation practices, and seedbed shape and its compatibility with the planting systems of the whole farming system. The residual effect may transmit itself through the system by a response of the soil or a response of the crop. For exemple, better fertility later on in the production system would be a soil response whereas a more vigorous vegetative growth during a particular subsystem may leave the soil drier in the following sub-system.

The special condition of the farming system of having a variable climatic environment must be considered in relation to the farmer's interest in minimizing his risk. (Just et al[3]). The probability of certain critical growth values of climatic data is of practical use to the farmer. For example, if a certain minimum amount of rainfall for a given month is needed for a desired crop performance, this minimum or more should occur with sufficient frequency year after year to ensure an economically viable operation. For this purpose the 75% reliable monthly rainfall indicates that this value or more will fall 3 out of 4 years on the average. The average monthly rainfall is a higher figure and gives a more optimistic picture of the rainfall situation but it tends to give a 50% reliable figure, which is 1 out of 2 years tending to be too risky for the farmer.

The probability of a certain maximum rainfall or less which ensures that the soil is dry enough to permit machinery and other traffic in the fields is of importance in determining labour and/or machinery needs to finish a job within a given period. This is very critical for soils that have their sticky point lower than the field capacity, a natural maximum moisture point for well drained field soils. This is the case of montmorillonitic clays. On the other hand, soils influenced by material from volcanic ash can have the sticky moisture point greater than field capacity, and well drained field soils can receive traffic and machinery as quickly as 24 hours after a heavy rainfall. This is the case of some soils in Turrialba, Costa Rica, where machinery can be used on selected days throughout the year although the soil can be at field capacity for at least 9 months of the year.

When the rainfall of an area is characterized by indicating the probability of certain minimums, then 3 or 4 years of data of a given system can be used to predict its long term behaviour, if the weather prevailing during the experiment is recorded so that it is calibrated by the performance of the associated system. If climatic data is reported as monthly or annual averages, or the ecological zone of an experiment and not as the weather condition of the experiment itself, this possibility of predicting the long term behaviour of the system is eliminated.

Information on soils and climate commonly intervene during the planning, programming, planting and monitoring subsystems of the farming production system. The systems approach orients us to consider the interaction with the other subystems of the agricultural production system.

The human subsystem is important in research methodology in agricultural production systems. The necessity of working in interdisciplinary teams requires codes of behaviour which maintain creativity of the individual, and democracy in participation and recognition. The loss of these characteristics are common criticisms of interdisciplinary teams (Arnon[1]). The project, as a joint effort, must be jointly planned, each researcher indicating what his own contribution will be and what he needs to complement his own limitation. Ackoff's (cited by Emery[2]) advise on this problem is most appropriate:

"No single individual can be educated so as to be expert in all the disciplinary approaches to systems. It is difficult enough to make him expert in one. We can, however, educate him to an awareness of what others know and can do in systems work and motivate him to desire to work collaboratively with them. Scientific snobbery must go. Systems research cannot thrive where it prevails.

It is my feeling that the two most important steps that can be taken to break down barriers to effective interdisciplinary collaboration are:

a. to elevate those trained in each discipline to a uniformly high level of competence in mathematics and statistics, and
b. to educate all students in science and technology to a thorough understanding of scientific method in its most general sense".

BIBLIOGRAPHY

1. ARNON, I. Organization and administration of agricultural research. London, Elsevier, 1968. 342 p.

2. EMERY, F.E., Editor. Systems thinking. Harmondsworth, Midllesex, England, Penguin, 1969. 398 p.

3. JUST, R.E., SCHMITZ, A. and ZILBERMAN, D. Technological change in agriculture. Science 206:1277–1280. 1979.

4. PÁEZ, G. Delineamento experimental de sistemas de producción agrícola. In: Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico. 13 febrero – 26 marzo, CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1975.

5. WYMORE, W.A. Un bosquejo de los conceptos básicos de la ingeniería de sistemas. In: Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico. 13 febrero – 26 marzo, CATIE. Turrialba. Costa Rica. 1975.

INTEGRATIVE AGRICULTURAL SYSTEMS RESEARCH

R. D. Hart (*)
A. M. Pinchinat (**)

Agricultural research has become more and more specialized as the study of agricultural production has been divided into smaller and smaller units. However subdividing and analyzing the components that form a phenomenon is not consistent with regional development objectives since agricultural development requires an understanding of whole agricultural processes. The recent interest in a systems approach to agricultural research undoubtedly reflects the realization that specialized knowledge alone cannot completely explain complex agricultural processes.

A system is an arrangement of components that function as a unit (Becht[1]). An understanding of how a system functions requires more than a detailed description of its individual components; a

(*) Agricultural Ecologist, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
(**) Agricultural Research Specialist, Zone 2, IICA, Santo Domingo, Dominican Republic.

study of how the system is structured (how the components are arranged) is also necessary. This may seem obvious, but Von Bertalanffy's General Systems Theory (Von Bertalanffy[7]) introduced in 1930, produced a conceptual revolution in both the physical and biological services.

The systems approach has been applied to all biological disciplines, but is probably most associated with ecology. In 1935 Tansley proposed the term "Ecosystems" (Evans[2]); the concept has been developed by many others, such as in the classic papers on trophic levels by Lindeman[3] and on energy flow through ecosystems by H. T. Odum[5].

As defined by E. P. Odum[4], an ecosystem is "any unit that includes all the organisms in a given area interacting with the physical environment so that a flow of energy leads to clearly defined trophic structure, biotic diversity, and material cycles within the system". The biological community that interacts with the physical environment to form an ecosystem is composed of various populations. Populations can be subdivided into individual organisms that can be further subdivided into organs. These phenomenon are, at the same time, both components and therefore subsystems of larger systems as well as systems with their own components (sub-systems). This hierarchical relationship between systems forms the conceptual framework for the science of ecology.

AGRICULTURAL SYSTEMS

If the ecological systems framework is applied to an agricultural production process, a set of hierarchically-related agricultural systems can be identified. Each level of the hierarchy is a set of systems with the outputs of some systems forming the inputs to others.

While it is possible to describe a global agricultural system, the geographic region is usually the largest unit of interest in agricultural development research. Figure 1, where one system from each hierarchical level was arbitraryly selected for closer inspection, shows a regional agricultural system with both agricultural and non-agricultural subsystems. Farms, agro-industries, and agricultural

extension, research and education together form the regional agricultural sector. The region can be analyzed as a system with energy, materials, capital, and information flowing into and out of the region and among the subsystems of the region.

Any one of the regional subsystems can be separated from the regional system and studied in detail. In Fig. 1 a farm subystem was selected. A farm system can be viewed as a set of spatially-defined areas used for crops and/or animal production, and as a homestead area. The crop or animal production areas form agroecosystems, units analogous to the ecosystem unit in ecology. The economic transactions and management decisions on the farm can be combined to form a socioeconomic subsystem of the farm system. As in the case of the regional system, any subsystem of the farm can be selected for detailed study. In Fig. 1 a crop agroecosystem was selected.

The agroecosystem can also be dissected into subsystems. As with natural ecosystems, it is composed of a biotic community of plants, animals and micro-organisms, and a physical environment with which it interacts. Soil, crops, weeds, plant diseases, and insects are prominent subsystems in crop-based agroecosystems. Energy flows between trophic levels and materials are cycled. An agroecosystem, however, differs from a natural ecosystem in that at least one plant or animal population must be of agricultural value and man plays a decisive management role. In the next hierarchical level presented in Fig. 1, a crop subsystem was selected for closer inspection.

A crop system is an arrangement of crop populations that process energy (solar radiation) and material inputs (soil nutrients, water, others) to produce energy and material outputs (biomass, water, and heat). The crop populations can be arranged both spacially (planting distance) and chronologically (date of planting) to form 'cropping patterns'.

The individual crop species and their varieties are subsystems of the crop system and make up the next hierarchical level under the crop system. Each individual crop can be subdivided into hierarchically lower subsystems such as its genetic or reproductive subsystem.

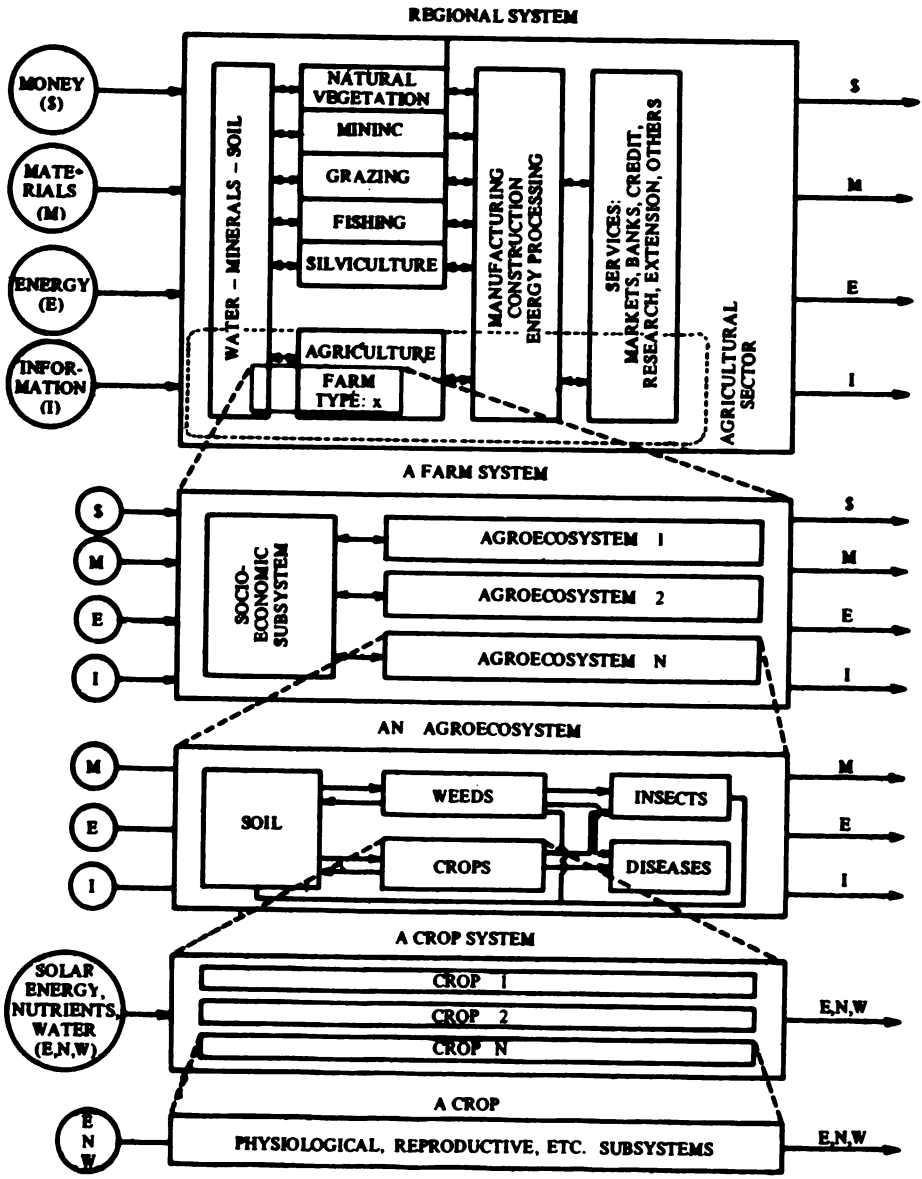


Fig. 1. The hierarchical relationship between regions, farms, agro-ecosystems and crops.

TRADITIONAL AGRICULTURAL RESEARCH APPROACH

In general, agricultural researchers have studied the phenomenon included in the above hierarchy as separate units. There seems to be two important weaknesses to this traditional approach: 1) the units are studied in isolation; any interaction between the unit and other systems is often ignored, and 2) the lower-level systems (the agroecosystem components) have received more attention than agroecosystems, farms, or regional systems.

In too many cases, agricultural specialists have studied the systems within a region as if they were isolated phenomena. Soil scientists measure fertilizer responses, agronomists breed "better' varieties, crop protection specialists identify "better" pesticides, and agricultural economists analyze sigle-product marketing systems. The technology generated by isolated agricultural research is expected to somehow produce agricultural development.

The 'green revolution' approach, a highly specialized form of traditional agricultural research, is based on the assumption that the availability of 'better" crop varieties will produce regional development. The varieties are often developed and evaluated in isolation from the systems in which they function as components. For the green revolution approach to work, the farmer must integrate the new variety into his crop system, the modified crop system into his agroecosystem, and the modified agroecosystem into his farm system. It is assumed that the combined impact of such modified farm systems in a specific geographic region will result in regional development. This type of approach may work in a one-crop region, with a one-crop farm system, with a one-crop agroecosystem, with a one-crop system; however, in complex regions with complex farms, complex agroecosystems and complex crop systems, as is common in the third-world tropics, its chances for success are minimal.

AN INTEGRATIVE APPROACH TO AGRICULTURAL SYSTEMS RESEARCH

If the immediate objective of agricultural research is to provide information in support of rational regional development, as is usually the case in third-world countries, it is obvious that the relationships

among the agricultural systems within a region must be defined and studied through an integrative approach. The experience gained by institutions involved in crop systems research combined with systems analysis principles may be used as a basis for an integrative approach to agricultural systems research.

a. Three-level-minimum principle

In order to analyze agricultural systems as a set of hierarchically integrated systems, at least three hierarchical levels must be examined. To understand how a system works, i.e. to relate its structure to its function, the components of the system, their arrangement, and the inputs and outputs of the system must be identified and described. The system itself functions as a subsystem of a larger system; this larger system must be described in order to identify and describe the inputs and outputs of the system of interest. In order to modify or design new systems, the components of the system must also be studied. The system of interest, its components, and the system in which it functions as a component are the three hierarchical levels that must be examined in any agricultural research project.

