



# ÉTUDES

Modèles  
d'exploitations  
agricoles

Méthodes,  
applications  
et possibilités  
d'utilisation  
dans le cadre  
de la

**C.E.E.**

COMMUNAUTÉ  
ÉCONOMIQUE EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE  
WIRTSCHAFTSGEMEINSCHAFT  
COMUNITÀ  
ECONOMICA EUROPEA  
EUROPESE  
ECONOMISCHE GEMEENSCHAP

série  
agriculture

**13**

BRUXELLES

1964

# Modèles d'exploitations agricoles

Méthodes,  
applications  
et  
possibilités  
d'utilisation  
dans  
le cadre  
de la C. E. E.

par J. MOL

Étude effectuée en liaison avec la division  
« analyse des conditions de production de  
l'agriculture »

## SOMMAIRE

	Page
AVANT-PROPOS	
INTRODUCTION	7
CHAPITRE I. — LES MODÈLES NORMATIFS	9
1. Caractéristiques communes	9
2. La solution budgétaire traditionnelle.	11
3. La solution du programme planning	12
4. La solution par la programmation linéaire	13
CHAPITRE II. — LES MODÈLES DESCRIPTIFS	15
1. Les modèles de fonctions de production	15
2. Les modèles d'analyse factorielle	21
CHAPITRE III. — LES MODÈLES DE DÉCISION	28
1. Les modèles de la théorie des jeux	28
2. L'analyse de la décision de l'entrepreneur	31
CHAPITRE IV. — EXAMEN PLUS APPROFONDI DES MODÈLES NORMATIFS DANS LA PRATIQUE	33
A. Rassemblement des données	33
a) Définition de l'exploitation type	33
b) Données nécessaires à la construction de modèles normatifs	36
B. Différences des résultats entre la méthode budgétaire simple, le programme planning et la programmation linéaire.	39
a) Méthode budgétaire simple	39
b) Programme planning	39
c) Programmation linéaire	40
CHAPITRE V. — EXAMEN PLUS APPROFONDI DES MODÈLES DESCRIPTIFS DANS LA PRATIQUE	45
A. Données nécessaires à la construction de modèles descriptifs	45
B. L'utilisation pratique des fonctions de production.	46
C. L'utilisation pratique des modèles d'analyse factorielle	47

CHAPITRE VI. — L'UTILISATION DES MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES DANS LES PAYS DE LA C.E.E.	51
A. L'utilisation des modèles d'exploitations agricoles en Allemagne (R.F.)	51
1. Situation actuelle	51
2. Perspectives	52
B. L'utilisation des modèles d'exploitations agricoles dans les pays du Benelux	53
1. Situation actuelle	53
2. Perspectives	54
C. L'utilisation des modèles d'exploitations agricoles en France	54
1. Situation actuelle	54
2. Perspectives	55
D. L'utilisation des modèles d'exploitations agricoles en Italie	55
1. Situation actuelle	55
2. Perspectives	57
CHAPITRE VII. — L'UTILISATION DES MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES COMME SOURCE D'INFORMATION POUR LA SOLUTION DE PROBLÈMES DE POLITIQUE AGRICOLE	59
Introduction	59
A. Les autorités envisagent une modification des prix des produits agricoles; peut-on d'avance donner une réponse aux questions suivantes :	59
a) Comment réagira, à des échéances diverses, le programme de production d'un type déterminé d'exploitation à des variations déterminées de la structure des prix ?	59
b) Quelle sera l'incidence de cette modification des prix dans le domaine financier, par exemple sur les revenus, sur la productivité des facteurs fixes, etc. ?	60
B. Les autorités envisagent des mesures d'amélioration des structures dans une région déterminée :	61
a) Comment peut-on faire un diagnostic des difficultés propres à la région ?	61
b) Quels moyens d'amélioration peuvent être recommandés pour la région ?	62
ANNEXE 1. — BIBLIOGRAPHIE	66
ANNEXE 2. — TERMINOLOGIE UTILISÉE EN MATIÈRE DE MODÈLES D'EXPLOI- TATIONS AGRICOLES	74

## AVANT-PROPOS

La présente étude, effectuée par un groupe d'experts <sup>(1)</sup> dans le cadre du programme, des études de la direction générale de l'agriculture de la Communauté économique européenne, avait pour objectif de dresser un bilan du développement actuel des méthodes utilisées pour la construction de modèles d'exploitations agricoles et de dégager les possibilités d'utilisation de tels modèles au niveau de la C.E.E.; elle devait en outre contribuer à la recherche d'une orientation des efforts à promouvoir pour améliorer l'efficacité des méthodes actuelles en la matière, notamment au regard des besoins communautaires.

Après avoir examiné, sur base de rapports établis par chacun des experts, les caractéristiques et la portée pratique des divers types de modèles d'exploitations utilisés actuellement dans les pays membres de la C.E.E. et avoir notamment apprécié leur efficacité comme source d'information pour la solution de problèmes de politique agricole, le groupe de travail a chargé M. J. Mol de présenter une synthèse des constatations faites et des opinions émises par les experts sous forme du présent rapport.

La direction générale de l'agriculture exprime sa gratitude à M. J. Mol, pour le travail substantiel qu'il a fourni à cette occasion ainsi qu'à MM. H. Bergmann, P. Cordonnier, M. De Benedictis pour leur contribution efficace à la présente étude.

---

(1) Le groupe d'experts était constitué du Dr. H. Bergmann, Institut für Betriebswirtschaft der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode (république fédérale d'Allemagne); de M. P. Cordonnier, chargé de recherche à l'Institut national de la recherche agronomique, E.N.S.A. Grignon (France); du Dott. M. De Benedictis, Centro di specializzazione di ricerca economico-agrarie per il Mezzogiorno, Portici-Napoli (Italie); du Dr. Ir. J. Mol, Landbouw-Economisch Instituut, 's Gravenhage (Pays-Bas). Les réunions du groupe, auxquelles ont participé plusieurs membres des services des Communautés européennes, étaient présidées par M. Cl. Baillet, chef de la division « analyse des conditions de production de l'agriculture ».



## INTRODUCTION

La direction générale de l'agriculture de la C.E.E. tient à disposer périodiquement d'informations économiques assez détaillées sur l'agriculture européenne; il a été de ce fait nécessaire d'entreprendre dans la C.E.E. un certain nombre de travaux visant à répondre à ses besoins. C'est ainsi que la division «analyse des conditions de production de l'agriculture» a effectué différents travaux et études préparatoires en vue de mettre en place un réseau d'information au sujet de la situation et de l'évolution des exploitations agricoles dans la C.E.E.

Ce réseau permettrait de suivre de près la situation économique d'un certain nombre de types importants d'exploitations en Europe, non seulement pour connaître l'évolution des revenus agricoles, mais encore pour apprécier les conséquences de mesures de politique agricole.

C'est parmi les études et travaux préparatoires précitées que s'inscrit l'activité du groupe de travail «modèles d'exploitations agricoles». Ce groupe a été chargé de faire un rapport sur la nature et la situation des recherches en matière d'économie d'entreprise agricole dans les États membres, en ce qui concerne les modèles d'exploitations quantitatifs servant notamment à décrire et éventuellement à expliquer le fonctionnement économique et technique d'exploitations réelles ou de types d'exploitations, ainsi qu'à formuler des prévisions sur les conditions économiques et techniques dans l'agriculture.

Le présent rapport rassemble les principaux éléments des rapports établis pour chaque pays au sujet de l'établissement et de l'utilisation des modèles d'exploitations agricoles en Allemagne (R.F.), en France, en Italie et aux Pays-Bas.

Deux groupes de modèles seront principalement examinés dans ce rapport de synthèse :

a) les modèles normatifs, au moyen desquels on s'efforce de déterminer les plans de production théoriques optima pour des exploitations réelles ou des types d'exploitations;

b) les modèles descriptifs, au moyen desquels on s'efforce de décrire quantitativement et d'expliquer le comportement économique de certaines exploitations réelles ou de certains types d'exploitations (ou certains phénomènes dans le cadre de ceux-ci).

Les modèles mentionnés en a) sont en général destinés à fournir, à l'intention des chefs d'entreprise ou des autorités, des recommandations sur la manière d'atteindre des objectifs déterminés. Avec ces modèles, nous nous trouvons principalement dans le domaine du normatif, de ce qui doit être.

Avec les modèles visés en b) nous entrons dans le domaine de la recherche «positive», celui de l'«être».

Il s'agira notamment d'élaborer des hypothèses sur le comportement effectif d'exploitations ou de groupes d'exploitations, ou encore sur les réactions probables des exploitants à la suite de mesures extérieures à l'exploitation agricole.

Enfin, à côté de ces deux groupes de modèles, un troisième sera brièvement décrit : celui des modèles de décision. Ces derniers modèles, qui n'en sont encore qu'au stade expérimental, doivent servir à la fois à une meilleure compréhension du comportement effectif des chefs d'entreprise placés dans une situation d'incertitude (analyse positive) et à l'élaboration de règles normatives à l'intention des chefs d'entreprise.

Ces notions de positif et de normatif sont importantes du point de vue de la différence d'emploi possible entre les groupes de modèles mentionnés en a) et b), et cela nous sera d'une grande utilité dans les prochains chapitres, lorsque nous examinerons la possibilité de nous servir des modèles à diverses fins.

A propos de la distinction que nous venons d'établir, il y a toutefois lieu de faire encore une réserve : les modèles visés en a) peuvent prendre très rapidement une valeur «prévisionnelle» notamment lorsque les hypothèses qu'ils contiennent, au sujet par exemple du comportement économique des chefs d'entreprise et des données technologiques, correspondent dans une mesure raisonnable aux mobiles réels des chefs d'entreprise et aux techniques effectivement connues et appliquées. Les modèles normatifs peuvent eux aussi avoir une valeur prévisionnelle, par exemple quand les autorités prennent des mesures pratiques en vue de réaliser des plans optima établis à partir de modèles normatifs.

Il apparaît donc que la présente étude traite de l'emploi et des possibilités de modèles micro-économiques. L'unité économique pour laquelle ces modèles sont établis est une exploitation agricole. Cette exploitation peut être une exploitation réelle; bien souvent cependant les conclusions tirées d'un modèle construit à partir d'une exploitation déterminée ne sont pas susceptibles d'une généralisation poussée; c'est pourquoi le présent rapport ne traite pas essentiellement des modèles établis pour des exploitations existant réellement; les modèles considérés ici sont élaborés pour des exploitations types et ils contiennent les données économiques et techniques et les relations entre celles-ci jugées représentatives pour des groupes assez larges d'exploitations. Les conclusions ainsi obtenues peuvent donc être considérées comme valables pour des groupes assez étendus d'exploitations.

Les descriptions contenues dans ce rapport visent à préciser le mieux possible la nature des modèles

d'exploitations en question, de façon qu'en apparaissent clairement les possibilités d'utilisation et les limites. Cela doit aussi permettre aux instances compétentes de la C.E.E. d'examiner si ces modèles peuvent être une source d'informations utiles pour la politique agricole commune. Strictement parlant, le groupe de travail n'est pas qualifié pour se prononcer sur ce dernier point; la nature et les buts de la politique agricole de la C.E.E. ne lui sont pas suffisamment connus pour qu'il puisse dire quelle espèce de connaissance sur l'agriculture européenne est importante pour les responsables de la politique. Cependant, le présent rapport mentionne un certain nombre de possibilités qui, de l'avis du groupe de travail, peuvent ouvrir des perspectives en matière de politique économique.

Il semble ainsi évident qu'à l'occasion de discussions au sujet notamment de l'influence de modifications concertées du prix des produits et des moyens de production ou de l'influence de mesures d'amélioration des structures agricoles, le besoin d'analyses fournissant des indications sur cette influence se fera sentir. C'est pourquoi le présent rapport examine aussi dans quelle mesure les différents modèles d'exploitations pourraient répondre à ce besoin.

Ainsi conçu, le présent rapport devait s'étendre assez largement sur quelques parties importantes de l'économie d'entreprise agricole. Cela incite à penser qu'il présentera non seulement de l'intérêt pour les instances dirigeantes de la C.E.E., mais aussi une certaine utilité pour ceux qui s'occupent directement ou non de planification pour les exploitations agricoles, dans des services de vulgarisation, d'enseignement agricole, etc.

Le présent rapport a été construit comme suit :

A. Le chapitre premier présente les traits caractéristiques de trois espèces de modèles normatifs qui sont :

- 1) la méthode budgétaire traditionnelle,
- 2) le programme planning,
- 3) la programmation linéaire.

Le chapitre II présente ensuite les traits essentiels des modèles dits descriptifs; on y distingue deux types :

- 1) les modèles de fonctions de production,
- 2) les modèles d'analyse factorielle.

Le chapitre III contient un bref examen des modèles appelés modèles de décision.

B. Les chapitres IV et V sont consacrés à l'utilisation pratique des modèles normatifs et descriptifs. Il est traité à ce propos du rassemblement des données nécessaires à leur élaboration.

C. Le chapitre VI donne un aperçu des études en matière de modèles d'exploitations dans les pays de la C.E.E. Les possibilités de développement de ces études dans les différents pays membres y sont aussi envisagées.

D. Enfin, le chapitre VII évoque un certain nombre de problèmes de politique agricole à la solution desquels les modèles d'exploitations examinés pourraient utilement contribuer.

Cette étude fut terminée en mai 1963.

## LES MODÈLES NORMATIFS

Le présent chapitre sera consacré aux traits essentiels d'un certain nombre de modèles normatifs.

Voici les points dont nous traiterons :

- la technique budgétaire traditionnelle;
- le programme planning;
- la programmation linéaire.

## 1. CARACTÉRISTIQUES COMMUNES

Nous donnerons tout d'abord une analyse des caractéristiques communes aux différentes méthodes. La première analogie entre les trois méthodes tient naturellement à leur usage.

Un bref coup d'œil sur des ouvrages d'économie d'entreprise permet de constater que les trois méthodes en question sont surtout des techniques d'analyse pour la détermination de plans de production optima. Ces méthodes peuvent être utilisées pour d'autres genres de recherches, mais nous posons en principe qu'elles s'appliquent principalement dans le domaine de la recherche « normative » plutôt que sur le plan que nous avons défini dans l'introduction comme étant celui de la recherche « positive » (recherche du « comportement » réel des entreprises par exemple).

L'analogie entre les trois types de modèles ne se limite pas au domaine de leur application. Leurs structures, c'est-à-dire les relations admises entre les différentes variables concernant l'exploitation ou le type d'exploitation, présentent des traits communs <sup>(1)</sup>.

Nous rappelons au lecteur que les relations entre inputs et outputs des modèles de programmation linéaire sont exprimées par des relations entre les limitations de la production d'une part et les processus de production d'autre part.

Comme leur nom l'indique, les limitations de la production traduisent les limites des possibilités de production d'une exploitation. Selon leur nature, ces limitations se répartissent en divers groupes. Le premier groupe comprend les facteurs de production

<sup>(1)</sup> A première vue, les personnes familiarisées avec la technique budgétaire traditionnelle et qui considèrent d'un œil sceptique la méthode plus compliquée qu'est la programmation linéaire trouveront exagérée l'idée d'une analogie de structure entre la technique budgétaire simple, le programme planning et la programmation linéaire. On verra cependant plus loin que c'est par souci de logique que nous plaçons dans un même groupe ces trois techniques.

qui sont disponibles pendant la période couverte par la planification et qui ne sont pas susceptibles d'une expansion immédiate. Le deuxième groupe est celui des nécessités techniques en matière de rotation des cultures et d'alimentation des animaux par exemple. Elles indiquent que dès l'abord certaines branches de production ne peuvent dépasser un certain maximum (ou parfois qu'elles doivent dépasser un minimum). Un troisième groupe de limitations, que nous pourrions qualifier d'institutionnelles, provient des facteurs exogènes à l'entreprise qui peuvent déterminer aussi dans une grande mesure le plan de production, par exemple les dispositions légales réduisant un genre de production à un certain pourcentage de la superficie de l'exploitation. Un dernier groupe est formé par les préférences du chef d'entreprise, par exemple le fait qu'il préfère introduire dans son plan d'exploitation des quantités minima ou maxima de certaines cultures ou de certains animaux.

Un processus de production se traduit par l'inscription des quantités des facteurs de production nécessaires pour obtenir une quantité déterminée de produits végétaux ou animaux.

On choisit toujours, pour n'importe laquelle des techniques de planification, une combinaison de processus de production tenant compte des limitations de production préalablement déterminées ou, en d'autres termes, une combinaison de processus considérée comme possible étant donné les limitations de production de l'exploitation. On tend ainsi à maximiser la marge brute globale durant la période de planification (maximisation de la « fonction caractéristique »). La marge brute globale étant par exemple définie comme le produit brut prévisionnel par période de planification, diminué des frais variables tels que coût des semences, des plants, des engrais chimiques, de la main-d'œuvre, etc.

Si nous avons par exemple à établir un budget d'exploitation pour une exploitation de 10 ha où l'on tient en ligne de compte les cultures *A*, *B*, *C* et *D*, nous avons à fixer par l'une des méthodes mentionnées dans notre étude :

a) les limitations de la production qui, en l'espèce, constitueront peut-être des contraintes (par exemple, le nombre d'hectares étant de 10, on a, à cause des nécessités de la rotation des cultures : culture *A*, pas plus de 6 ha, à cause d'une restriction imposée par la loi; culture *C*, pas plus de 3 ha; nombre d'heures d'unité-travailleur disponibles durant la période de pointe du printemps : 1 200 heures, durant la période de pointe d'automne : 1 700 heures).

b) les processus de production représentés par des combinaisons de facteurs par unité de culture (par exemple, pour 1 ha, voir tableau n° 1).

TABLEAU n° 1

Cultures	A	B	C	D
Surface nécessaire (en ha)	1	1	1	1
Travail nécessaire au printemps (en heures)	50	60	200	100
Travail nécessaire en automne (en heures)	150	40	100	250

S'il n'y a pas de relation linéaire entre le nombre d'hectares d'une certaine culture et le niveau des

inputs pour celle-ci, il est nécessaire pour chacune des méthodes, de connaître le niveau des inputs correspondant chaque fois à différents volumes de production.

c) la marge brute moyenne par unité de production (par hectare de la culture), par exemple marge brute de  $A = 350$ , de  $B = 200$ , de  $C = 500$  et de  $D = 400$  unités monétaires.

Là encore, il peut être utile de tenir compte des marges brutes correspondant à différents volumes de production.