Applying the three-level-minimum principle to a project for improving farms systems, for example, means that information on regional systems, farm system and agroecosystems must be studied and integrated. Similarly, to develop better crop systems, research must be carried out on agroecosystems, crop systems and individual crops.

b. A research strategy for regional development

While three hierarchical levels must be studied in order to analyze a specific agricultural system, if the objective is regional development, the entire hierarchy from the regional system down to individual crops and animals must be considered. A research strategy with the different activities to be carried out at each level is summarized in Fig. 2.

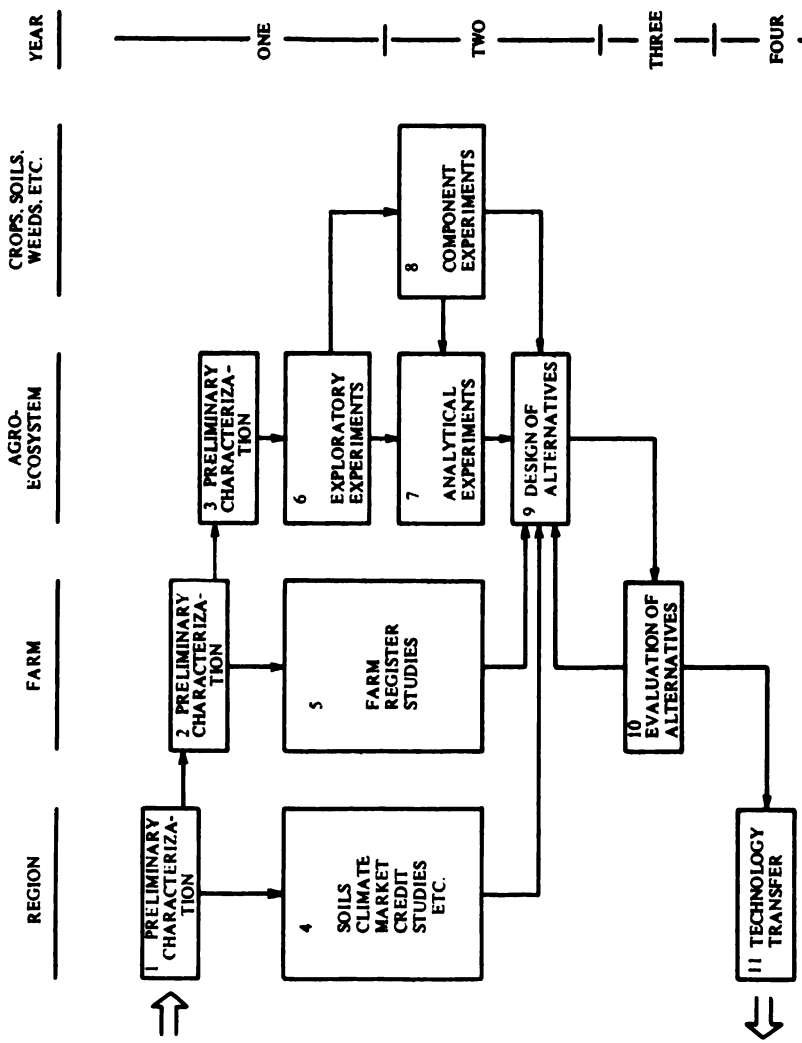


Fig. 2. Eleven steps in an integrative research strategy that includes the analysis of a series of hierarchical agricultural system and the generation of alternative agroecosystems.

The strategy is designed for research to be carried out within a 3 to 4 year period. In some cases, as when a region is very large or heterogeneous, more time will be required. The strategy can be divided into the following 11 basic steps:

1) Preliminary characterization of the regional system. The objective is to produce a general qualitative model of the region that includes primary (agriculture, silviculture, mining, others), secondary (processing of primary products), and tertiary (services) activities and the most important inputs and outputs of the region; another objective of this phase is the identification of important farm system types.
2) Preliminary characterization of important farm systems. The objective is to produce a general qualitative model of the important farm systems within the region; the model should include the agroecosystems and inputs and outputs of the farm system.
3) Preliminary characterization of important agroecosystems. As in the case of the regional and farm system characterizations, the objective of this phase is to produce a qualitative model. If possible, some quantitative estimates of inputs and outputs should be obtained.
4) Regional studies. Using the static qualitative model produced during phase 1, climate, soils, marketing, and credit studies can be carried out over a two-year period. It is important that this information be avialable as input of the alternative-design stage (see step 9).
5) Farm register studies of representative farm systems. Using the static, qualitative model of the farm system produced during phase 2, farm register studies of representive farms that include the agroecosystems being analized experimentally (steps 6–8) should be undertaken at the same time as the regional studies and experiments. The analysis of the farm systems is also an important input to the alternative-design stage.
6) Exploratory experiments with agroecosystems. Experiments that include many factors at few levels should be conducted with the objective of identifying: a) promising research areas and b) components that strongly interact and must be analyzed as a unit (an example might be soil fertility and weed management) and components that can be studied separetely.
7) Analytical experiments with agroecosystems. Exploratory experiments and experiments with components of the agroecosystems (step 8) will usually point to aspects that need more

analysis. These experiments will usually include many levels of one or two factors; for example multiple fertilizer input levels in order to define the output of the system as a function of nutrient input.

8) Component research. The experiments carried out during this phase will be very similar to the traditional research with crop varieties, weed control, others.

9) Design of alternatives. This is essentially a model-building phase. At the end of two years of research, including regional and farm system studies and exploratory and analytical experiments, it should be possible to build quantitative models of the agroecosystems selected for study. It should be possible to use this model as the basis for the design of alternatives. These alternatives can be different management recommendations for the original agroecosystems or completely new systems.

10) Evaluation of alternatives. This phase is both a validation of the model designed in step 9 and, since it is carried out on representative farms, a preliminary evaluation of the potential adaptability of the alternative technology that has been produced. If the model is not valid or the technology not acceptable, it will be necessary to return to the alternative-design phase. If the alternative is acceptable, the technology transfer phase can begin.

11) Technology transfer. The alternative agroecosystem that has been evaluated on representative farms can now be transfered on a regional basis.

c. Interdisciplinary integration of research activities

Implicit in the system approach to agricultural research is the interdisciplinary integration of research activities (Pinchinat et al[6]). An agronomist doing crop system research must communicate with crop specialists in order to find better crop components, as well as with agroecosystem specialists in order to understand the physical and biological environments in which his crops system must function. Agroecosystem specialists can not design alternatives without the direct input from scientists working with systems that are both higher and lower on the hierarchical scale.

CONCLUSION

There are strong arguments for putting aside the naïve assumption that complex regional agricultural processes can be improved by independently breeding better crops, setting up more fertilizer experiments, or carrying out another marketing study. This reductionist approach should be replaced by a systems approach in which the relationships among agricultural systems receive at least as much attention as the study of the isolated phenomena. The systems approach requires the integration of an interdisciplinary team of agricultural research specialists. The research strategy followed by the team should include regional and farm system studies and experiments with agroecosystems and the biological and physical components that form the agroecosystems.

LITERATURE CITED

1. BECHT, G. Systems theory, the key to holism and reductionism. Bioscience 24(10):579–596. 1974.

2. EVANS, F. C. Ecosystems as the basic unit in ecology. Science 123:1127–1128. 1956.

3. LINDEMAN, R. L. The trophic-dynamic aspect of ecology. Ecology 23:399–418. 1942.

4. ODUM, E. P. Fundamentals of ecology. Washington, D.C. Saunders, 574 p. 1971.

5. ODUM, H. T. Trophic structure and productivity of Silver Springs, Florida. Ecological Monographs 27:55–112.

6. PINCHINAT, A. M., SORIA, J. and BAZÁN, R. Multiple cropping in Tropical America. In Multiple Cropping: Amer. Soc. Agron. Madison. Special Pub. 22:57–61. 1976.

7. VON BERTALANFFY, L. General systems theory. New York. George Braziller, Inc. 295 p. 1968.

PROPOSED CASSAVA RESEARCH AND DEVELOPMENT IN BARBADOS.

J. P. Jeffers (*)

Cassava is second only to the sweet potato as a root crop in the tropics. In parts of South America it has been in cultivation for centuries producing the main starchy food for the inhabitants of the tropical part of that continent.

Although cassava is one of the world's staple crops, it has been until recently neglected by research workers. For a variety of reasons, it has been ignored by tropical research workers who have preferred to devote their activities to research on crops like sugar cane, cacao, coffee, among others.

(*) Ministry of Agriculture, Barbade.

Today, much of the research on cassava is being done at the International Centre of Tropical Agriculture (CIAT) in Colombia, the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) in Nigeria, and at Turrialba in Costa Rica where CATIE is doing research on production systems which include cassava.

From the information available, it would appear that cassava production could be economically viable, and the fact that it can partially satisfy the carbohydrate requirement in both human and animal diets, makes it a commodity of interest to Barbados agriculture.

At present, there are two local varieties; sparsely cultivated and with traditional cultivation methods, yields are low. The proposed methodology of carrying out a research and development plan for cassava will be outlined. Bearing in mind that research in the region has been commodity oriented rather than systems oriented, a departure from sur traditional methodology is proposed (Fig. 1).

It will be necessary to obtain basic data for cassava in order that valid comparison can be made, and possibly used in a linear programme to arrive at optimum solutions. To this end, the basic agronomic and economic data must be obtained, varieties, cultural practices, labour and equipment suitability and availability will be investigated, as well as the practice of multiply cropping. The first phase may well be regarded as the Research and Education Phase.

The next stage, that of Farm Production, would result from the data generated in Phase 1 being utilized in a systems analysis such as Linear Programming to arrive at possible solutions, the objectives having been determined. At the moment, the obvious aims are, tubers, leaves, as livestock feed.

To optimise returns to the farmer and also to try and insure against crop failure and income loss, crops which can be grown in association with cassava will be investigated and promoted. This study will also help to determine resource allocation at the farm level. The use of farm machinery in the system especially in these days of labour scarcity, must also be investigated. Because we are now using a system approach, the type, size, and choice of equipment components must be carefully done in order to minimise expenditure and optimise output.

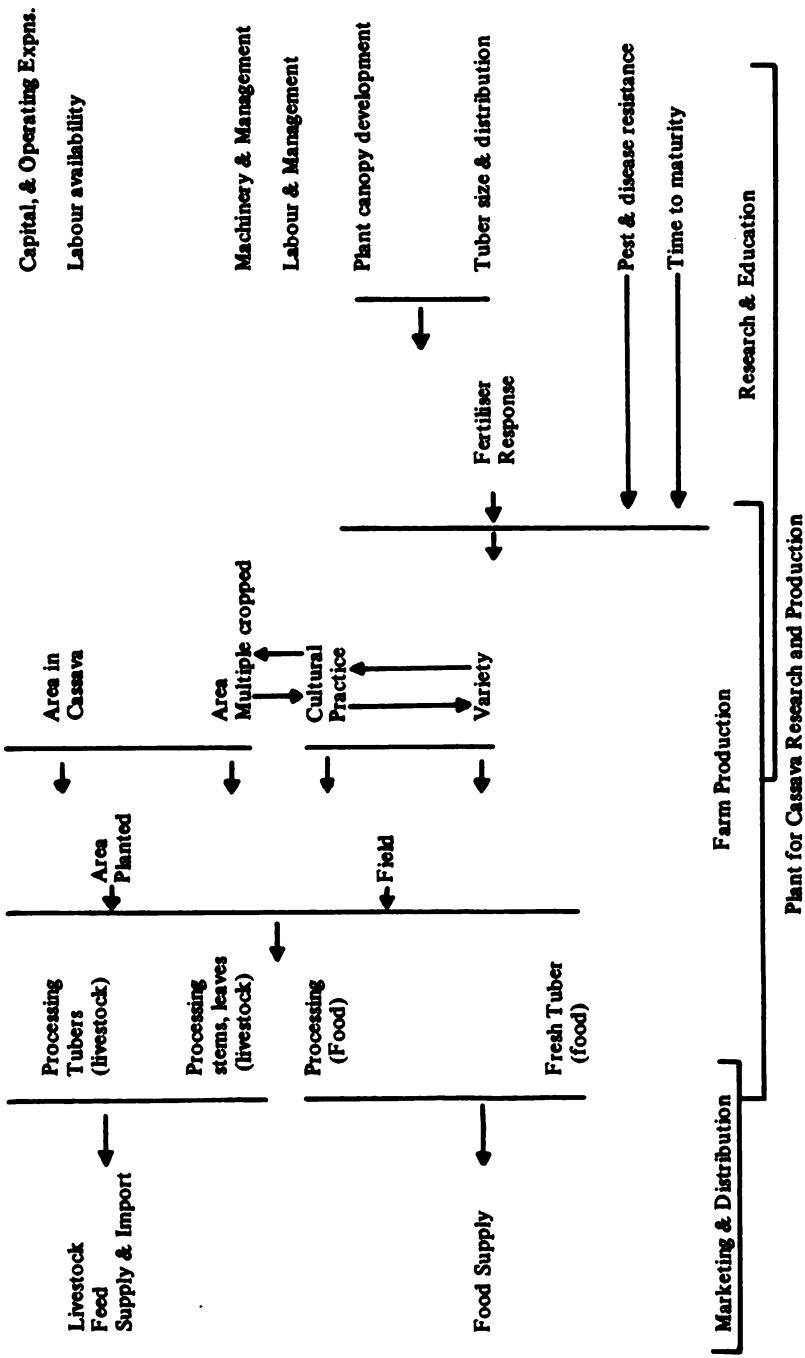


Fig. 1. Proposed Research and Development.