Pour chacune des méthodes examinées dans le présent chapitre, on essaie le plus souvent d'établir un plan de production :

$$x_1 \text{ ha de } A + x_2 \text{ ha de } B + x_3 \text{ ha de } C + x_4 \text{ ha de } D$$

de façon à avoir :

$$(1) \quad x_1 \times 350 + x_2 \times 200 + x_3 \times 500 + x_4 \times 400 = \text{maximum}$$

avec, pour conditions supplémentaires :

$$(2) \quad \begin{cases} x_1 \times 1 \text{ ha} + x_2 \times 1 \text{ ha} + x_3 \times 1 \text{ ha} + x_4 \times 1 \text{ ha} \leq 10 \text{ ha} \\ x_1 \times 50 \text{ h} + x_2 \times 60 \text{ h} + x_3 \times 200 \text{ h} + x_4 \times 100 \text{ h} \leq 1\,200 \text{ h} \\ x_1 \times 150 \text{ h} + x_2 \times 40 \text{ h} + x_3 \times 100 \text{ h} + x_4 \times 250 \text{ h} \leq 1\,700 \text{ h} \\ x_1 \times 1 \text{ ha} \leq 6 \text{ ha} \\ x_3 \times 1 \text{ ha} \leq 3 \text{ ha} \end{cases}$$

$$(3) \quad \begin{cases} x_1 \geq 0 \\ x_2 \geq 0 \\ x_3 \geq 0 \\ x_4 \geq 0 \end{cases}$$

Les conditions indiquées en (3) vont de soi du point de vue de l'économie d'entreprise; on ne peut pas réaliser un plan avec des nombres négatifs d'ha de culture. Néanmoins, il ne faut pas les perdre de vue dans le raisonnement mathématique qui conduit à l'obtention des inconnues ( $x_1$  à  $x_4$ ).

En plus de cette similitude de structure entre les trois méthodes, les ouvrages spécialisés indiquent encore d'autres points de concordance. Il en est ainsi pour les données statistiques élémentaires nécessaires pour établir les modèles.

Nous voyons donc qu'en appliquant ces méthodes, on travaille souvent à l'aide de limitations de la production typiques pour un genre d'exploitation déterminé. Les processus de production sont le plus souvent aussi considérés comme des relations « normales » entre l'input et l'output, valables pour un type déterminé d'exploitations. Il apparaît que la détermina-

tion des moyens disponibles se fait alors à partir de données provenant des recensements de l'agriculture ou des résultats de comptabilités de certains groupes d'exploitations.

Les limitations techniques sont établies avant tout en fonction des connaissances des exploitations ou des vulgarisateurs agricoles quant aux nécessités en matière de rotation des cultures, d'alimentation, etc. Pour les trois méthodes, les éléments nécessaires pour dégager les coefficients techniques sont donc tirés des mêmes sources. Très souvent aussi, les rapports input-output des divers processus sont établis, même pour le programme planning ou la programmation linéaire, sur la base des connaissances « pratiques » des agriculteurs et des vulgarisateurs agricoles, lorsque ces coefficients ne peuvent être déduits de données comptables, des études de temps ou de la recherche technique.

Comme nous l'avons déjà vu, la seule connaissance des limitations de la production et des processus de production ne permet pas d'établir des plans optima. Il faut faire une estimation du niveau probable des prix d'achat et de vente à la ferme des produits et des inputs variables, afin qu'il soit possible de calculer les marges des différentes cultures. Là encore, aucune différence entre les trois méthodes. Ceux qui établissent des budgets empiriques aussi bien que ceux qui utilisent les méthodes de programmation plus modernes ont recours aux mêmes sources d'informations statistiques ou autres quand il s'agit de déterminer les prix probables.

Sur la base des données élémentaires : limitations, processus de production et prix, on peut établir le plan optimum de production (en supposant que le but de l'analyse est toujours d'établir une combinaison optimale des processus de production). Sur ce point toutefois, la concordance cesse entre les trois types de modèles. La méthode de résolution

est en effet très différente selon le type. Nous y reviendrons dans le prochain paragraphe afin de donner au lecteur, ne serait-ce que succinctement, un tableau complet des méthodes examinées ici. Enfin, notons encore qu'en pratique, les modèles plus compliqués, c'est-à-dire comportant relativement beaucoup de conditions supplémentaires compliquées, sont le plus souvent présentés sous forme de modèles de programmation linéaire et qu'ils doivent être calculés à l'aide de méthodes mathématiques appropriées.

## 2. LA SOLUTION BUDGÉTAIRE TRADITIONNELLE

Nous allons montrer succinctement ce que sont les trois méthodes de résolution à l'aide de l'exemple donné au paragraphe 1. Nous commencerons par la solution budgétaire traditionnelle.

Nous rangeons nos données de la manière suivante :

TABLEAU n° 2

Culture	Unité (en ha)	Marge brute à l'ha (en florins)	Limitations de la production en superficie (en ha)	Nombre d'heures de travail nécessaires durant la période de pointe	
				de printemps	d'automne
1	2	3	4	5	6
A	1	350,—	6 ha (nécessité de rotation)	50	150
B	1	200,—	10 ha	60	40
C	1	500,—	3 ha (obligation légale)	200	100
D	1	400,—	10 ha	100	250
Nombre d'heures de travail disponibles durant la période de pointe :				1 200	1 700

Le plus souvent, ceux qui connaissent la méthode traditionnelle utilisent le système « des soldes ». Ils recherchent d'abord les cultures ayant la marge brute la plus élevée à l'hectare et insèrent autant que possible de ces cultures dans le plan de production. Ainsi la culture C semble très attrayante dans les cas où l'on doit tirer beaucoup du sol (lorsqu'il y a main-d'œuvre relativement importante dans l'entreprise). Dans ce cas, on insère le

maximum de la culture C dans le plan de production; en l'occurrence 3 ha (limitations légales).

Ensuite, on sera enclin à choisir la culture D. Du point de vue des limitations techniques, on pourrait en prévoir 10 ha (voir colonne 4). Comme il y a déjà 3 hectares de C, il en reste 7 pour la culture D. Le plan de production ainsi établi donne une marge brute prévisionnelle de :

$$3 \times 500 + 7 \times 400 = 4\,300 \text{ florins.}$$

Le plus souvent, on se demande alors si le plan de travail impliqué dans le plan de production pourra être réalisé dans les périodes critiques. Dans le cas présent, on verra que ce plan n'est pas réalisable à cause des limitations de main-d'œuvre.

On va alors essayer de réduire quelque peu la culture *D* en introduisant la culture *A* qui a elle aussi une marge brute intéressante. C'est ainsi qu'on essayera la combinaison suivante : 3 ha de *C* + 5 ha de *D* + 2 ha de *A*. On établit encore un plan de travail pour ce plan de production afin de vérifier si le nouveau plan est techniquement réalisable. On tend ainsi à se rapprocher de plus en plus de l'optimum.

### 3. LA SOLUTION DU PROGRAMME PLANNING

Dans la méthode du programme planning, on tient compte dès le début, et beaucoup plus systématiquement que dans la précédente, de toutes les limitations de la production. En d'autres termes, on ne tient pas seulement compte des limitations de surface, mais aussi de toutes les autres limitations.

De plus, si l'on tient compte de l'ordre par marge brute à l'hectare, on prend aussi en considération l'ordre d'importance des rendements horaires pour les divers genres de culture durant les différentes périodes de pointe, par exemple :

TABLEAU n° 3

#### Calcul des indices de classement

Les différents indices sont placés entre parenthèses

Culture	Marge brute à l'ha (en florins)	Nombre maximum d'ha du point de vue des limitations de surface	Marge brute à l'heure durant la période de pointe du printemps (en florins)	Nombre maximum d'ha admissibles d'après la quantité de travail nécessaire durant la période de pointe du printemps	Marge brute à l'heure durant la période de pointe d'automne (en florins)	Nombre maximum d'ha admissibles d'après la quantité de travail nécessaire durant la période de pointe d'automne
1	2	3	4	5	6	7
<i>A</i>	350 (3)	6 (*)	$\frac{350}{50} = 7,00$ (1)	$\frac{1\ 200}{50} = 24$	$\frac{350}{150} = 2,33$ (3)	$\frac{1\ 700}{150} = 11,33$
<i>B</i>	200 (4)	10 (*)	$\frac{200}{60} = 3,33$ (3)	$\frac{1\ 200}{60} = 20$	$\frac{200}{40} = 5,00$ (2)	$\frac{1\ 700}{40} = 42,50$
<i>C</i>	500 (1)	3 (*)	$\frac{500}{200} = 2,50$ (4)	$\frac{1\ 200}{200} = 6$	$\frac{500}{100} = 5,00$ (1)	$\frac{1\ 700}{100} = 17,00$
<i>D</i>	400 (2)	10	$\frac{400}{100} = 4,00$ (2)	$\frac{1\ 200}{100} = 12$	$\frac{400}{250} = 1,60$ (4)	$\frac{1\ 700}{250} = 6,80$ (*)

Les astérisques indiquent le nombre d'hectares maximum qui peut être inclus dans le plan de production. Nous voyons que 10 ha peuvent être consacrés à *D* du point de vue des limitations de surface (voir colonne 3). En ce qui concerne les heures disponibles dans la période de pointe du printemps  $\frac{1\ 200}{100} = 12$  ha peuvent être consacrés à cette culture. En ce qui concerne les heures de l'automne  $\frac{1\ 700}{250} = 6,80$  ha seulement peuvent y être consacrés (donc un astérisque en face de 6,80 dans la colonne 7).

On peut alors chercher la solution d'après le programme planning. On établit d'abord un plan I, en partant par exemple de l'ordre des marges brutes de la colonne 2. Pour commencer, on insère dans ce plan I le plus possible d'hectares de *C*, c'est-à-dire 3. Ces 3 hectares de culture demandent, en plus du sol,  $3 \times 200 = 600$  heures au printemps et  $3 \times 100 = 300$  heures en automne. Il nous reste donc :

$$10 - 3 = 7 \text{ ha;}$$

$$1\ 200 - 600 = 600 \text{ heures de printemps;}$$

$$1\ 700 - 300 = 1\ 400 \text{ heures d'automne.}$$

Ces données seront inscrites dans le schéma indiqué plus bas (tableau n° 4).