Another factor which must also receive due attention is the sociological factor. Using mathematical treatments and/or computer programmes, it is relatively easy to determine the viability or otherwise of a project. However, no agricultural programme that neglects the human factor can possibly succeed. If a project does not satisfy some human needs or aspiration, it will be difficult if not impossible for it to succeed. If mechanisation is to be a large component, how will the use of equipment affect the farm family?

It is therefore the total approach to research and development that is now being proposed. No longer is it going to be sufficient to conduct, for example, fertilizer or variety trials for any crop as our research effort. Instead, a systems approach embracing as many important variables as possible must be adopted.

PRODUCTION SYSTEMS RESEARCH DESIGN AND DATA MANAGEMENT.

G. Páez (*)

INTRODUCTION

In 1925, R. Fisher published his book entitled **Statistical Methods for Research Workers.** The clarity, objectivity, and logic with which Professor Fisher treats statistical methods and procedures as applied to scientific research, primarily of physical and biological character, has converted his work into the 'Bible' for researchers from various branches of human knowledge.

In the decade from the thirties to the forties, due to the influence of Professor Fisher, significant advances were made in research methodology, as applied to physical and biological problems related to plants and animals of economic importance. A good part of agricultural research from the past was designed to provide a basic broader understanding and at the same time to generate new know-

(*) Former Director of IICA-CIDIA; currently, Director, Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE). Turrialba.

ledge for researchers. In this way an accumulated wealth of information concerning problems, conditioning factors and possible solutions was generated over time.

The decade from the fifties to the sixties was characterized by an amplification of the thematic spectrum of agricultural research; incorporating the study of more complex phenomena demanded more sophisticated and complex techniques and procedures.

During all of this process, the object or principal beneficiary of research results –the farmer– did not receive proper attention from the physical-biological scientists and researchers. However, a clear tendency of a change in focus could be noted, in the sense of a greater preoccupation to study relevant problems of production and productivity, particularly those pertaining to small and medium sized farmers.

The decade of the seventies was marked by a new period of agricultural research wherein the interest and attention of the researchers was increasingly directed toward the agricultural producer and his problems.

The researchers'attention then turned toward production systems, their inherent problems, implications and relationships with other social and economic factors. In synthesis, research is now focusing on the immediate beneficiaries of the results from research, that is, the agricultural producers. The implications of this focus were significant for physical-biological research workers, due to the fact that the methods, techniques and procedures, that production systems research require are, in general far more complex. At the same time there was little available knowledge about experimental procedures and standards applicable to investigation into agricultural production systems.

The object of this paper is to set forth a few ideas on the investigation of systems of production, their design and implementation, and the control of the information generated by research.

BASIS FOR THE INVESTIGATION INTO PRODUCTION SYSTEMS

The literature reveals that there is a wide variability in the interpretation and procedures in the investigation of systems of production. There seems to be no uniformity of criteria as to concepts, theoretical bases, methods, techniques procedures, analysis, and others, as applied to agricultural production systems. An attempt is made here to summarize into three main categories the approaches or schools of research into agricultural production systems: 1) descriptive prototypes; 2) physical prototypes, and 3) numerical prototypes.

The school of thought that favors the idea of descriptive prototypes alleges that the investigation of production systems as such, is not feasible due to the multiplicity of factors involved within the different systems. This makes it physically impossible to simultaneously submit a complex system, with all of its factors, to experimental testing. This school of thought maintains that the prototypes (or typical production systems) should be conceived and described generically, but that field experiments should be conducted on some of the specific components; once a prototype has been selected, individual components should be investigated separately.

This type of focus does not present any major experimental difficulty, since similar methods and standards can be applied, without variation, to the different components of the production system.

The school of thought that favors the idea of carrying out experimentation with physical prototypes of production bases its argument with the idea that the performance of systems cannot be properly evaluated, unless its functioning is observed as a whole, on the land; this requires physical experimentation with the different prototypes of production.

This approach entails a series of difficulties of a methodological and operative nature, including crops design, and the design of inputs and of the field tests (size of the plots, number of repetitions). There is very little information about experimental methods and techniques for the testing of physical prototypes as a whole.

The school of thought concerning numeric experimentation with prototypes maintains that existing information on the components of production systems can be analyzed and synthesized, in order to reproduce or construct the prototypes or systems of production.

This focus suggests that physical experimentation should be carried out only for certain components of the system in order to prove or validate certain aspects of the system's performance.

METHODS FOR THE CONSTRUCTION OF PROTOTYPES

In this section, a brief description is given of the methodology followed in order to construct experimental prototypes of production systems. The three categories mentioned previously are based on a common general principal of prototype design. However the details and the methods for the experimental testing of the prototypes vary and have different implications for the field work.

DESCRIPTIVE PROTOTYPES

a. **Basic Information.** The information required for the construction of descriptive prototypes is generally of three kinds: 1) information about the farmer; 2) information about the farm and its activities, and 3) experimental information on production and productivity.

The sources of information may vary, but normally information on the farmer and the farm is obtained by means of surveys conducted for this purpose, but it is also possible to obtain some of this information from secondary sources.

Normally, experimental information is obtained from research centers and stations that carry out research of a physical-biological nature. Primary experimental information is normally complemented with information on natural determinants.

b. **Construction of Prototypes.** The analysis of the information is generally carried out by means of a 'Delfo' procedure; in other words, the information is submitted to key analysts which, in this case, are the research workers, the extensionists and the producers or farmers.

The team of analysts or interpreters of the situation discuss the existing information on production systems, and try to characterize the critical elements and components which affect the performance of the system, which are susceptible to control or modification. They characterize the existing prototypes and at the same time propose promising prototypes or systems of production as production alternatives.

c. **Testing Validation.** Validation testing of the selected, recommended or constructed production prototypes is carried out mainly on the farm. The production system which is submitted to test, should incorporate all the basic elements suggested by the team. Once the system has been installed in the field, its performance is observed by the researcher, the extensionist and the producer; corrections may sometimes be introduced, and become part of the integral prototypes.

Experimental management approximates that which the farmer would use on his own farm, with the exception of the modifications incorporated into the systems.

In order to record the information, fairly simple forms that can be filled out by the farmer himself are used complemented by observations by the researchers and extensionists.

d. **Evaluation of Prototypes.** Generally, the same procedure applied to the construction of the prototypes is followed. The team of researchers, extensionists and producers examine the information and, from the results, derive conclusions and recommendations for further action. This type of evaluation is carried out on a number of selected observed and recorded data from various forms, simultaneously, in such a way as to permit an evaluation with certain precision of the performance of the productive systems. The extension agents then undertake the responsibility for the diffusion to the producers of the results and recommendations on techniques and production procedures.

Normally, this calls for pamphlets which must be accesible and understandable to the producers, and sometimes periodic meetings with them.

PHYSICAL PROTOTYPES

This approach is different from the other two in that the research worker becomes the principle actor in the process. That is, the research technician has a predominant role not only in the experimental aspects but in the whole process, as indicated below:

a. **Basic Information.** The data relevant to the system is normally obtained by means of surveys at the farm level. The research worker has to be careful to obtain relevant information in order to characterize the existing critical problems at the productions level. In the same way, he should compile a mass of experimental information related to the performance of the prototypes.

b. **Construction of Prototypes.** The research worker, based on comparative analytical criteria, examines the nature of the systems, the different components and the critical problems associated with the performance of the typical production systems.

The so- called central production prototypes are derived from this critical analysis, and once the critical functions are designed and adjusted, they are submitted to experimental testing in order to observe their overall development as related to the system.

The physical prototypes, also to be submitted to experimental testing, are designed in such a way that permits them to be installed in the field, to be manageable and to produce the necessary information for critical performance analysis.

Two procedures have been suggested in the construction of these prototypes. One proposes the use of a few complete typical systems and a large quantity of complementary satellites which are integral parts of the central prototypes. The other opts for the generation of various combinations of factors and processes and the testing of complex treatments of multiple factors similar to factorial experiments.

c. **Validation Testing.** Tests for purposes of validation are achieved by submitting the prototypes to field tests. As these prototypes are generally very large, whether in occupied area, or because of the number of unit observations, thus generally require a team of specialists in order to follow, observe, and monitor the behaviour of the prototypes.

The central prototypes generate more observational types of information while the satellite experiments permit the study of certain detailed factors which, in the central prototype, are found to be confused with other factors and, as a consequence, it is not possible to obtain appropriate information on all the multiple actions and interactions.

The central experiments are converted to a series of satellites of more specific treatments at the farm level. They are converted in such a way that the central prototypes constitute multifactorial treatments which, on their own, do not provide information on specific factors of the system, but as a complement to the information generated by the satellites, conclusions can be derived on the group action of the factors included in the prototypes. There is quite a bit of difficulty in experimental testing for central prototypes a and their satellites, including a large number of factors (crops, treatments, management, among others). On the other hand, there are are fewer management difficulties with the miniprototypes than with a multifactorial combination of components.

d. **Evaluation.** Evaluation is based on the experimental information that is collected during the course of the test. There are many analytical techniques for interpreting the information and for deriving conclusions and recommendations concerning the performance of the production system.

MATHEMATICAL PROTOTYPES

This approach proposes numerical experimentation of the prototypes, using the computer, and is based on experimental information *per se*, and not information derived from primary or secondary sources.

a. **Basic Information.** The basic information for mathematical prototypes does not differ from the other two prototypes. Generally, it refers to information about the farm, and experimental information complemented by data on natural determinates and social-economic data.

b. **Construction of Prototypes.** The analysis of the information is based on usually complex mathematical models, with a multiplicity of factors. The model is adopted on the basis of available information, and experimentation is carried out by means of simulation, varying the conditions and restrictions on the model. This generates a large volume of production alternatives, facilitating a wider spectrum of analysis and selection of alternatives which offer comparative advantages.

c. **Validation Testing.** This test is carried out on a few specific components that demonstrated irregular behaviour during the numerical experimentation. The test can also be directed towards obtaining new information on some of the technical factors and coefficients which the numerical experimentation was unable to study exhaustively, for lack of sufficient basic information, on cause and effect relationships.

d. **Evaluation.** Evaluation follows similar procedures to the construction of numerical prototypes, that is, once the information on the behaviour of the prototypes has been obtained by means of numerical experimentation and corroborated by the tests for validation, the performance of the prototypes are once again evaluated, with the incorporation of new data or maybe even with a new strategy for analysis and evaluation.

NEED FOR AN INFORMATION SYSTEM FOR AGRICULTURAL RESEARCH

It has been estimated that 60 % of the information pertaining to the domain of agricultural research has not been rationally or selectively recorded, organized or stored in appropriate devices which would guarantee greater accesability, reliability and longetivity of the information.

The scientific method which all research workers apply the process of generating technical-scientific information does not include the conservation of primary information for future uses, as a preliminary step to analysis.

In modern jargon, the organization, storage and recuperability of the information goes by the name data base.

The information system for agricultural investigation SINIA, which is being implemented in the Central America istmus, is a generalized model for the organization, storage and recuperation of technical-scientific information as related to research. The thematic scope of the system embraces managerial information (research agencies and projects), and scientific information (soils, climate, genetic resources, experimental material and results, insects, diseases, among others).

It is hoped that SINIA, once in regular operation, will provide the following advantages:

a. An up-to-date understanding (as complete as possible), on the problems of production system research methodologies, results; research environment, researchers, and others.
b. The minimization of questions and answers for the researcher interested in some types of experimental information and related aspects.
c. The data base of experimental and non-experimental information minimizes the problem generated by results that could be obtained from up-to-date research not yet published.
d. The data base will reduce: 1) the publication of pamphlets and papers of limited coverage; 2) methodological errors, and 3) the unit cost of technical-scientific information.
e. Better communication between the investigators at research centers which are generally geographically disperse with different systems of communication and exchange of information.

a. Data Typology

Data related to research activities could be classified conventionnally in two groups: those intrinsically and extrinsically related; following are a few principal descriptors of each case:

1) Data intrinsically associated to the research:

a) Characterization of the production system.
b) Type of research: field, greenhouse, laboratory, others.
c) Crop design: monoculture, multicrops, rotational, complementary associations of crops, animals, forests, others.
d) Experimental design (or sample): CRD, RCA, LS, SP, IB, CA.
e) Treatment design: simple, factorial with a combination of qualitative and quantitative factors, mixed, confounded, split.
f) Size of information unit.
g) Focus of information unit.
h) Number of repetitions.
i) Bio-chronology of the execution of activities.
j) Characteristics of the response variables.
k) Characteristics of the exogenous variables.
l) Other variables related to response.