Nous disposons maintenant d'un plan I :

$$3 \text{ ha de } C + 5 \text{ ha de } D + 1 \text{ ha de } A$$

donnant un résultat de 3 850 florins. D'après ce plan, il reste encore 1 hectare et 50 heures de travail de printemps inutilisés.

On peut maintenant établir un plan II, exactement de la même manière mais on y enregistre les cultures d'après l'ordre des indices de la colonne 4 du tableau n° 3 (donc d'après l'intérêt des cultures en ce qui concerne la marge brute par heure de la période de pointe du printemps), c'est-à-dire d'abord la culture *A*, puis la culture *D*, etc.

On établit ensuite un plan III et l'on y inscrit les cultures d'après l'ordre des indices de la colonne 6 du tableau n° 3, c'est-à-dire d'après l'intérêt des cultures en ce qui concerne leur marge brute par heure de travail dans la période de pointe d'automne.

S'il y a un plan meilleur que les autres en ce qui concerne le résultat global, on l'améliore, c'est-à-dire qu'on essaye de l'améliorer point par point de manière à accroître encore la marge brute globale.

Supposons que le plan I soit le meilleur. Comment peut-on l'améliorer encore ? Nous pourrions examiner s'il y a un genre de culture qui ne demande pas de travail en automne pour en ajouter un hectare au plan. Il apparaît qu'une telle culture n'existe pas. Examinons alors si les rendements par heure de travail d'un genre de production du plan ne sont pas plus élevés que ceux d'un autre. Nous voyons dans le tableau n° 3 que les heures consacrées à la culture *A* rapportent plus que les heures de *D*. Par conséquent, nous réduisons quelque peu la culture *D* et nous développons d'autant la culture *A*. Essayons par exemple le plan suivant :

$$3 \text{ ha de } C + 4 \text{ ha de } D + 3 \text{ ha de } A.$$

Ce plan a effectivement un résultat supérieur à celui du plan I, mais il n'est pas tout à fait réalisable à cause du nombre d'heures d'automne disponibles. Adaptons-le de manière à le rendre réalisable et essayons finalement encore d'autres substitutions. Nous nous efforçons ainsi de nous rapprocher de plus en plus de l'optimum. Pas plus qu'avec la solution budgétaire, nous ne sommes jamais tout à fait sûrs de l'avoir atteint.

#### 4. LA SOLUTION PAR LA PROGRAMMATION LINÉAIRE

Le point faible des solutions précédentes est qu'on essaie la plupart du temps d'améliorer un plan par une suite de calculs, en remplaçant une quantité déterminée d'un processus de production par une quantité déterminée d'un autre, et d'un seul autre. Par la programmation linéaire, dans laquelle on arrive aussi pas à pas au plan qui donne la marge brute prévisionnelle la plus élevée chaque phase, c'est-à-dire l'insertion d'un volume déterminé de production (processus) correspond à une réduction déterminée de volumes de plusieurs autres. Toutes les limitations sont prises strictement en considération et, de plus, on a toujours la certitude que la substitution conduit à un plan donnant une marge brute supérieure.

Pour la méthode de calcul à appliquer, nous renvoyons aux nombreux ouvrages sur ces questions, sur la méthode du simplexe, par exemple. Cette méthode conduit avec certitude au plan ayant la marge brute la plus élevée (1).

Pour les modèles compliqués, la solution sera établie à l'aide d'une calculatrice électronique.

Il est intéressant de faire établir l'ensemble du tableau final simplexe par la calculatrice. En effet, on n'y trouve pas seulement tout le plan optimum, mais, en même temps, d'autres renseignements très importants. Ainsi le tableau final indique, entre autres, le niveau d'utilisation des moyens limités, le montant dont la marge brute d'une certaine spéculation doit être modifiée pour que cette spéculation soit éliminée du plan de production, etc. Nous reviendrons au chapitre IV sur l'importance de cette question.

L'utilisation de la méthode du simplexe devrait mener dans notre exemple à la solution optimale suivante : 3,5 ha de *A* + 3 ha de *C* + 3,5 ha de *D* avec une marge brute de 4 125 florins. Les surfaces obtenues doivent naturellement être arrondies pour être utilisables en pratique.

(1) Voir p. ex. : S.I. Gass : « Linear programming, methods and applications » — New York, 1958.

E.O. Heady et W. Candler : « Linear programming methods » — Iowa State University Press, 1958.

TABLEAU n° 4

Plan I établi sur la base des indices de classement (tableau n° 3)	Nombre d'ha	Marge brute par ha	Marge brute globale	Surface disponible : 10 ha		Heures de travail disponibles au printemps : 1 200		Heures de travail disponibles en automne : 1 700	
				néces- saire	reste	néces- saire	reste	néces- saire	reste
<i>Culture C</i>	3	500	1 500	3 × 1 <hr/> 3	10 - 3 <hr/> 7	200 × 3 <hr/> 600	1 200 - 600 <hr/> 600	100 × 3 <hr/> 300	1 700 - 300 <hr/> 1 400
<p>Ensuite, culture venant en second dans l'ordre des indices de classement c'est-à-dire <i>D</i> (colonne 2 du tableau n° 3).</p> <p>En ce qui concerne la surface, 7 ha restent disponibles pour <i>D</i> dans le plan.</p> <p>En ce qui concerne les heures de printemps, il en reste pour  <math>\frac{600}{100} = 6</math> ha de <i>D</i></p> <p>Il reste, des heures d'automne pour  <math>\frac{1\ 400}{250} = 5,6</math> ha de <i>D</i></p> <p>En arrondissant à 5 ha en prévision d'adaptations ultérieures, on obtient, dans ce plan I :</p>									
<i>Culture D</i>	5	400	2 000	1 × 5 <hr/> 5	7 - 5 <hr/> 2	100 × 5 <hr/> 500	600 - 500 <hr/> 100	250 × 5 <hr/> 1 250	1 400 - 1 250 <hr/> 150
<p>Ensuite, culture <i>A</i> avec l'indice de classement 3</p> <p>D'après les heures d'automne, on ne peut en mettre qu'un ha dans le plan, d'où :</p>									
<i>Culture A</i>	1	350	350	1 × 1 <hr/> 1	2 - 1 <hr/> 1	50 × 1 <hr/> 50	100 - 50 <hr/> 50	150 × 1 <hr/> 150	150 - 150 <hr/> 0
			<b>3 850</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>150</b>	<b>0</b>

## LES MODÈLES DESCRIPTIFS

Le présent chapitre est consacré aux traits essentiels de deux modèles descriptifs usités. Nous traiterons :

- des modèles de fonctions de production,
- des modèles d'analyse factorielle.

Signalons qu'il s'agit de modèles fondés sur les données réelles relevées dans des groupes d'exploitations agricoles.

Les modèles visent à fixer, sous une forme mathématique, certains aspects de la réalité et c'est pour cette raison que nous les avons qualifiés de descriptifs. Il va de soi en outre que ces modèles descriptifs entrent dans le domaine de l'étude que nous avons appelée « positive » dans l'introduction.

Ces remarques faites, on peut voir une différence entre les modèles normatifs décrits au chapitre précédent et les modèles descriptifs en ce qui concerne les données de base nécessaires. C'est ainsi que l'on peut par exemple faire entrer dans les modèles normatifs des éléments entièrement neufs comme de nouvelles techniques ou de nouveaux processus qui ne sont pas nécessairement utilisés dans les exploitations auxquelles ils s'appliquent. On peut pour cela utiliser des données recueillies en dehors des exploitations en question.

Pour les modèles descriptifs considérés, cela est impossible et il est toujours nécessaire de disposer pour les construire de données comptables d'enquêtes ou d'autres données d'observation mesurées directement dans les exploitations auxquelles ils s'appliquent.

### 1. LES MODÈLES DE FONCTIONS DE PRODUCTION

Compte tenu des limites de nos recherches, nous ne traiterons que des fonctions de production établies d'après les données relatives à des groupes d'entreprises plus ou moins homogènes. Une telle fonction exprime la relation entre la quantité donnée de facteurs de production et la quantité du produit final, cette relation étant valable grosso modo pour un groupe plus ou moins homogène d'entreprises.

D'une manière générale, la relation s'écrit symboliquement sous la forme  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,  $y$  étant la quantité du produit final obtenue à l'aide des quantités  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  des facteurs de production.

La variable  $y$  consiste habituellement en un agrégat de produits (le plus souvent exprimés en unités monétaires) et les variables indépendantes  $x_1$  à  $x_n$  sont le plus souvent des quantités de groupes plus ou moins fortement agrégés de facteurs de production (p. ex. engrais chimiques et semences, généralement exprimés en unités monétaires, aliments du bétail exprimés en unités monétaires, travail exprimé p. ex. en journées d'unité-travailleur ou en unités monétaires, terre exprimée p. ex. en unités de surface, bâtiments exprimés p. ex. en unités de volume, etc.). Dans ce domaine, il importe de noter qu'on sera porté à agréger des facteurs de production fortement complémentaires. C'est ainsi qu'on aura tendance à considérer par exemple un tracteur et ses instruments accessoires comme un tout. On sera de même enclin à agréger des facteurs de production qui se remplacent facilement (p. ex. différentes sortes de travail).

En procédant ainsi, il sera possible d'analyser les problèmes essentiels de la production agricole; en effet, lors du choix des facteurs de production, il n'y aura généralement pas de difficultés s'il s'agit de la combinaison de facteurs de production complémentaires; il en sera de même en ce qui concerne la combinaison de substituts.