2) Data extrinsically associated to the research:

a) Typology of the agricultural producer (farmer).
b) National production plans.
c) Research environment.
d) User of the results.
e) Researcher informant.
f) Research agencies.
g) Research projects.
h) Other variables.

b. The Information System

An information system can be considered as an operational function in which the parts (corresponding to functional units) are informational subsystems of other operational functions.

More specifically, it can also be conceived as a set of four components: collection of input data, the data base (organized collection of data), collection of output data and the operative mechanism for the management of the data base.

THE DATA BASE

The data base is a coherent, organized set of information which responds to questions, and is compatible with the surrounding systems. The typology of the data base is commonly characterized by its structure, of which there are three common types: hierarchical, network and relational.

The structure or the structural model of the data base depends on the nature of the data and the pattern of demand.

For experimental data, the hierarchical model would seem to be well adapted to the nature, structure and functions of the information; reference is therefore made to it in this document.

The concrete representation of phenomena by means of data is very important for the scientist. Generally, the research worker, after defining the set of data related to the phenomena, requires appropriate organization of data in order to be able to have access to and control over its management. This organization permits the user to be able to interpret the phenomena in a more homogeneous and rational manner.

One way to asimilate the structure of hierarchical data is to consider them as a digraph.

A digraph can be viewed as a sort of data group, structure where the group of verteces determines the data, and the group of arcs determines a hierarchy across the existing relation between the

verteces. Suppose that a research center wants to structure the data obtained from its experiments to include: type of system, crops, fertilizers, insecticides, productivity, and others. This data could be structured using a digraph in such a way that each vertex would be fourfold. The data from each center and the hierarchy would define a relation between the verteces, such as: v_1 _____ v_2, if and only if the treatment in v_2 is at a inferior level to that in v_1; or the response function in v_1 is equal to that in v_2.

It is often necessary to select data from a group in order to obtain a subgroup of information which satisfies certain requirements: The following definitions are given in order to briefly illustrate this concept: Let D_1 and D_2 be two digraphs representing a given data structure. An adjacent list of a vertex of a diagraph, D is defined as:

$$L(u) = \{ x(U, X) \} \ \& \ E(D) \}$$

Using this definition and supposing that:

$V_1 \Sigma V(D_1)$, $V_2 \Sigma V(D_1)$, $V \Sigma V(D)$ where $D = D_1$ or D_2 and the symbol U signifies separate Union then:

Kronecker Product
$L_k(V) = L(V_1) \times L(V_2)$
Kronecker Sum
$L_{\hat{+}}(V) = L(V_1) \times \{V_2\} \ X \ \{V_2\} \ U \ \{V_1\} \ L \ \{V_2\}$

GAMA Product
$$L_\gamma(V) = (L(V_1) \times \{V_2\} \ U \ \{V_1\} \ X \ L(V_2)) \ U \ (L(V_1) \times L(V_2))$$
$$= L_{\hat{+}}(V) \ U \ L_k(V)$$

The data can be put into hierarchical form, in a tree structure, where the group functions and operations applied to the data in a recursive form produce the entire organization of the data base.

For a rational classification of the data base, the following are needed: conventional algorithms, factorial analysis, numeric taxonomic technique, minimal tree algorithms. This procedure is based on:

If A is a data base and F the relation between the data from the data base, F_i is the relation between the data from the type i, where i = 0, 1, 2, . . . , n. For the construction of the hierarchical data bank with a tree structure, simply apply boolean operations on the basic relations. The Kronecker and Gama sum and product, gives, as a result, the entire data base structure $F = F_1$, o F_2 $\underline{o}$ . . . $\underline{o}$ F_n, where $\underline{o}$ is one of the boolean operations.

a. The Query Discipline

Queries are a form of consultation directed to the data bank in order to retrieve pertinent information for users. Rational questions are those which are made to the system, for response, with the proper precision and in the fastest time possible.

The queries for retrieving information from the data bank have to be technically complete, economically profitable, and scientifically efficient.

The user of a research information system should prepare standarized key words and know certain aspects of the information system in order to consult the data bank.

The technical relevance of the response depends on the richness of the data bank, the automated system that administers the data bank, and the type of queries that the researcher makes.

From the relation F obtained from the operations described above, the answers to the user's questions (query) are obtained by applying the matrix functions known as auxiliary matrices of group operations.

b. Operational Mechanism of the Data Base

One of the most important aspects for a data base is to know whether it is up to date, and to what degree. This includes deletions and modifications of the information contained in the data base. The

permanent updating of a data base depends largely on the generators and on the consumers of the information. Of course, the operation of the system depends on the application programs, the system operators and the system's management. A good system of management of the information system will permit the optimal utilization of services, such as classification, storing, analyzation, retrieving, the information relevant to the researcher or user.

The dissemination of information is described in terms of three basic components: generation, the directed process and utilization of the information by the user, and feedback of messages and data. The process of information dissemination is complex, due to the numerous variations that exists between the actors that take part in the generation and utilization of the information from the data base.

A central data base, localized in a strategic place, entailing specific sub-nodes also strategically placed as part of a regional or national information network, is a plan which demonstrates operative efficiency.

c. Suggestions for the Development of a Data Base for Agricultural Research

A technical-scientific information system with an oriented data bank should contemplate the following two necessary steps for development.

1) Infological stage –Informational analysis which refers to the informational requisites for attending to the appropriate needs of user.
2) Datalogical stage –Operational analysis, which refers to the structural requisites of data from the system, in order to adjust to the characteristics of good computer 'software', to administer the data base.

For the development of a technical-scientific information system, the orientation of a fundamentally infological nature is emphatically suggested. Although the technical-scientific data base can be adapted to the most convenient structure, the hierarchical type of structure might adjust better to this type of information.

BIBLIOGRAPHY

1. ARAUJO, J.E. Desarrollo Agrícola. In Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico, Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1975. 4 p.

2. BAZÁN, R. et al. Estudio comparativo sobre la productividad de ecosistemas tropicales bajo diferentes sistemas de manejo. In Reunión Técnica de Programación sobre Investigaciones Econológicas para el Trópico Americano, Maracaibo, Venezuela, 1973. Informe. Maracaibo, Universidad del Zulia, IICA-Programa IICA-Trópicos, 1973. 17 p.

3. ---------. Desarrollo de Sistemas de Producción Agrícola, una necesidad para el Trópico. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1974. 12 p.

4. ---------. Sistemas de producción agrícola y transferencia de tecnología al pequeño agricultor. In Reunión Técnica Regional sobre Transferencia de Tecnología a los Productores, Maracay, Venezuela, 1975. Informe. Maracay, IICA. Zona Andina, 1975. 24 p.

5. FISHER, R.A. The Design of Experiments. 8 ed. New York, Hafner, 1960, 248 p.

6. HART, R.D. A bean, corn and manioc polyculture cropping system. I. The effect of interspecific competition on crop yield. Turrialba (IICA) 25(3):294–301. 1975.

7. ---------. Análisis de sistemas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 5 p.

8. NAVARRO, L. y MORENO, R. El enfoque multidisciplinario en la investigación agrícola con pequeños agricultores. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1976. 8 p.

9. ————————. Una metodología general de investigación agrícola aplicada basada en el enfoque de sistemas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 24 p.

10. PÁEZ, G. O enfoque de sistema no gerenciamiento da informaçao. Brasilia, IICA/EMBRAPA, 1976. 79 p.

11. ————————. Algunas consideraciones sobre tecnología de base de datos. San José, Costa Rica, IICA, 197__. 42 p.

12. ————————. GATTAZ, F. y CORREA, E. Algunas consideraçoes o sistema de informaçao científica para a pesquisa agropecuaria. Brasilia, 1975. Anais. s.l., Fundaçao Cargill, 1979. pp. 303–312.

13. ———————— y ZAMORA, M. Análisis preliminar de desempeño del Sistema AGRINTER. In IICA, Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola. Análisis sobre el desarrollo del Sistema Interamericano de Información Agrícola-AGRINTER. IICA. Documentación e Información Agrícola N° 81. 1979. pp. 141–162.

14. ————————. Directrices básicas para el Sistema de Información Técnico-científica de la Investigación Agropecuaria del Istmo Centroamericano. Guatemala, IICA, 1979. 17 p.

15. ————————. Necesidad de un sistema de información agrícola para el Caribe. San José, Costa Rica, IICA, 1979. 15 p.

16. ————————. Una orientación para el desarrollo del Sistema de Información Técnico-Científica y Gerencial para la investigación Agropecuaria. Lima, Perú, INIA, 1979. 38 p.

17. ————————. AGRINTER, The Inter-American Agricultural Information System: Lessons, experiences and perspectives. In VIth IAALD World Congress, Manila, Philippines, 1980. 20 p.

18. ————————. Sistemas de Información para la Investigación Agrícola-SINIA. San José, Costa Rica, IICA, 1980. 12 p. (Documento presentado en la XXVI Reunión Anual del PCCMCA Guatemala, 1980).

19. PINCHINAT, A.M., SORIA, J. and BAZÁN, R. Multiple cropping in Tropical America. In Multiple cropping. Madison, Amer. Soc. Agron., 1976. pp. 51–66. (Special publication N° 22).

20. ————————. Farming systems under various ecological conditions of Latin America, and the improvement of traditional farming with specific preference to the small holders. In Expert Consultation on Agricultural Research in Latin America, Panama, 1975. Panama, FAO, 1975, pp. 113–122.

21. ————————. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba (IICA) 25(3):283–293. 1975.

22. SORIA, V. J. Los sistemas de agricultura en el Istmo Centroamericano. In Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico, Turrialba, Costa Rica, 1975. Turrialba, CATIE. 1975. 21 p.

23. ————————. Sobre el diseño de un sistema para manejar datos experimentales. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1975. 17 p.

24. WYMORE, A.W. Un bosquejo de los conceptos básicos de la ingeniería de sistemas. In Curso Intensivo sobre Sistemas de Producción Agrícola para el Trópico, Turrialba. Costa Rica, 1975. Turrialba, CATIE. 1975. 26 p.

ASSIGNING PRIORITIES TO AGRICULTURAL RESEARCH: A CRITICAL EVALUATION OF THE USE OF PROGRAMS BY PRODUCT-LINE AND PRODUCTION SYSTEMS.

E. J. Trigo
M. E. Piñeiro (*)

INTRODUCTION

In recent years, several agricultural research institutions in Latin America have proposed the use of the 'production system' concept as a basis for selecting research priorities and, consequently, for assigning human and financial resources to different research activities. In many cases, this approach has used formal mathematical models as a means to describe and define these production systems with greater precision. This method has been particularly popular for research aimed at small-scale farmers, based on the fact that they exhibit a series of production conditions that make it difficult for them to adapt generated technology, without considering their location and economic level. The primary purpose of this paper is to defend the logic of this proposal and to

(*) Research Specialist and Coordinator CIGTAT, IICA, Costa Rica, respectively.

present the implicit criticism of the idea of assigning research priorities on the basis of product programs. An attempt is also being made to put the possibilities and advantages of this proposal into perspective, and to point out some of its problems. The second section presents some criticisms of the traditional organization of activities for establishing agricultural research priorities for national institutes, and to point out their primary limitations, with special reference to the production conditions of small-scale farmers in Latin America and the Caribbean. The third section discusses the concept of production systems in relation to the process for selecting research priorities and generating new technology. Once again, emphasis is on highlighting its advantages and limitations in terms of the process of generating new knowledge, the organization of research, and their relationship with the remaining instruments of agricultural policy. Finally, some general conclusions concerning the application of the systems concept are presented.

THE ORGANIZATION OF AGRICULTURAL RESEARCH

a. Is it necessary to plan agricultural research?

The origin and the initial development of research activities are closely inter-related to the development of the exact and biological sciences, which, because of their preeminence and prestige, impressed certain organizational and methodological concepts on scientific activity as a whole. This explains, at least in part, why a liberal concept of science was adopted without major discussion until the middle of the XX century[11]. As a consequence, though isolated cases where innovative activity was organized around objectives should not be overlooked, as in the case of agricultural research developed by Great Britain in its colonies, most scientific activity was usually determined on the basis of individual initiative of the researchers[24].

This individualistic approach, and the principles that support it, began to be questioned when evidence from the social and technological sciences demonstrated that knowledge referring to matters

related directly to society's performance, including production relations (technology) is highly specific, has a high degree of obsolescence and is often based on value judgement. Thus, the interrelationship of research being developed in the different countries, and the ever-increasing variety of problems to be analysed, emphasises the advantage of avoiding duplication of efforts. Consequently, the planning and programming of innovative activity took on even greater institutional importance.

b. The planning and programming of agricultural research: current status

Establishing certain planning levels in research implies a clear definition of options which revolve around two central issues: 1) the relationship of the probable results of the alternative research activities to the selected development objectives, so as to select priority areas and subjects (objectives) for research endeavours; this process is defined in this paper as planning; and 2) the organizational mechanisms through which coordination of research activities and the most efficient use of resources is obtained. This activity, referring to research strategy and methodology, is called programming (terminology used by Jean Jacques Salomon[23]).

In general, it can be said that the National Agricultural Research Institutes, created in Latin America during the fifties and sixties, as well as the International Centers created a decade later, adopted a type of organization that allowed them to program their research activities on the assumption that other public sector institutions would do the planning. Research was organized around definite programs dealing with the quantitatively most important products (*). However, as a result of weaknesses in the planning systems that should have assigned research priorities, the Institutes were obliged to take on tasks for which they were not appropriately organized. Planning was thus developed within the existing structure, that is, in programs by product-line and without adequate human or financial resources.