Les problèmes véritablement difficiles de combinaison de facteurs surgissent, pour les facteurs de production qui ne sont ni parfaitement substituables, ni parfaitement complémentaires <sup>(1)</sup>.

La théorie économique ne donne encore qu'une idée insuffisante de la forme spécifique de la fonction. Une fonction fort utilisée dans nombres de recherches économiques est celle de Cobb-Douglas :

$$y = a x_1^{b_1} x_2^{b_2} \dots x_n^{b_n}$$

En règle générale, c'est la méthode des moindres carrés qui est appliquée pour l'estimation des coefficients de régression.

Cette fonction peut encore s'écrire comme suit :

$$\log y = \log a + b_1 \log x_1 + b_2 \log x_2 + \dots + b_n \log x_n$$

Il en résulte clairement que les constantes  $b_i$  représentent les élasticités de la quantité produite par rapport aux facteurs de production de  $i$  à  $n$ , ce qu'il faut interpréter ainsi : « lorsque les quantités des

<sup>(1)</sup> Glenn L. Johnson : « Classification and accounting problems in fitting production functions to farm record and survey data » dans « Resource productivity, returns to scale and farm size », — Iowa U.S.A., p. 90-91.

autres facteurs de production restent constantes et que la quantité  $x_i$  augmente de 1 %, la quantité du produit final obtenue augmente d'environ  $b_i$  %.

La somme des élasticités  $B = b_1 + b_2 + \dots + b_n$  est importante pour déterminer la mesure dans laquelle on a à faire, pour les entreprises auxquelles la fonction est empruntée, à des «increasing» «decreasing» ou «constant returns to scale». Lorsque  $B = 1$ , on a une situation où, en cas de concurrence parfaite, petites et grandes entreprises sont également rentables («constant returns to scale»); une augmentation d'input de  $p$  % pour tous les moyens de production donne alors aussi  $p$  % de production supplémentaire. Si  $B > 1$ , une augmentation d'input de  $p$  % donne une augmentation de la production de plus de  $p$  %; en ce cas des unités de production plus grandes sont favorables.  $B < 1$  correspond à une situation inverse.

Il est clair que, contrairement aux fonctions de production biologique et aux modèles normatifs décrits précédemment, les fonctions de production de l'entre-

prise envisagées se prêtent mal à l'élaboration de recommandations spécifiques pour la mise en œuvre de facteurs de production déterminés. Ces fonctions de production peuvent néanmoins contribuer utilement à la solution d'une série de problèmes.

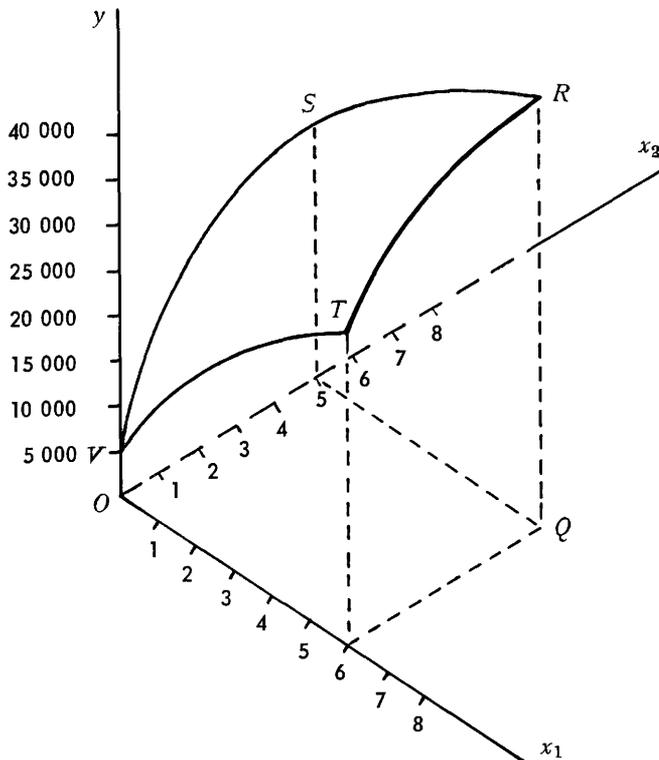
Pour plus de clarté, nous exposerons les grandes lignes de la théorie nécessaires à une bonne compréhension des possibilités de l'instrument d'analyse en question. Leur connaissance nous permettra aussi d'éviter certaines erreurs dans ces analyses.

#### FONDEMENT THÉORIQUE

La relation entre les variables que nous introduisons, quantité de production ( $y$ ) d'une part, et quantités de facteurs de production  $x_1$  à  $x_n$  d'autre part, peut, au cas où n'interviendraient que deux sortes de facteurs de production, être représentée graphiquement sous forme d'un plan dit de production (fig. n° 1).

FIGURE n° 1

Quantité de production ( $y$ ) en fonction de s quantités de deux sortes de facteurs de production ( $x_1$  et  $x_2$ )



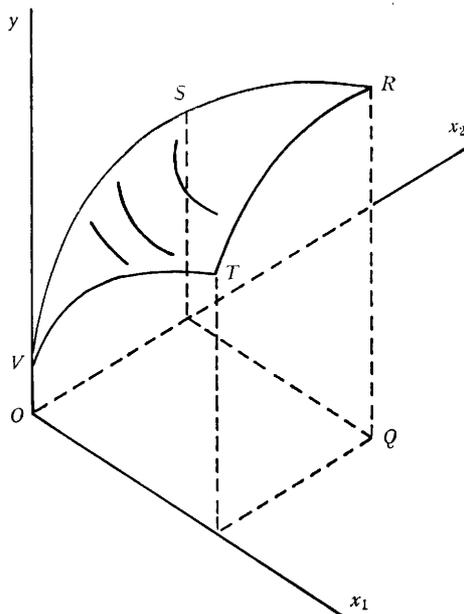
( $QR$  est la production  $y$  en cas d'utilisation de 6 unités de  $x_1$  et de 5 unités de  $x_2$ )

Cette figure permet de voir une partie du plan de production qui indique, tant en direction de  $x_1$ , qu'en direction de  $x_2$ , les éléments d'une production supplémentaire décroissante.

En raison de cette courbure du plan VTRS, des courbes de niveau (des lignes de hauteur constante) tracées sur le plan VTRS, présenteraient la forme indiquée dans la figure suivante (fig. n° 2).

FIGURE n° 2

Courbes de niveau dans le plan VTRS

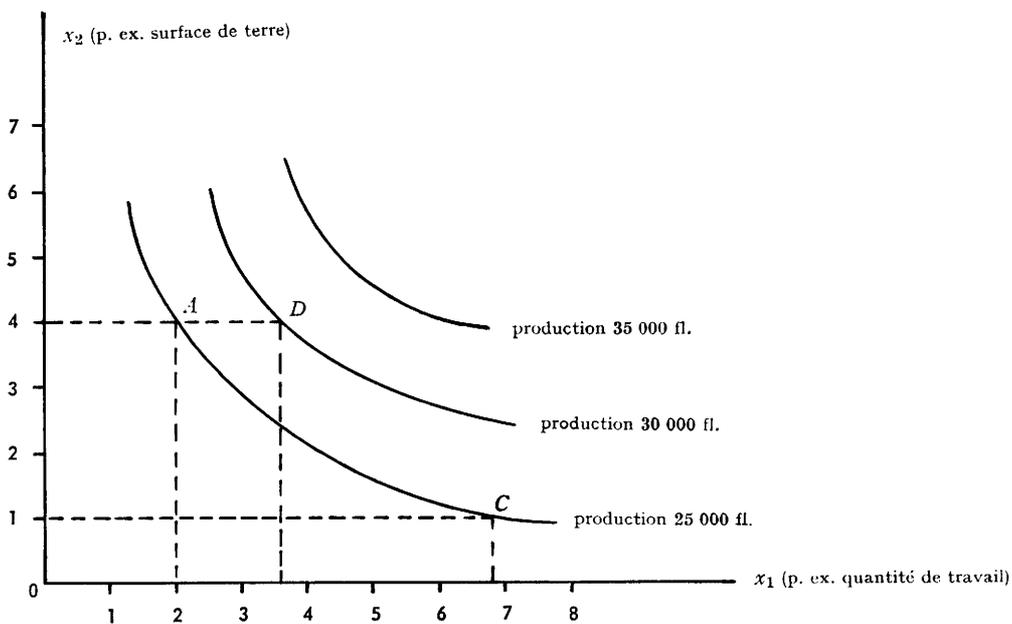


La projection de ces courbes sur le plan  $O x_1 x_2$  donne une figure qui montre clairement les résultats qu'on peut atteindre avec une bonne connaissance

de la forme du plan de production (voir fig. n° 3; les projections sont appelées courbes d'isoproduit).