(*) Most of these institutions have some inter-disciplinary programs and a partially disciplinary administrative organization.

The mechanism for allocating resources is in some cases extremely formal and is, in effect, superimposed on a system through which the operative units (centers and institutes), reflecting regional and social power groups or the prestige and influence of those responsible for the technical-administrative management of these units, compete for scarce resources.

A brief analysis of productive performance in developing countries indicates that successes in increasing agricultural activity have been limited to specific situations, contrasting markedly with the generalised increases in productivity that have taken place in more developed countries. It is not fair to blame this entirely on agricultural research, because frequently there has been sufficient technological knowledge for achieving significant increases in production and productivity although proper use was not made of this knowledge, more because of barriers to the adoption of new technology originating from the socio-economic conditions within which production is carried out rather than because of the lack of appropriate technology. It is also important to note that the organization of research into independent programs by product-line and the prevailing forms of organization at the disciplinary level, have created a series of problems which hinder the design of efficient operative mechanisms for selecting research priorities that are consonant with existing production conditions of broad agricultural sectors.

A brief description is given below of the research planning-programming process and of some of its principal problems, reflecting some of the specific characteristics of Latin America and the Caribbean.

SELECTION OF RESEARCH PRIORITIES BASED ON PROGRAMS BY PRODUCT-LINE. A CRITICAL EVALUATION

The previous section emphasised the fact that in general, the National Research Institutes, adopted an organizational model based on programs by product-line for programming and implementing their research; a type of organization which is probably adequate for these purposes, as it facilitates the endeavours of scientists specialised in the different disciplines, working in common on problems of a

given crop. The crop therefore, is the relevant 'system' chosen, which is to be modified according to certain predetermined objectives already identified as being of priority, such as greater yields, resistance to certain pests, and others. Also stressed was the fact that, due to the absence of adequate planning by other institutions, this organization was also used to define research priorities and to distribute the research budget.

This mechanism for assigning priorities, and consequently for allocating resources, is subject to criticism from the economic sciences, which suggest two possible types of inefficiency: 1) the likelihood of biases for assigning priorities based on their contributions to development; and, 2) the creation of technology which cannot be easily adapted to the specific production conditions of the potential users, and are therefore not incorporated into the productive process.

BIASES FOR ASSIGNING RESOURCES TO RESEARCH

a. Structural rigidity and the irrelevance of market prices

In a neo-classical world –and the agricultural sector of some developed countries can possibly be considered to have the required characteristics– the productive process is characterized by: 1) medium-sized homogeneous capitalistic enterprises; 2) almost perfect markets for products, factors and information; and 3) perfect factor mobility. Under these conditions, product prices are faithful expressions of the 'value' (*) of the product to society. In addition, any increase in the productive efficiency of a given product would result in increases in production and/or the liberation of productive factors that could be used for producing other products. The relative importance of each would be determined by the type of demand but given the perfect mobility of factors and almost perfect markets, this would always result in an increase in general well being.

(*) Given the initial distribution of productive resources and assuming that consumer sovereignty is the determining element of decisions on production.

From this perspective, placing priority on increasing the production (productive efficiency) of the quantitatively most important products is a simple and adequate way for resolving the problem of assigning resources to research, because any improvement in productive efficiency is transmitted through the price system and by the mobility of factors to the rest of the economy. Thus, the economic benefits of the technological innovation is distributed equitably (within neo-classical logic) between the different segments of society (*).

However, the productive structure of Latin America and the Caribbean is not characterised by medium-sized enterprises operating in a competitive market, with the ability for economic accumulation. Subsistence agriculture and the *minifundia* associated with *latifundia* are considerably disparate systems. While in Canada (1971) and the United States (1969) the percentage of farms under 5 hectares in size was 3.9 % and 5.9%, respectively, the countries in this region exhibit percentages which run from 15.7 % in Argentina (1960) to 86.9 % in El Salvador (1971) (Another percentages: Brazil (1970) 33.6 %; Nicaragua (1963) 35.4 %; Paraguay (1961) 46.4 %; Bolivia (1959) 59.3 %; Colombia (1970) 59.5 %; México (1960) 66.8 %; Ecuador (1968) 74.3 %; Guatemala (1964) 74.9 %; Perú (1961) 92.9 %. USDA figures[28]).

Moreover, the product and factor markets have serious defects and the communications structure is also deficient. This generates a situation in which access to markets and information differs for different productive enterprises. The mobility of the work factor is also restricted and the economy's inability to generate employment is a widely known and priority concern.

This set of structural restrictions suggests the relative inaccuracy of market prices in selecting the 'social value' of consumer goods and the productivity of production factors. This creates as a consequence of the need to at least define the purposes of planning –the assignment of priorities– which include, besides growth, other aspects like the generation of employment and the distribution of income. Thus, planning mechanisms should attempt to define the relationships existing between the different alternatives for technological innovation and the development objectives the community has set for itself.

(*) Given the initial distribution of resources and their marginal productivity.

b. The non-neutrality of technology

Technological innovations not only increase production per unit of land, they also have a series of impacts on the productive structure and the distribution of income (*).

On the one hand, technological progress produces tremendously important structural changes in the economic system, which makes it necessary to analyse the different technological paths in reference to their adaptability to each specific circumstance. It is well known that different types of techniques imply different use of production factors. Thus, a certain type of technology generation and difusion process will produce certain economic structures with some capability for efficiently using the economic systems original endowments, thus indirectly determining overall production capabilities [20]. For example, a biological innovation such as a new variety of corn affects factor use in a different manner than a new machine for growing corn. (See, for example, Scobie[24], UNRISD[27], Darlymple[8]).

In addition different social groups in market economies have different capabilities for appropriating the economic surplus generated by the technological process.

This varying capability to appropriate the surplus depends primarily on three factors. In the first place, there are certain characteristics of the economic system which are relatively difficult to change, like the nature of the demand for the final product. In the second place, there are the 'biases' in terms of factor use of the new technologies. Each type of technique will contribute a characteristic bias as far as factor use is concerned, and will thus have a differentiating effect on the distribution of the surplus generated. Lastly, the participation of each group is a function of the nature of their place within the productive process and of their negotiating capacity in the market. The technology generated will differentially favor given social groups according to the intensity with which the final distributive effect is manifested.

(*) A series of empirical papers have evaluated these effects in particular cases. See for example: Scobie[24], Coffey[6] UNRIDS[27] and Evenson[10].

c. Regional duality

The unequal development of different regions within each Latin American country can be stated as an irrefutable fact. This has been identified as 'regional dualism' and originates as much from ecological conditions as from the historical context within which the agricultural sectors of the countries developed. Thus, from the point of view of their technological needs, and depending on the country's development objetives, each region has different requirements.

The acknowledgement of 'regional duality' as an important characteristic of Latin American economies suggests that criteria are needed for assigning priorities to the different regions of each country. Given the regional specialization in some products, the determination of priorities by product-line implies an implicit decision of setting priorities by regions. However, this is not always the case, and in general, criteria by product-line is insufficient for setting priorities for the different regions, that account for overall development objectives.

MICRO-ECONOMIC RESTRICTIONS TO TECHNOLOGICAL ADOPTION: THE POTENTIAL INEFFICIENCY OF RESEARCH THAT DOES NOT INCORPORATE CONTEXTUAL RESTRICTIONS

a. Diversity of the types of agricultural enterprises

Agricultural production occurs within a highly differentiated environment, in terms of the types of enterprises that participate. The distinguishing features of these enterprises are found as much in the differences in the productive resources they control and their different forms of economic-behaviour-defined by the functional origin of surplus generation as in the different economic contexts within which they operate. This diversity, together with the non-neutrality of the innovative process, determines that the different orientations and intensities of the process will have different effects on each type of enterprise.

Planning based on programs by product-line, which ignores existing differences between the types of enterprises in terms of availability and access to resources, economic behaviour and environmental context, implicitly assumes conditions of neo-classical production, that is, the assumption that all enterprises can make the necessary adjustments for adopting a new technology, including adaptive changes within their productive structure. Inadvertently, a bias is introduced into the innovative activity that favours enterprises that actually have this capability. This situation makes non-specific technology biased towards the larger enterprises, which have more flexible production conditions.

b. Multi-product production

Temperate-zone agriculture in the developed countries emphasises monoculture alternated every few years, with a legume crop as a source of nitrogen. Interaction between the elements of rotation is relatively low.

In contrast, agricultural production in the Latin American temperate zone countries with more extensive agriculture, such as Argentina and Uruguay, can be characterised by a highly complementary relationship between agriculture and livestock. Traditional agriculture in the tropics is typically multiproduct, with great interdependence between crops, not just in the use of land, which affects the resulting yields as well as the use of resources. Programming by product-line obviously overlooks these relationships.

These characteristics of agricultural production in Latin American suggest the need to establish analysis mechanisms that more adequately relate to overall development objectives and research priorities. To establish priorities exclusively by product-line undoubtedly sets up significant biases in the selection of research priorities. The points discussed in this paper indicate the need to include elements of analysis which begin with the real performance of the production units, regional discrepancies, the non-neutrality of technology and the imperfections of markets.

THE CONCEPT OF PRODUCTION SYSTEMS AS AN ALTERNATIVE FOR PLANNING AGRICULTURAL RESEARCH

The previous section points out the limitations of assigning priorities and resources to research based on programs by product-line, without taking into account the contextual elements of the agricultural production process.

The growing, though disorderly, perception of these difficulties has awakened the interest and increased the use of agronomic and socio-economic diagnostic studies of agricultural production as a framework for selecting research priorities.

These studies aim to define and identify more precisely the restrictions within which production develops, and the manner in which technological innovations can contribute to the productive process.

This new perception means an expansion of the system to be studied. In the previously described method, the system was a given product; in the method currently being proposed, it is the productive enterprise, including economic elements like prices and the existence of credit lines. Expanding the system under study will necessarily produce more specific results. Consequently, the research results will be more specific in terms of their possibilities for use. In general, it maybe claimed that the more generic (broad) the system that is used as a point of reference for the research, the more encompassing will be the results in terms of their use under different production conditions.

It is also important to emphasise however, that from the point of view of selecting research priorities, the use of the systems concept applied to the productive unit (enterprise) could result in a series of additional difficulties, especially with regard to macroeconomic efficiency in allocating resources. Following is a discussion of the main difficulties.

a. The need to establish priorities for specific systems

The incorporation of the concept of production systems (enterprises) to substitute product-lines as the basic unit for assigning research priorities, requires the eventual use of criteria for setting priorities among the different systems that have been identified. Some of these criteria can include, for example, the number of farmers they represent, geographical coverage. These criteria would therefore make it possible to select systems to be given priority, and the research could then generate appropriate technological alternatives. However, none of these criteria guarantee the correct allocation of resources from a social point of view. Thus, the systems approach would allow for a better allocation of resources from the micro-economic view point, since it emphasises the internal interrelationships of the production unit within a context of available resources and the limitations of the market in which it operates. However, macro-level problems mentioned in criticism of the traditional approach would still remains, setting priorities and allocating resources by production systems can imply moving even farther away from the social good than planning and priority-setting based on programs by product-line.

b. Production systems and the role of technological research as elements of agricultural policy

The use of the systems concept begins basically with a description of existing systems. At any point in time, these are the result of prevailing historical conditions in terms of the management of certain policies-prices and inputs amongst others– and, as such, are stationary within a dynamic process. In this respect, the subordination of research priorities to conditions prevailing at a given moment, would limit the transforming capability of technology, perhaps even to the point of converting it into a factor which reinforces prevailing structural conditions. This means that technological development, essentially a long-term proposition, may be subordinated to short-term economic situations. It also results in the implicit acknowledgement that the impact of policy variables is negligible on the behaviour of the production units.

Conceptually, these limitations can be made more relative by incorporating dynamic elements into the analysis of the production systems, that would facilitate choosing higher-impact technological alternatives. This would entail, however, significant methodological complexities and informational requirements which would impede their use on the scale necessary to serve as a basis for selecting research priorities.

c. The concept for production systems and the specific nature of the resulting technology: some institutional aspects

The systems approach makes possible the generation of more specific technology, and thus facilitates the transfer process. At the same time, it has significant consequences on the cost of generating technology, and on the limitations it imposes on the research entities' range of clients. The move from criteria by product-line to those based on production systems, implies that the technology developed will not be so general, but more specific, in nature, in line with the high priority systems selected. The move is from technology for corn production, specified in terms of large ecological regions, to technology for producing corn in enterprise type A or B. This implies that for a given level of resources available for agricultural research, the number of potential users is reduced and, therefore, the political support necessary for keeping an adequate flow of resources to the research entities available is similarly reduced. This is particularly important in these cases where funding for research is provided by the State through the national budget, and is thus highly dependent on the political process and the support of the different interest groups that make up the agricultural sector. Also, when the use of the systems concept is accompanied by greater resources for research, increases in the specific nature of the tecnology will imply a multiplication of logistical problems arising from having to deal with a large number of specific clients.

Finally, it is necessary to mention that the incorporation of the systems concept with the introduction of the analysis of existing inter-relationships between the different components of the productive process, whether this be taken at the farm level, or at the level of the subprocesses that occur within it –crop production,

animal production, etc. –no doubt make it possible to conduct better technical and economic analyses of the factors and relationships involved. At the same time, it suggests the need for differentiated methodologies, primarily derived from an essentially interdisciplinary nature, and the type of information necessary for carrying out the analysis, increased in quantity as well as quality as compared with requirements of the product-line approach.

SUMMARY AND CONCLUSION

This paper has attempted to contrast the advantages and problems of two alternative approaches for selecting research priorities and developing new technology for the agricultural sector: the approach by product-line and the approach by production systems.

In general, the approach by product-line is consistent with scientific tradition and represents a tested and effective approach for certain types of agriculture, essentially monocultures. The production systems approach seems best suited for situations where the characteristics of the production unit, the limitation of resources, ecological niche, and other related factors, constitute primary constraints to the adoption of new technologies, and consequently the consideration of the production unit's relationships with its environment, and the inter-relationships between the different production alternatives, are significant elements for defining and developing new technologies.

Both formats have different organizational requirements and limitations. While the product line approach is oriented to a more general clientele, the systems approach specifies the target groups more precisely, and thus has a greater demand for financial and organizational resources. In like manner, the systems aproach incorporates into the research process, basically because of its very nature and the type and quantity of its informational requirements, methodological difficulties that are difficult to resolve, given the current status of the physico-biological and social sciences.

There is no doubt that to maintain and take maximum advantage of the tremendous transforming capability of science should be a prime objective of the process of organizing a research infras-

tructure. Nevertheless, given the increasing problems of poverty and the world's need for food, the performance of same will, in large measure, be judged by its capability to provide concrete answers to problems that confront broad segments of small-scale farmers. This implies the need to develop technological alternatives adapted to the production conditions of these sectors, generally characterised by ecological restrictions and diversified production. The traditional approach no doubt complies with the needs of first case; the production systems approach represents a valid alternative for the second. It appears that the path to maximum benefit does not necessarily lie in selecting one approach over the other, but rather in their inter-complementarity within the research infrastructure.

Two alternatives appear reasonable at this level of conceptual and methodological development, in reference to the production systems approach.

The first alternative consists in what could be called a 'step by step' process for organizing research on the basis of some form of integration of the two approaches. Two alternatives implying different degrees of integration can be mentioned by way of example. One consists in maintaining an organization based on programs by product-lines and disciplines for creating new knowledge and technological innovations, but incorporating the production systems approach for selecting and adapting information and innovations to specific production situations. This will make it possible to take advantage of the systems approach for drawing up 'technological packages' adapted to specific production systems.

In this case, priorities are based on the traditional approach. It is possible, however, that the incorporation of certain feedback mechanisms may make the general level of the research process incorporate into its priorities the requirements of new knowledge which emerge from specific systems. The second alternative within this 'step by step' scheme would take place with the institutionalisation of the feedback mechanisms. The overall setting of priorities between products is maintained as part of this alternative, as occurs in the organization of programs by product-lines and disciplines. Here, the approach by production systems is formalised as the bias diagnostic element for setting priorities for program activities by product-line.

A second alternative, possibly less encouraging, is to compartamentalise research and technology generation by the type of agriculture to be served, maintaining the traditional approach for the commercial 'monoculture' sectors and incorporating production systems as an alternative for the more diversified small-scale farming sector. This approach still retains the limitations of both approaches however, and adds the additional problem of requiring a definition of priorities between both sectors, which, if true for any scheme, in this case would be made dramatically explicit.

The choice of one or another scheme will ultimately depend on the institutional realities of objectives, types of agriculture, and other elements being faced by any particular research organisation. Nevertheless, it should be emphasised that both alternatives have different constraints, as much in terms of the internal competition for available resources as their image in terms of the clientele served, and the 'cross breeding' between the different schemes as a way for generating mechanisms that take maximum advantage of the potential of both schemes.

BIBLIOGRAPHY

1. ARDILA, J. y VALDERRAMA, M. El Proceso de la Toma de Decisiones para la Asignación de Recursos de Investigación en un Instituto Nacional: El caso del ICA en Colombia. Trabajo presentado en el Seminario sobre Métodos para la Asignación de Recursos en la Investigación Agrícola Aplicada en América Latina. Cali, Centro Interamericano de Agricultura Tropical, 1974. 28 p.

2. ---------, y LONDOÑO, D. La Asignación de Recursos para la Investigación en Colombia. Bogotá, Dirección de Planeación, Instituto Colombiano Agropecuario, 1976. 59 p.

3. BERNAL, J.D. The Social Function of Science. New York, MacMillan Company, 1939. 356 p.

4. CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ADMINISTRACIÓN PÚBLICA. Evaluación de la Labor Institucional del INTA. Buenos Aires, Centro de Investigaciones en Administración Pública, Instituto di Tella, 1973. 205 p.

5. CIMMYT-ECONOMICS PROGRAM. Planning Technologies Appropriate to Farmers: Concepts and Procedures. CIMMYT, 1980. 75 p. (Mimeo).

6. COFFEY, J. The Impact of Technology on Traditional Agriculture: The Peru Case. Journal of Farm Economics (Estados Unidos). 49(3):16–26. 1967.

7. CONSULTATIVE GROUP ON INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH TECHNICAL ADVISORY COMMITTEE. TAC Review of Farming Systems Research at the International Agricultural Research Centres. Rome. TAC Secretariat, FAO 1978. 57 p.

8. DARLYMPLE, E.G. Development and Spread of High Yielding Varieties of Wheat and Rice in the Less Developed Nations. United States Department of Agriculture, 1976. 120 p. (Foreign Agricultural Report N° 95).

9. DILLON, J.L. The Economics of Systems Research. Agricultural Systems 1:3–20, 1976.

10. EVENSON, R. The Green Revolution in Recent Development Experiences. American Journal of Economics (Estados Unidos). 56(2):23–30,1969.

11. FORNI, F. Política Científica y Desarrollo: Aportes para una Discusión del Caso Argentino. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Departamento de Economía, 1975. 30 p.

12. GALBRAITH, K. The New Industrial State. New York, Houghton Mifflin Company, 1967. 275 p.

13. GASTAL, E. Análisis Económico de la Investigación Ganadera. Montevideo Uruguay, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1971. 570 p.

14. ---------. Los Sistemas de Producción y la Planificación de la Investigación Agrícola. Desarrollo Rural en las Américas, (Costa Rica) VII(1):57–65. 1975.

15. HARWOOD, R. Small Farm Development. Understanding and Improving Farming Systems in the Humid Tropics. Boulder, Colorado, Westview Press. 1979. 160 p.

16. HAYAMI, Y. y RUTTAN, V. Agricultural Development: An International Perspective. Washington, The Johns Hopkins Hosp. 1971. 367 p.

17. LÓPEZ NETO, A.S. Mecanismos Utilizados en la Asignación de Recursos para la Investigación Agropecuaria y la Actuación de EMBRAPA. Documento presentado en el Seminario sobre Métodos para la Asignación de Recursos en la Investigación Agrícola Aplicada en América Latina. Cali, Centro Interamericano de Agricultura Tropical. 1974. 45 p.

18. OBSCHATCO, E., DE JANVRY, A. Factores Limitantes del Cambio Tecnológico en el Sector Agropecuario Argentino. Desarrollo Económico (Argentina) Vol. 1:24. 1971.

19. PINSTRUP ANDERSEN, P. y BYRNES, F.C. Métodos para la Asignación de Recursos en la Investigación Agrícola Aplicada en América Latina. Cali, Centro Interamericano de Agricultura Tropical, 1975. 30 p.

20. PIÑEIRO, M., MARTÍNEZ, J.C. y ARMELIN, C. Política Tecnológica para el Sector Agropecuario. Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EPGCA., Departamento de Economía. 1975. 28 p. (Serie de Investigación N° 18).

21. PIÑEIRO, M. y TRIGO, E. Planificación de la Investigación Agrícola a partir de Programas por Producto: Algunos Comentarios Críticos. Bogotá, IICA, Oficina en Colombia, 1977. 26 p. (Documento PROTAAL N° 4).

22. POLANYI, M. The Republic of Science. In: SCHILS, E., Ed. Criteria for Scientific Development– Massachussetts, M.I.T., 1968. 46 p.

23. SALOMÓN, J.J. Creencia Política. México, Siglo XXI, 1974. 277 p.

24. SCOBIE, G. y POSADA, R.T. The Impact and Political Economy of Technological Change in Agriculture: the Case of Rice in Colombia. Cali, Centro Interamericano de Agricultura Tropical, 1976. 167 p.

25. TRIGO, E., PIÑEIRO, M. y ARDILA, J. Aspectos Institucionales de la Investigación Agropecuaria en América Latina: Problemas y Perspectivas. Desarrollo Rural en las Américas. 12(1):3–25. 1980.

26. ————————. Modelos de Generación Tecnológica: Notas para una Evaluación Crítica. Desarrollo Rural en las Américas, 12(2):85–100. 1979.

27. UNITED NATIONS RESEARCH INSTITUTE FOR SOCIAL DEVELOPMENT. The Social and Economic Implications of Large Scale Introduction of New Varieties of Food Grains. UNRISD. Report 74–1, 1974. 124 p.

28. U.S.D.A. Economic Research Service. Agriculture in the Americas, Washington D.C., 1976. 117 p.

29. WORLD BANK. The World Bank and Agricultural Research Systems in Developing Countries. A Policy Paper. Agriculture and Rural Development Department, The World Bank, 1979. s.p.

ANIMAL GENETIC RESOURCES IN CARIBBEAN FARMING SYSTEMS.

K. E. Wellington (*)

INTRODUCTION

The economy of the Caribbean is overwhelmingly agricultural with sugar as its principal pillar. Other agricultural products are of importance in one or another part of the region, which include banana, cotton, cocoa, citrus, coffee, tobacco and spices.

Small land mass and rugged terrain characterise the region. A warm climate with little seasonal variation prevails. Steady trade winds usually bring copious rainfall to the region while violent hurricanes are accompanied by heavy downpours of rainfall. Earthquakes and active volcanoes are encountered.

Standards of living are low in many parts especially in the densely populated agricultural islands that possess no mineral resources.

(*) Research and Development Department. Ministry of Agriculture, Kingston Jamaica.

Over the years the tendency has been toward mono-culture on the larger estates and mixed cropping among peasant farmers.

The integration of livestock into the farming system has not been given the serious attention that it deserves considering the advantages to be derived therefrom.

A considerable variety of animal genetic material exists in the region which needs to be harnessed and improved through breeding and selection. Modern innovations also make imports possible. Cognisance must be taken of the fact that resources are finite and must be husbanded with care. With the crisis facing agriculture in the region and particularly that related to the high cost of energy, the animal represents an asset that must be properly utilised for the benefit of the 20 million inhabitants of these lands.

There is much concern regarding competition between man and monograstric animals for limited food resources. Efforts should be made to encourage the rearing of ruminant stock as far a is practicable.

IMPORTANCE

The importance of animals in the farming systems of the Caribbean far transcends the production of valuable animal proteins such as milk, meat and eggs. As important as these are, there are other equally vital roles that animals do perform. Products such as wool, hides and pelts form the basis for industrial development, and products of medicinal value are derived from livestock. Animals also feature in the area of sports and recreation. With the energy crisis the use of animal power assumes new proportions. In Europe it is reported that horses have proven superior to mechanical transport for deliveries of brewery products in a radius of up to three miles. On the European mainland horses are still regularly used in agricultural work. Compared with tractors they do not depreciate in value, they can negotiate more difficult terrain, they do not use expensive fossil fuel and they do not cause pollution.

The experiences in India are well worth relating in that Soni[1] reported that approximately 70 % of the energy input on farms in that country comes from animals and of the rest 20 % owes to human exertion and only 10 % is derived from other forms of energy like fossil fuel and hydel power. In India there are 80 million working animals – 70 million bullocks, 8 million buffaloes and the remaining 2 million are horses, donkeys, camels, among others.

Farmers in the Caribbean have traditionally used animals for transport, land preparation and other avenues of producing power on the farm. The tendency has in the past been to reduce such reliance but events of recent times are indicating the wisdom in not abandoning these activities.

The energy crisis has also affected the price and availability of inorganic fertilizers to farmers. Integration of animals in the farming system and utilization of the manure from these animals reduces the reliance on inorganic fertilizers. Indeed the organic matter content of these manures plays a valuable role in the improvement of soil structure and the release of nutrients to succeeding crops. Animals have therefore an integral part to play in the systems of farming that are appropriate to the lands of the Caribbean.

AVAILABILITY

A survey of the animal genetic material of agricultural interest in the Caribbean region reveals that the following breeds and types are available:

a. Dairy Cattle: Holstein purebred and grades, Jerseys purebred and grades, Jamaica Hope purebred and grades, Grade Guernsey, Ayrshire, Creole.
b. Beef Cattle: Creole, Zebu, Nelthrop, Santa Guertrudis, Charolais, Jamaica Red Poll, Jamaica Brahman, Jamaica Black, Crossbreds, nondescripts as well as small representatives of exotic breeds namely Simmental, Hereford, Limousin, Chianina, Blonde d'Aquitane and Maine Anjou.
c. Buffalo: Murrah, Jafarabadi, Buffalypso, Crossbreds, nondescripts.
d. Sheep: Creole, Barbados Black Belly, Wensleydale, Suffolk,

White, Persian Black Head, Dorset, Hampshire, St. Elizabeth, Suffolk, Finnish Land Race, Rambouilett, non-descript.
e. Goats: Anglo-Nubian, Toggenberg, Alpine, Saanen, non-descript.
f. Swine: Large White, Land race, Duroc, Hampshire, Tamworth, Crossbreds.
g. Poultry: Mainly Synthetics – Leghorns, Rhode Island Reds, Vantress.
h. Rabbits: New Zealand White, Californian, Flemish Giant.
i. Mane Stock: Horses – Thoroughbred, Quarter Horse Mules. Donkeys.