FIGURE n° 3

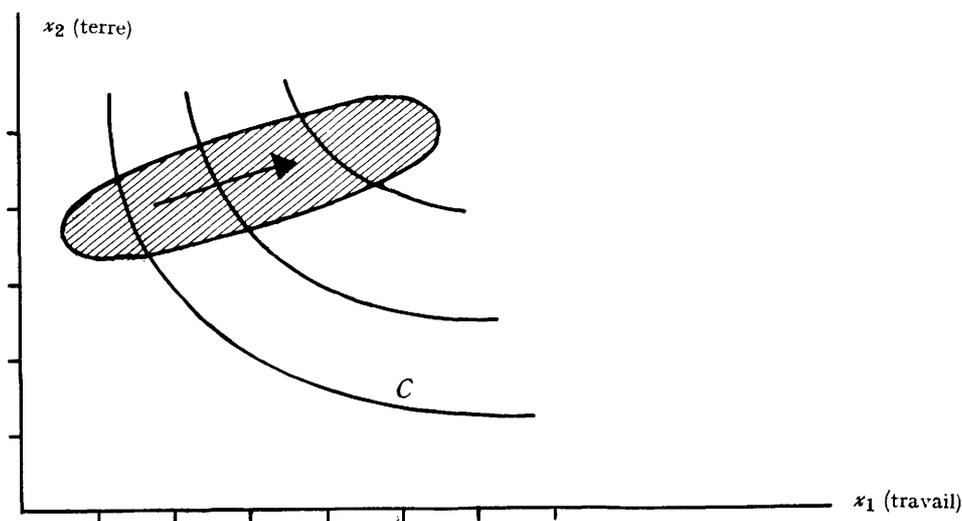
Courbes d'isoproduit



Les points situés sur les courbes d'isoproduit correspondent aux combinaisons des facteurs de production qui donnent une même quantité de produits (c'est ainsi que le point *A* indique qu'il est possible d'atteindre une production de 25 000 florins en utilisant 4 unités d'un moyen de production et 2 de l'autre; il est toutefois possible — voir point *C* — de l'obtenir en utilisant une unité d'un moyen de production et environ 7 de l'autre).

Cette connaissance des rapports techniques input-output permet tout d'abord de contrôler si le *rapport* suivant lequel les agriculteurs combinent leurs moyens de production pour un prix donné de ceux-ci est juste. Si  $x_2$  représente la surface de terre et  $x_1$  la quantité de travail, il est clair que pour des prix relativement bas des terres, seules les exploitations qui se situent dans la partie hachurée de la figure 4 ci-dessous présentent une combinaison de facteurs satisfaisante.

FIGURE n° 4



Pour des exploitations se situant dans les environs de *C*, on conclura immédiatement sur la base des rapports input-output obtenus (à partir de la fonction de production) et de la relation de prix donnée entre terre et travail, que ces exploitations présentent une relation main-d'œuvre — surface bien trop étroite.

On peut aussi se prononcer au sujet du volume optimum de l'ensemble des moyens de production. C'est ainsi qu'il est clair que, dans la situation considérée, si le prix de la production est relativement élevé et (ou) le prix des terres et les salaires relativement bas, les exploitations doivent non seulement se situer dans la partie hachurée, mais aussi s'organiser dans le sens qu'indique la flèche de la figure n° 4.

Pour savoir dans quelle mesure, il faut aller dans la direction indiquée, il faut — comme on le sait —

comparer produit marginal et coût marginal. Pour les points du plan de production, il est évident que les productivités marginales peuvent être estimées au moyen du graphique de la figure n° 3. Lorsqu'on va du point *A* vers le point *D*, on constate une production supplémentaire de 5 000 florins qui résulte d'un input de travail d'environ  $1\frac{1}{2}$  unité supplémentaire. Cela signifie qu'au point *A*, le produit marginal (ou la productivité marginale) du travail s'élève à environ  $\frac{5\,000}{1,5} = 3\,333$  florins. Si le coût de l'unité de travail supplémentaire reste en-dessous de ce montant (c'est-à-dire le coût marginal du travail) on devra conclure qu'au point *A* l'input de travail n'est pas optimum.

Il va de soi que le calcul de tous ces éléments est aisé lorsque la formule algébrique de la fonction de production est connue.

## APPLICATION DE LA MÉTHODE

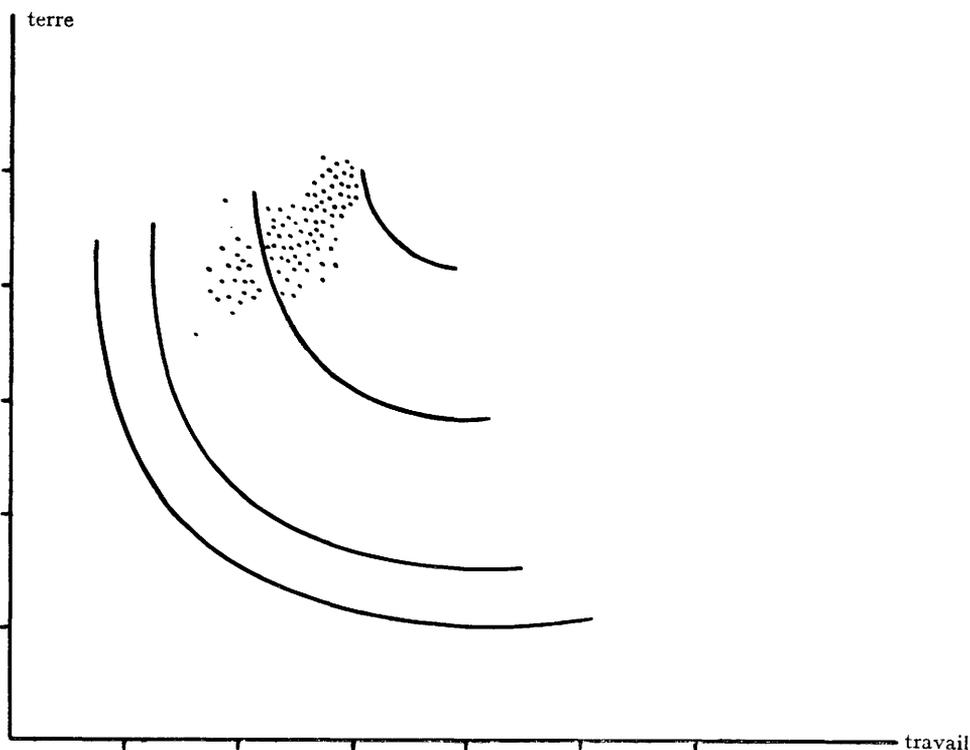
A l'aide de ces notions, il nous sera également possible d'indiquer les difficultés qui peuvent surgir à l'occasion de l'analyse de la fonction de production. Il est tout d'abord clair que les données empruntées à de bonnes exploitations à peu près de même grandeur, sont peu utilisables. Ces exploitations se trouvent presque toutes au voisinage de l'optimum économique, ce qui signifie que le nuage de points représentant les données empiriques est tellement concentré autour du point optimum que la déter-

mination des courbes du plan de production devient impossible. Par analogie avec la figure n° 4, on obtient la figure n° 5 ci-après.

Il est évident que les estimations des coefficients de régression  $b_i$  obtenus à partir d'un tel nuage de points sont tout à fait sujettes à caution et, partant, les produits marginaux des facteurs de production aussi.

Si l'on procède à un choix au hasard dans une strate déterminée contenant de petites et de grandes exploi-

FIGURE n° 5



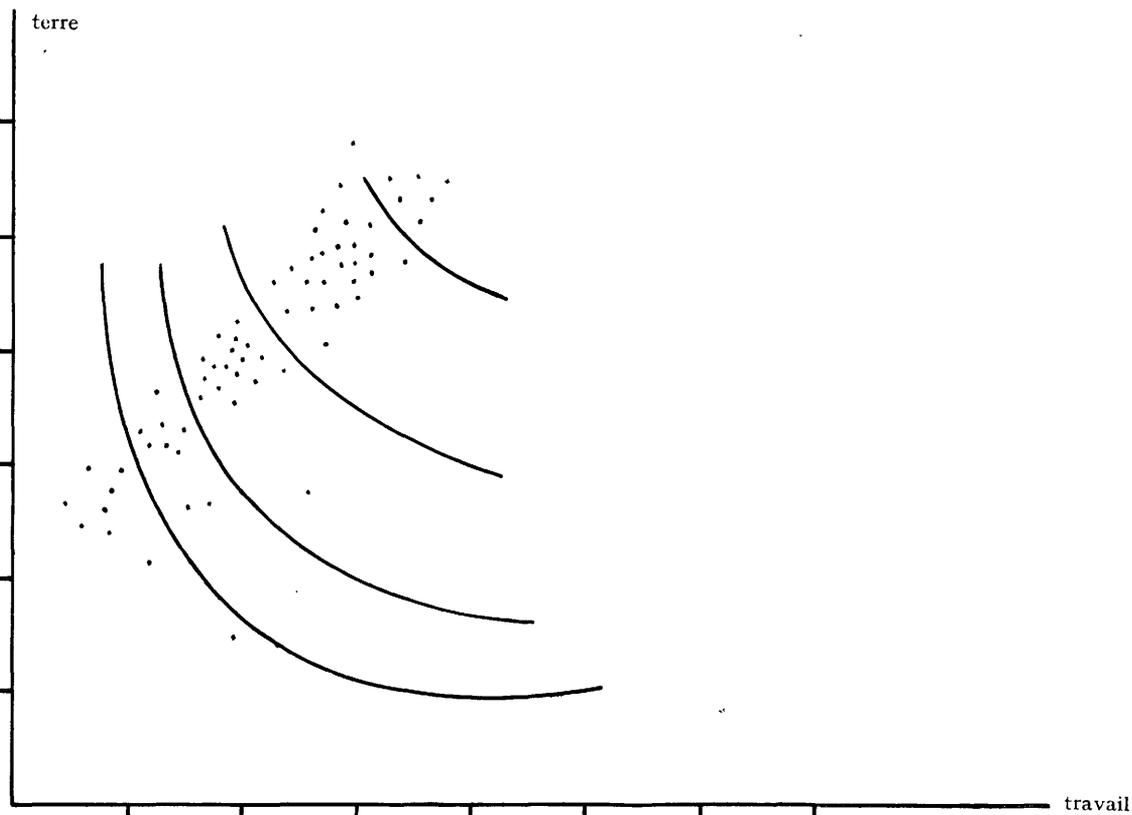
tations, les difficultés peuvent s'avérer encore insurmontables. Il est très possible en effet, que la plupart des exploitations soient près de l'optimum pour ce qui est des *relations entre facteurs de production* (exprimées en quantité). La situation est alors celle représentée à la figure n° 6.