As it is impossible to deal in depth with all of these breeds and types, special consideration is given to the tropically adapted cattle breeds of Jamaica and the hair sheep of Barbados and the Virgin Islands.

1) **Jamaica Hope.** The breed derives its origin from the Jersey, Sahiwal and Holstein and after many years of pioneering work a breed society was formed in 1952. At present there are over 7 000 registered animals and at least twice as many unregistered ones in the island. Through various sire service schemes namely Artificial Insemination, Loan Bull, Subsidized Sires, Stud Stations, Sale of bulls, a programme of breed expansion is in progress.

Milk yields vary with husbandry conditions and butterfat percent stands at 4.9.

Jamaica Hope Cattle have been exported and perform well in other tropical countries. This breed marks a success in the development of dairy cattle for a tropical environment.

2) **Jamaica Brahman.** It is the breed originated by selection within the Zebu cattle that existed in the island in 1949. It includes Nellore, Mysore, Guzzerat and Hissar breeds. There is a predominance of Nellore types and recently selection for the polled characteristic was introduced. In addition to many large commercial herds, there are over 5 000 surviving animals registered in the herd books.

3) **Jamaica Red Poll.** The breed was named in 1953, some 50 years after Red Poll breeding had commenced in Jamaica. Animals of the Red Poll, Zebu, Devon and Creole breeds featured in its deve-

lopment. There are over 10 000 living animals registered in the Herd Books. The breed is extremely popular in the country and is the favourite of purchasers from other tropical countries.

Initially selection was for beef production but more recently a programme of crossbreeding and selection has been introduced to evaluate the milking potentials of the breed.

4) **Jamaica Black.** The breed was developed by crosses between the Aberdeen Angus and the Zebu, and a breed Society was formed in 1954. Over 2 000 surviving animals are registered in the herd books. Bulls of the breed are popular in crossbreeding programmes.

Jamaica in its effort to be self-sufficient in dairy and beef production has developed four native breeds of tropically adapted cattle. The numbers of animals in each breed are relatively small. Export of these breeds to other tropical areas has been restricted to small samples; there is no limitation however on the export of semen. Other countries can therefore benefit by the pioneering work.

5) **The Black Belly Sheep of Barbados.** The population of Black Belly Sheep in Barbados is estimated at 49 000 heads. Except for a few large flocks kept by estates, most flocks consist of a few animals kept as a source of ready cash or of meat for special occasions. Animals are often tethered and penned at nights as a means of protection from dogs. They are mainly sustained by rough grazing.

The Black Belly Sheep are unaffected by heat while wooled breeds are observed to be panting. They are more resistant to gastrointestinal parasites than the Dorset or Suffolk.

Ewes under good conditions, lamb at 12–13 months of age but more commonly the first lambing is at 14–15 months and lambing intervals range from 7–8 months. There is no seasonality of lambing as is the case with sheep in the temperate regions. Ewes will go on producing lambs until they are 10 years old, but 6 years is a more normal productive life. Lamb mortality ranges from 12–25 %. Adult ewes average 2.5 lambs per birth and a well fed ewe has enough milk to rear them.

Animals grow slowly and are not of good mutton conformation, Rams can be slaughtered for meat at 1 year of age weighing 45 kg.

In the Black Belly Sheep, Barbados has a resource which can be further exploited in two ways:

a) For home meat production.
b) For export.

To stimulate export the first need is for records of performance and productivity. An active breed Society would be of value in establishing a recording system and organizing breeding and export of purebreds. So far exports have been made to U.S.A., Guyana, Jamaica, Mexico, Venezuela, Tobago, Taiwan, Grenada, Panama and to other islands of the lesser Antilles.

6) **The White Virgin Island Sheep.** This is a hair sheep of West African origin. They have two great advantages namely:

a) They almost always have 2, 3 or even 4 lambs at a time.
b) They will breed at almost any time of year and if well fed will often lamb twice per year.

The great disadvantage with these sheep is that they do not produce much meat. A first cross with European breeds produces a meatier animal but they breed only once per year and produce only single lambs, or very rarely twins. The heavy wool of the crosses keep them too hot, they grow slowly and do not thrive.

Estimates of the population indicate that there are 11 000 heads in the British Virgin Islands and 5 000 heads in the U.S. Virgin Islands. Not much is being done to promote the breed.

Apart from barriers set by health and in some cases political considerations, the animal genetic resources of the world could be considered as available to the Caribbean for utilization in its farming systems, which is possible through import of live animals, artificial insemination and ova transplant. It may not however be desirable to attempt the utilization of the world animal genetic resource, as such a plan would undoubtedly create more problems than it would be able to solve. Through introduction, acclimatisation and evolution certain breeds and strains of animals have been developed in the Caribbean that are in harmony with their environment. Any rational programme of development must place emphasis on this local population. The introduction of exotics may be desirable but each case must be treated on its own merit with adequate attention being paid to the maintenance of adaptability within the population.

MAINTENANCE

Two overriding principles influence the maintenance of animal genetic resources:

a. The need to maintain maximum genetic variation.
b. The need to create a gene bank of true breeding animals in clearly defined breeds.

Selection pressure in each breed should be designed to develop and accentuate distinctive qualities. Paradoxically this may in effect reduce genetic variation. The end result therefore would be to develop isolates with less variation within breeds and greater variation between breeds.

When proper consideration is given to the numbers of animals represented by each local breed in the Caribbean, considerable interest has to focus on controlling the incidence of inbreeding to levels that are tolerable. If this is ignored then the breeds though valuable face the fate of extinction.

Measurements of performance and a conscious effort to improve efficiency of production is a vital consideration. Unfortunately this matter has not received the attention that it deserves. There has been a tendency to pay attention to total production rather than to efficiency. Recent circumstances have shown that it may be necessary to accept lower yields from animals that do not demand large quantities of high-energy feed required by the popular high-yielding breeds. In the case of meat animals factors such as logevity, ease of parturition, disease resistance, high growth rate, and yield of carcass, high proportion of lean meat are factors for consideration.

Maintenance and improvement of animal genetic material in a system of farming that involves essentially small holdings poses certain peculiar problems of organization. Several alternative methods may be devised to deal with such situations. One method would involve the maintenance of a herd or flock upon which measurements are made and breed improvement effected. This herd/flock would provide the breeding stock for a multiplier herd/flock from which animals of known genetic merit would be distributed to farmers. With swine and poultry this method is easy to apply.

To improve traits of low heritability such as milk yield progeny testing is recommended. This requires that a system of recording be put in place and that the records taken are analysed and used for evaluation. An appropriate method of progeny testing should be selected for each situation.

For traits of medium to high heritability such as growth rate in beef cattle the performance test is recommended.

The rate of genetic improvement for most traits is extremely slow. It takes time, patience, and a clearly defined objective to make success.

SUMMARY

The limited land resources of unit territories within the Caribbean predicates intensive rather than extensive systems of agriculture. Climatic factors have a profound influence upon plant and animal life and limit the range of species that may be utilized for economic agricultural production. Sociological, political and other considerations cannot be totally ignored.

Of foremost importance are the genotypes that are adapted to the ecological conditions. Apart from providing valuable animal protein often from lands that would be otherwise useless, the animals produce hides, skins, pelts, wool and manure which may be sold as fertilizer or fuel. Animal power is regaining prominence and the use of animals for recreation is popular. Selection among adapted animals can improve productivity but they also form a valuable resource base for the introduction of exotics particularly with the prominence of artificial insemination.

Species of economic interest for farming systems research are horses, cattle, buffalo, sheep, goat, pigs, poultry and rabbits. Samples of other animals are also found in zoos. To preserve, maintain and develop these animals adequate populations must be available and in some instances this is a major constraint.

The maintenance and development of animal genetic resources cannot be left to chance. The importance of records must be stressed

and continuity of effort rather than vacillation emphasised. Systems of breeding and selection must be employed to meet clearly defined objectives. It would seem that mixed farming with crops and livestock should be accorded greater prominence in Caribbean Farming Systems Research than hitherto.

BIBLIOGRAPHY

1. SONI B. K. Cattle Breeding in India. The Conservation and Development of Indigenous Breeds of the Indian Sub-Continent. Presented at FAO Expert Consultation on Dairy Cattle Breeding in the Humid Tropics, Haryana Agricultural University, Hissar, (February 12–17), 1979. 12 p.

LIST OF PARTICIPANTS (*)

NOMS	PRÉNOMS	ORGANISMES	PAYS
ABREU	EDGAR	F.U.D.E.C.O.	VENEZUELA
ACOSTA ZORIBIO	HÉCTOR BDO	C.E.A.	REP. DOMINIC.
ADAMS	HERMAN	M.I.N.A.G.R.I.	GUYANA
AGUILAR	CARLOS HUMBERTO	M.R.N.	HONDURAS
ALBERTY	RAFAEL	C.E.A.	REP. DOMINIC.
ALI	ASHRAF	C.A.R.D.I.	ST-LUCIA
ALVARADO	LUIS	F.O.N.A.I.A.P.	VENEZUELA
ANO	GEORGES	I.R.C.T.	GUADELOUPE
ANTHONY	ROBERTA	M.I.N.A.G.R.I.	ANTIGUA
ARAUJO	JOSÉ EMILIO G.	I.I.C.A.	COSTA-RICA
ARIAS, M.	IGOR, A.	F.O.N.A.I.A.P.	VENEZUELA
ARIAS	LUIS	F.O.N.A.I.A.P.	VENEZUELA
ARIZALETA	MIGUEL	U.C.O.L.A.	VENEZUELA
ASTOUL	JEAN-MICHEL	O.D.E.M.	MARTINIQUE
AZAEL	ARIEL	I.I.C.A.	HAÏTI
BARRAU	JACQUES	D.G.R.S.T.	FRANCE
BARRIOS GONZÁLEZ	ALFREDO	F.O.N.A.I.A.P.	VENEZUELA
BARTHELEMY	JULIO	D.A.R.N.D.R.	HAÏTI
BAZAN	RUFO	I.I.C.A.	COSTA-RICA
BEREAU	MOÏSE	I.N.R.A.	GUYANE
BIQUARD	ANNE	C.N.R.S.	GUADELOUPE
BONILLA REYES	JOSÉ ROBERTO	M.R.N.	HONDURAS
BRIOSO DE LEÓN	INÉS AMÉLIA	S.E.A.	REP. DOMINIC.
CABIDOCHE	YVES-MARIE	I.N.R.A.	GUADELOUPE
CAPILLON	ALAIN	I.N.A.P.G.	FRANCE
CAREL	MAURICE	F.S.A.A.	CANADA
CASTAÑEDA SALGUERO	CÉSAR	U.S.A.C.	GUATEMALA
CASTILLO MARTÍNEZ	JUVENAL CASTILLO	F.O.N.A.I.A.P.	VENEZUELA
CASTRO UMAÑA	JOSÉ DE JESÚS	U.S.A.C.	GUATEMALA
CAVALIE	JEAN	M.A.E.	FRANCE
CHARPENTEAU	JEAN-LOUIS	I.N.R.A.	FRANCE
COHAN	HUGO	I.I.C.A.	COSTA-RICA
COLENO	ALAIN	I.N.R.A.	FRANCE
COLLOMBON	JEAN-MARIE	G.R.E.T.	FRANCE
COLMET-DAAGE	FRANÇOIS	O.R.S.T.O.M.	MARTINIQUE
CONESA	ALFRED	D.G.R.S.T.	FRANCE
COMPERE	ROOSEVELT	D.A.R.N.D.R.	HAÏTI
DALY	PATRICK	I.R.A.T.	GUADELOUPE
DARTHENUCQ	ALAIN	I.R.F.A.	GUADELOUPE
DAUDET	ALAIN F.	I.N.R.A.	GUADELOUPE
DECOURT	NOËL	I.N.R.A.	FRANCE
DEFFONTAINES	JEAN-PIERRE	I.N.R.A.	FRANCE
DEGRAS	LUCIEN	I.N.R.A.	GUADELOUPE
DEVERRE	CHRISTIAN	I.N.R.A.	GUADELOUPE
DÍAZ	ALVARO	I.I.C.A.	HONDURAS

(*) Établie à partir des fiches remises au Secrétariat du Séminaire. La Signification des sigles est jointe dans un document annexe.

NOMS	PRÉNOMS	ORGANISMES	PAYS
DOLLFUS	OLIVIER	UNI PVII	FRANCE
DURET	PAUL	D.A.R.N.D.R.	HAÏTI
EDWARDS	SULLIVAN WIBON	M.I.N.A.G.R.I.	TRINIDAD
ELDIN	MICHEL	I.I.C.A.	COSTA-RICA
ESQUINAS-ALCÁZAR	JOSÉ, T.	C.I.R.F.	ITALIE
FAVRE	YVES	C.T.G.R.E.F.	MARTINIQUE
FERGUSON	THÉODORE	U.W.I.	TRINIDAD
FIALLOS RODRÍGUEZ	WILBERTO	S.R.N.	HONDURAS
FORSYTHE	WARREN	I.I.C.A.	BARBADE
FUNES	FERNANDO, A.	S.R.N.	HONDURAS
GANRY	FACQUY	I.R.F.A.	GUADELOUPE
GARCÍA BARCELO	PEDRO	F.O.N.A.I.A.P.	VENEZUELA
GAUTHEYROU	J.	O.R.S.T.O.M.	GUADELOUPE
GIL GONZALEZ	FREDDY	U.C.V.	VENEZUELA
GIMENEZ	FREDDY	U.C.O.L.A.	VENEZUELA
GÓMEZ	ANGEL	C.I.A.R.Z.V.	VENEZUELA
GONDARD	PIERRE	O.R.S.T.O.M.	EQUATEUR
GONZALEZ-JIMÉNEZ	EDUARDO	U.C.V.	VENEZUELA
GOUSSELAND	JEAN	I.R.F.A.	GUADELOUPE
GRELL	OIVIER	D.A.B.G.	DOMINICA
GRENAND	PIERRE	O.R.S.T.O.M.	GUYANE
GRIFFITH	ELORES	M.I.N.A.G.R.I.	ST-LUCIA
GURLEY	MARIE	M.A.E.	TRINIDAD
HART	ROBERT	C.A.T.I.E.	COSTA-RICA
HENTGEN	ANDRÉ	I.N.R.A.	FRANCE
HERNÁNDEZ	MARTÍN OMAR	M.R.N.	HONDURAS
JARA FRANCO	JOSE ORIOL	I.I.C.A.	HONDURAS
JARA-ALMONTE	MARCIAL	I.I.C.A.	HONDURAS
JEAN-CHARLES	FERERE	D.A.R.N.D.R.	HAÏTI
JEAN-LOUIS	RAOUL	P.P.C.	HAÏTI
JEFFERS	JOHN	M.I.N.A.G.R.I.	BARBADE
JIMÉNEZ	FREDDY	F.U.D.E.C.O.	VENEZUELA
JOSEPH	COSMOS	M.I.N.A.G.R.I.	GRENADE
JOLLY	ANDRÉ JEAN	M.A.E.	TRINIDAD
JUSTAFORT	PAULIN	D.A.R.N.D.R.	HAÏTI
KERMARREC	ALAIN	I.N.R.A.	GUADELOUPE
LABONNE	MICHEL	I.N.R.A.	FRANCE
LACAPE	MARC	I.R.C.T.	GUADELOUPE
LACOEUILHE	JEAN-JOSEPH	I.R.F.A.	MARTINIQUE
LAGOS DIAZ	MARCO ANTONIO	S.R.N.	HONDURAS
LEGAY	JEAN-MARIE	UNI LYON	FRANCE
LEGROS	JEAN-PAUL	I.N.R.A.	FRANCE
LEIMBACHER	FRANÇOIS-LOUIS	I.T.O.V.I.C.	GUADELOUPE
LEÓN A	JORGE	C.A.T.I.E.	COSTA-RICA
LEONE	ANTONIO	–	VENEZUELA
MAC LAREN	LYNDON	I.I.C.A.	COSTA-RICA
MARCHOUX	GEORGES	I.N.R.A.	GUADELOUPE
MARTÍNEZ	OMAR	F.O.N.A.I.A.P.	VENEZUELA
MARTÍNEZ	JUAN CARLOS	C.I.M.M.Y.T.	MEXIQUE
MAUBOUSSIN	JEAN-CLAUDE	I.R.A.T.	GUADELOUPE
MAURICE	GUIGNARD, L.	S.E.N.A.S.A.	HAÏTI
MIRELES DE MARTINEZ	MIREYA	F.O.N.A.I.A.P.	VENEZUELA
MONESTIEZ	PASCAL	I.N.R.A.	GUADELOUPE
MONTOYA	JORGE, M.	I.I.C.A.	REP. DOMINIC.

NOMS	PRÉNOMS	ORGANISMES	PAYS
MUJICA	MARIANO	F.U.D.E.C.O.	VENEZUELA
MURALI, M.	RAO	I.I.C.A.	ST-LUCIA
MURRAY	HOWARD	M.I.N.A.G.R.I.	JAMAIQUE
PÁEZ	GILBERTO	I.I.C.A.	COSTA-RICA
PARASRAM	SAMSUNDAR	C.A.R.D.I.	TRINIDAD
PÉREZ-LUNA	AGAPITO	I.I.C.A.	REP. DOMINIC.
PÉREZ-SILVA	RAFAËL	F.O.N.A.I.A.P.	VENEZUELA
PHILOGENE	RENÉ	S.D.A.G.	GUADELOUPE
PICARD	DIDIER	I.N.R.A.	GUADELOUPE
PIERRE	RÉGINALD	I.I.C.A.	GUYANA
PIERRE-LOUIS	PHILIPPE	F.A.C.O.L.E.F.	HAÏTI
PILLOT	DIDIER	M.A.E.	HAÏTI
PINCHINAT	ANTONIO, M.	I.I.C.A.	REP. DOMINIC.
PRADO-RAMÍREZ	JESÚS RONALDO	U.S.A.C.	GUATEMALA
ROCA	PIERRE-JEAN	I.I.C.A.	HAÏTI
ROCHETEAU	GUY	O.R.S.T.O.M.	MARTINIQUE
RODRÍGUEZ	MÉLANIA DE	F.O.N.A.I.A.P.	VENEZUELA
ROUILLE D'ORFEUIL	HENRI	M.A.E.	FRANCE
SABATIE	JEAN-LOUIS	M.A.E.	VENEZUELA
SALAZÁR	LIMBER	–	VENEZUELA
SALMON-LEGAGNEUR	EMMANUEL	I.N.R.A.	FRANCE
SANTIAGO MEZA	JOSÉ ANTONIO	U.C.V.	VENEZUELA
SEGURA	MARIANO	I.I.C.A.	GUATEMALA
SEGUY	LUCIEN	I.R.A.T.	FRANCE
SERVANT	JEAN	I.N.R.A.	GUADELOUPE
SIMON	BERNARD	G.E.R.D.A.T.	FRANCE
STAGNO	HORACIO, H.	I.I.C.A.	REP. DOMINIC.
TARDIEU	FRANÇOIS	C.I.P.	PÉROU
THIMONIER	JACQUES	I.N.R.A.	GUADELOUPE
TOURTE	RENÉ	I.R.A.T.	FRANCE
TRIGO	EDUARDO JOSÉ	I.I.C.A.	COSTA-RICA
TURENNE	J.F.	O.R.S.T.O.M.	MARTINIQUE
VANLOO	GRAFTON, RANDOLPH	M.I.N.A.G.R.I.	ST-VINCENT
VICARIOT	FRANÇOIS	O.R.S.T.O.M.	ÉQUATEUR
VILLANUEVA	GUILLERMO	S.E.A.	REP. DOMINIC.
VILLENA DUCHEH	WILLY	C.I.M.M.Y.T.	MEXIQUE
VIVIER	MICHEL PAUL	I.N.R.A.	GUYANE
VOHNOUT	KAREL	C.A.T.I.E.	COSTA-RICA
WALKER	IAN	C.B.S.	BARBADE
WELLINGTON	KARL	M.I.N.A.G.R.I.	JAMAIQUE
ZEREGA MÉNDEZ	LUIS OSWALDO	F.O.N.A.I.A.P.	VENEZUELA

LIST OF SESSION CHAIRPERSONS

1. Rufo Bazán: Coordinator, Committee on the Tropics, IICA, San José, Costa Rica.

2. Emmanuel Salmon-Legagueur: Director, International Relations Service, INRA, Paris, France.

3. Olivier Dollfus: Professor, University of Paris VII, Paris, France.

4. François Vicariot: Agronomist, ORSTOM/Ecuador.

5. Gilberto Páez: Director, InterAmerican Center of Agricultural Documentation, Information and Communication (CIDIA), IICA, San José, Costa Rica.

6. Lucien Degras: Plant Breeding Specialist, INRA, Guadeloupe.

7. Ariel Azael: Plant Breeding Specialist, IICA, Port-au-Prince, Haiti.

8. Bernard Simon: Agronomist, GERDAT, France.

ORGANISATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

DR. –JEAN M.	SERVANT	– Directeur de la Station d'Agronomie–Science–du–Sol. – Administrateur du Centre I.N.R.A. Antilles–Guyane.
DR. – ANTONIO M.	PINCHINAT	– Coordonateur I.I.C.A. Zone Antilles.
DR. – DIDIER	PICARD	– Chargé de Recherches à la Station d'Agronomie–Science–du–Sol INRA Antilles–Guyane.

ORGANISATION ADMINISTRATIVE ET MATÉRIELLE

– RENÉ	PAVOT	– Secrétaire Général du Centre I.N.R.A. des Antilles et de la Guyane.
– RODRIGUE	ARISTIDE	– Unité Régionale de Documentation (Responsable pour les questions de matériels audio-visuels).
– YVES-MARIE	CABIDOCHE	– Assistant de Recherches à l' I.N.R.A. (Projections).

SECRÉTARIAT

– ANNE-MARIE PAVOT (Mme) – Secrétaire d'Administration au Centre I.N.R.A. Antilles–Guyane.

– MUGUETTE LERUS (Melle) – Secrétaire d'Administration au Centre I.N.R.A. Antilles–Guyane.

INTERPRÈTES — TRADUCTEURS (M A N P O W E R S.O.S.)

– AGNÈS	BOONEFAS DE DOMINGUEZ	(Mme)	(Royaume de Belgique)
– JOCELYN	CAMINERO DE CROES	(Mme)	(République Domicaine)
– CHRISTINA	DE GOMEZ	(Mme)	(Royaume de Belque)
– SANTIAGO	LAMELA GELER	(Mr.)	(République Dominicaine)

ABBREVIATIONS

A.R.S.	: Agricultural Research Service.
C.A.R.D.I.	: Caribbean Agricultural Research and Development Institute.
C.A.T.I.E.	: Centro Agronómico Tropical de Investigación.
C.E.A.	: Consejo Estatal del Azúcar.
C.B.S.	: West Indies Central Sugar Cane Breeding Station.
C.I.A.R.Z.V.	: Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Región de Zuliana.
C.I.M.M.Y.T.	: International Maize and Wheat Improvement Center Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
C.I.P.T.	: Centre International de la Pomme de Terre. International Potato Center.
C.I.R.F.	: Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos.
C.T.G.R.E.F.	: Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts.
C.U.A.G.	: Centre Universitaire des Antilles et de la Guyane.
C.N.R.S.	: Centre National de la Recherche Scientifique et Technique.
D.A.B.G.	: Division of Agric. Botanic Gardens.
D.A.R.N.D.R.	: Département de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural.
D.G.R.S.T.	: Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique.
F.A.C.O.L.E.F.	: Fabrique de Conserves de Légumes et de Fruits.
F.A.O.	: Food and Agricultural Organization.
F.O.N.A.I.A.P.	: Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria.
F.S.A.A.	: Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation.
F.U.D.E.C.O.	: Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental de Venezuela.
G.E.R.D.A.T.	: Groupement d'Études et de Recherches pour le Développement de l'Agriculture Tropicale.

G.R.E.T.	: Groupe de Recherche et d'Échanges Technologiques.
I.F.E.A.	: Institut Français d'Études Andines.
I.I.C.A.	: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
I.N.A.P.G.	: Institut National Agronomique Paris-Grignon.
I.N.R.A.	: Institut National de la Recherche Agronomique.
I.R.A.T.	: Institut de Recherches Agronomiques Tropicales.
I.R.C.T.	: Institut de Recherches du Coton et des Textiles Exotiques.
I.R.F.A.	: Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes.
I.T.O.V.I.C.	: Institut Technique de l'Élevage Ovin Caprin.
M.A.E.	: Ministère des Affaires Etrangères France (Coopération).
M.I.N.A.G.R.I.	: Ministry of Agriculture (du pays concerné).
M.N.H.N.	: Muséum National d'Histoire Naturelle.
M.R.N.	: Ministerio de Recursos Naturales.
O.N.F.	: Office National des Forêts.
O.D.E.M.	: Opération Développement de l'Élevage Martiniquais.
O.R.S.T.O.M.	: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.
P.P.C.	: Projet des Petites Plantations Caféières.
S.D.A.G.	: Service Départemental d'Agronomie de la Guadeloupe.
S.E.A.	: Secretaría de Estado de Agricultura.
S.E.N.A.S.A.	: Service National des Semences Améliorées.
S.R.N.	: Secretaría de Recursos Naturales.
U.C.V.	: Universidad Central de Venezuela.
U.C.O.L.A.	: Universidad Centro Occidental 'Lisandro Alvarado'.
UNI LAVAL	: Université de Laval (Québec).
UNI LYON	: Université 'Claude Bernard' de Lyon.
UNI P. VII	: Université de Paris VII.
U.S.A.C.	: Universidad de San Carlos.
U.W.I.	: University of the West Indies.

N.B. – La liste des participants et des organismes auxquels ils appartiennent a été établie à partir des renseignements qui nous sont parvenus.

Note – The list of participants and their organization has been established from the informations received.

Nota – La lista de los participantes y de sus organizaciones fue establecida con base en las informaciones recibidas.

FECHA DE DEVOLUCION			
8 JUL 1984			
3 OCT 1986			