Quoique la dispersion des observations soit légèrement plus grande que pour la figure n° 5, ce qui rend l'estimation des coefficients de régression un peu plus sûre, il subsiste néanmoins une corrélation trop élevée entre les quantités de facteurs de production (p. ex. entre  $x_1$  et  $x_2$ ). Ce phénomène de multicol-

linéarité restreint largement la validité des coefficients de régression et nuit de ce fait à l'estimation des productivités marginales.

De ces considérations découlent quelques principes importants : premièrement, en cas de trop forte multicollinéarité, on doit renoncer à parvenir, avec une seule équation de régression à une estimation sûre des coefficients de régression. Dans ce cas, on a en fait un groupe de variables dont les variations ne peuvent être traduites par une équation de régression et doivent faire l'objet d'un système d'équations.

FIGURE n° 6



Deuxièmement, il importe de rechercher une forme d'échantillonnage où les corrélations entre quantités de facteurs soient réduites au minimum et où les variances des quantités de facteurs soient aussi grandes que possible. Sur ce point, il faut peut-être renoncer à l'échantillonnage au hasard (1).

L'examen de nombreux autres problèmes qui se posent à propos des fonctions de production nous entraînerait hors du cadre de ce rapport. Bornons-nous à signaler que, pour les besoins de l'analyse d'exploitations qui réunissent plusieurs branches de production, on peut être rapidement amené à établir plus d'une équation de régression. De difficiles problèmes d'estimation se posent alors. Abstraction faite de ce cas, il reste à savoir s'il n'est pas nécessaire à certaines fins, d'estimer les coefficients de régression de la fonction de production dans un système d'équations. Nous ne pouvons pas non plus insister sur ce point dans ce rapport. Nous nous contenterons de signaler que la méthode dite des « équations simultanées » a trouvé peu d'applications dans ce domaine. La méthode de l'analyse factorielle, qui y est apparentée, a été davantage utilisée. Nous y reviendrons dans un autre paragraphe.

(1) Voir Glenn L. Johnson, *op. cit.*, p. 94-96.

Nous résumerons maintenant l'usage qui est fait en général des fonctions de production examinées ci-dessus :

a) *Calcul de la productivité des facteurs de production dans des groupes homogènes d'exploitations.*

Dans ce cas, les fonctions ne sont pas seulement employées pour mesurer les productivités marginales des différents moyens de production, mais aussi pour faire un diagnostic sur la rentabilité de l'emploi des moyens dans le groupe d'exploitations considéré. Les productivités respectives du capital et du travail calculées à l'aide de la fonction sont comparées aux coûts d'opportunité de ces facteurs. Cette comparaison indique dans quelle mesure les entreprises sont éloignées de l'emploi optimum du travail et du capital. On peut en tirer des recommandations générales sur l'opportunité d'introduire des ressources auxiliaires à des niveaux plus ou moins élevés.

b) *Comparaison de la productivité des facteurs de production dans différents groupes d'exploitations.*

Les fonctions de production permettent aussi d'établir des comparaisons interzonales au sujet de la productivité des facteurs de production utilisés dans l'agriculture. De cette manière, on peut obtenir des

indications sur les domaines où des investissements déterminés de capitaux peuvent être le mieux utilisés et, par exemple, sur les domaines dans lesquels on doit encourager une plus grande mobilité de la main-d'œuvre.

c) *Comparaison entre la productivité des facteurs de production dans des groupes d'exploitations de types différents.*

On peut également examiner l'intérêt économique des différents types d'exploitation (p. ex. différents systèmes de baux). A cet effet, les fonctions de production sont établies sur la base de groupes homogènes d'exploitations qui diffèrent par le type d'exploitation.

d) *Etablissement des fonctions du coût et des fonctions de l'offre pour des produits déterminés.*

Bien qu'elles soient rarement utilisées à cette fin, les fonctions de production peuvent être utilisées pour établir des intégrales des coûts et des fonctions de l'offre (c'est-à-dire les relations entre les quantités offertes de produits déterminés et les prix de ces produits).

D'une manière similaire, on pourrait établir les fonctions de la demande de facteurs de production.

## 2. LES MODÈLES D'ANALYSE FACTORIELLE

Les fonctions de production dont traite le paragraphe précédent ne donnent qu'un aperçu très limité du fonctionnement de l'entreprise dans un groupe d'entreprises. Il faut se demander si les liaisons, même celles que l'on essaie de déterminer entre ce petit groupe de variables dans les modèles examinés plus haut, peuvent être exprimées de manière adéquate par une seule fonction. En cas de corrélation élevée, par exemple entre un certain nombre de facteurs d'input, nous devons développer les fonctions de production mentionnées plus haut en modèles comportant plus d'une équation afin d'arriver à un modèle économétrique valable.

La pratique de la recherche empirique d'économie d'entreprise a montré de même que, par exemple, des comparaisons simples entre des exploitations ne donnent pas une réponse satisfaisante quant aux causes des grandes dispersions que l'on rencontre encore trop souvent dans les résultats d'exploitations apparemment similaires; les interdépendances le plus souvent compliquées entre les variables nécessitent, de la part du chercheur, l'application de méthodes plus élaborées.

De même qu'il faut disposer d'un système d'équations pour une description quantitative appropriée de l'économie en général, il faut le plus souvent aussi, pour obtenir une description quantitative adéquate d'un type déterminé d'exploitation, construire un modèle économétrique qui indique quantitativement quelles sont les forces qui influent sur les variables les plus importantes et de quelle manière elles agissent.

On peut ainsi s'efforcer, suivant la méthode économétrique traditionnelle, d'«enserrer» le mouvement des variables dans un système d'équations de régression. On peut aussi essayer de donner une description et une explication valables du type d'entreprise par l'analyse factorielle. Dans la mesure où il existe des corrélations relativement élevées entre des groupes de variables, l'analyse factorielle offre beaucoup plus d'avantages que l'analyse par régression.

Des corrélations élevées entre les groupes de variables impliquent notamment l'action de forces principales qui entraînent des groupes entiers de variables selon un schéma déterminé.

Le but de l'analyse factorielle est de dégager ces forces principales. La méthode étant peu connue et compliquée, nous serons obligés d'en donner un exemple qui sera d'ailleurs très schématique et tout à fait fictif.

### EXEMPLE D'ANALYSE FACTORIELLE

Étant donné  $N$  entreprises qui livrent un certain produit à un centre urbain  $X$ , nous relevons un certain nombre de variables pour chaque entreprise. Supposons que ces variables, évaluées en unités qu'il n'est pas besoin de préciser ici soient : la production brute annuelle ( $P$ ), l'importance des biens de production ( $B$ ), la distance au centre ( $D$ ), l'ancienneté des entreprises ( $A$ ), le taux de mécanisation ( $M$ ) évalués en capital par ouvrier, le taux de salaire ( $s$ ) et le prix moyen pratiqué pour le produit livré ( $p$ ). Les variables fictives indiquées ici, évaluées en écart par rapport à leur moyenne, sont partiellement reproduites dans le tableau n° 5.

Nous avons construit le tableau n° 5 de manière à montrer clairement que deux influences différentes agissent dans chacune des entreprises (<sup>1</sup>).

L'une fait, par exemple, que les lignes  $P$  et  $B$  sont mutuellement dépendantes; la ligne  $P$  est égale à deux fois la ligne  $B$ . La seconde fait que les lignes  $M$  et  $p$  sont mutuellement dépendantes; la ligne  $p$  est égale à  $-2$  fois la ligne  $M$ . Notre exemple est ainsi établi que les lignes  $M$  et  $p$  sont perpendiculaires aux lignes  $P$ ,  $B$ ,  $D$ ,  $A$  et  $s$ ; on a ainsi, par exemple,  $M \times D = (+3)(+1) + (0,75)(-4) + (0)(-3) = 0$ .

(<sup>1</sup>) Le lecteur familiarisé avec le calcul matriciel verra aisément que, dans notre exemple, la matrice est de rang 2.

TABLEAU n° 5

Variables	Numéro de l'entreprise					
	I	II	III	IV	N-1	N
<i>P</i>	- 0,8	+ 3,2	+ 2,4	..	..	..
<i>B</i>	- 0,4	+ 1,6	+ 1,2	..	..	..
<i>D</i>	+ 1	- 4	- 3	..	..	..
<i>A</i>	- 0,7	+ 2,8	+ 2,1	..	..	..
<i>M</i>	+ 3	+ 0,75	0	..	..	..
<i>s</i>	- 0,5	+ 2	+ 1,5	..	..	..
<i>p</i>	- 6	- 1,5	0	..	..	..

Nous admettons que les rapports exposés ici valent aussi pour les parties de lignes du tableau qui ne figurent pas ici. L'orthogonalité mentionnée ci-dessus signifie que les variables correspondantes ne sont pas en corrélation.

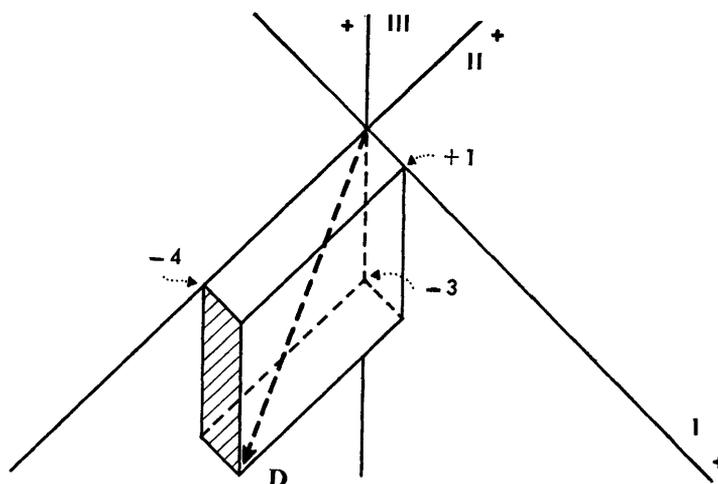
Montrons maintenant dans une figure la nature des rapports. Comme nous voulons maintenir la figure dans un espace à trois dimensions, nous n'utiliserons que les données relatives aux trois premières entreprises. Nous désignons par I, II et III, les trois axes perpendiculaires (selon le numéro des entreprises).

Dans cet espace, les sept lignes de trois nombres en regard de *P*, *B*, *D*, *A*, *M*, *s* et *p* peuvent être représentées par des segments orientés (les sept vecteurs **P**, **B**, **D**, **A**, **M**, **s**, **p**) <sup>(1)</sup>. Ainsi la position du vecteur **D** dans l'espace tridimensionnel peut être représentée de la manière suivante :

(1) Un vecteur, c'est-à-dire un segment d'une certaine longueur et d'un certain sens, est indiqué par une lettre grasse.

FIGURE n° 7

Position du vecteur **D** d'après le tableau n° 5



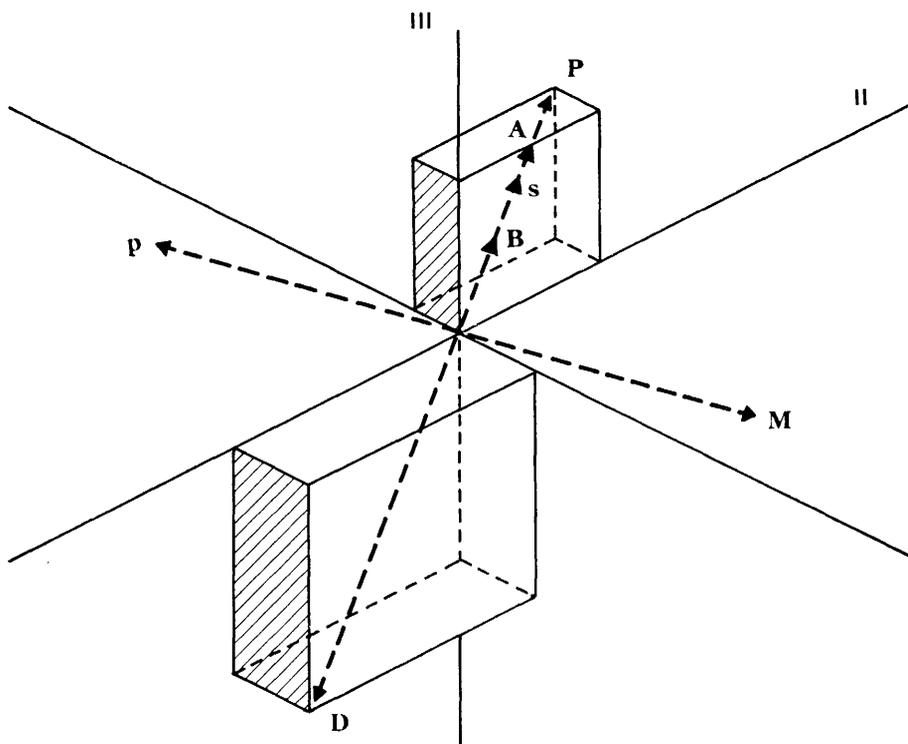
Ici, les composantes du vecteur **D** sont respectivement + 1, - 4 et - 3.

Si les autres vecteurs sont dessinés, ou portés sur une représentation en fil de fer, on remarque que, dans notre exemple, les vecteurs  $\mathbf{P}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{A}$ , et  $\mathbf{s}$  se placent exactement dans le prolongement du vecteur  $\mathbf{D}$ , tandis que les vecteurs  $\mathbf{M}$  et  $\mathbf{p}$  se placent dans le plan déterminé par les axes de référence I et II, perpendiculairement au vecteur  $\mathbf{D}$  (et par conséquent perpendiculairement aux vecteurs  $\mathbf{P}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{A}$  et  $\mathbf{s}$ ). Notre figure prendra donc à peu près la forme représentée au graphique n° 8.

Par analogie avec cette figure, on peut aussi parler — et cela apparaîtra clairement tout à l'heure — d'une représentation vectorielle des données d'un tableau complètement rempli à  $N$  colonnes et 7 lignes dans un espace déterminé par  $N$  axes rectangulaires I, II, ...  $N$ . A propos de cette figure imaginaire, on dit aussi que les vecteurs  $\mathbf{P}$  et  $\mathbf{B}$ , par exemple, ont le même sens et que le vecteur  $\mathbf{M}$  est perpendiculaire aux vecteurs  $\mathbf{D}$ , c'est-à-dire qu'on utilise les mêmes termes que pour des figures à trois dimensions.

FIGURE n° 8

Position des vecteurs  $\mathbf{D}$ ,  $\mathbf{P}$ ,  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{M}$ ,  $\mathbf{s}$  et  $\mathbf{p}$  du tableau n° 5



Il vaut mieux ne pas essayer de se représenter la figure formée par les vecteurs dans un espace à  $N$  dimensions. Il suffit de considérer les analogies ainsi : la production ( $P$ ) et l'importance des biens de production ( $B$ ) dépendent fortement l'une de l'autre pour les trois premières entreprises ( $P$  est égal pour chaque entreprise à  $2 \times B$ ) et cela signifie, traduit géométriquement — voir figure n° 8 — que les vecteurs « $\mathbf{P}$  et  $\mathbf{B}$  ont, dans l'espace à trois dimensions, exactement le même sens»; si ce rapport entre  $P$  et  $B$  est valable aussi pour le reste des  $N$  entreprises, on peut dire par analogie que «les vecteurs  $\mathbf{P}$  et  $\mathbf{B}$  ont exactement le même sens dans l'espace à  $N$  dimensions».

Que les vecteurs  $\mathbf{P}$  et  $\mathbf{B}$  aient le même sens indique une corrélation absolument positive, c'est-à-dire, une corrélation égale à  $+1$ , entre les variables «production par an» et «biens de production»; cela sera clair pour le lecteur lorsqu'il se représentera ces grandeurs figurant aux lignes  $P$  et  $B$  du tableau n° 5 comme un nuage de points où ceux-ci représentent les entreprises et les (projections des points sur les) axes, les variables mesurées. En même temps, il sera évident que les positions des vecteurs  $\mathbf{P}$  et  $\mathbf{D}$  expriment une corrélation négative absolue entre les variables «production par an» et «distance au centre». Nous avons déjà montré que les corrélations entre la variable  $M$  et les variables  $P$ ,  $B$ ,  $D$ ,  $A$  et  $s$  sont

nulles. On comprend donc que les corrélations allant de  $+1$  à  $-1$  se traduisent par les angles formés par les vecteurs et allant de  $0^\circ$  à  $180^\circ$ .

Considérons maintenant la figure n° 8 : nous remarquons que toute la figure formée par les vecteurs peut s'inscrire dans un espace à deux dimensions. Cela veut dire que les relations essentielles que nous avons inscrites au tableau n° 5, peuvent être rendues par un simple dessin sur une surface plane.

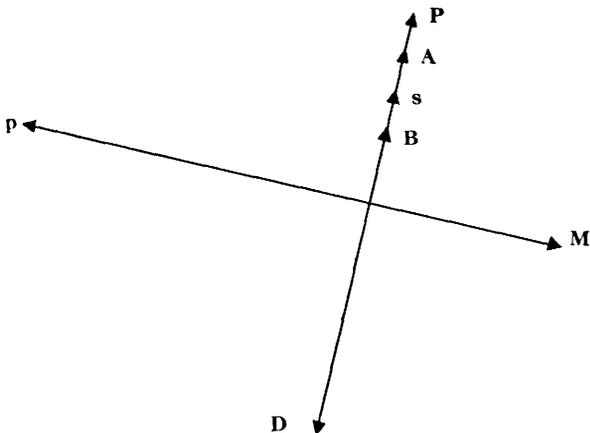
Bien des personnes considèrent comme caractéristique le fait que, dans l'analyse factorielle, nous inscrivions dans un espace ayant le moins de dimension possible les caractéristiques fondamentales d'un grand nombre de données que l'esprit ne peut embrasser et qui doivent toujours être exprimées dans un espace ayant un nombre de dimensions assez élevé <sup>(1)</sup>.

Nous nous efforçons à ce propos de ne pas prendre en considération des écarts accidentels peu importants dans les données. Si, par exemple, le vecteur **B** devait sortir légèrement du plan au milieu des autres vecteurs, nous considérerions néanmoins que la figure formée par les vecteurs est située dans un espace à deux dimensions (le vecteur **B** serait donc projeté dans cet espace et représenté d'une manière un peu plus réduite).

Dessignons maintenant la position des vecteurs de la figure n° 8 dans le plan, il en résultera grosso modo le dessin suivant :

FIGURE n° 9

Situation des vecteurs  
**P, A, B, D, M, s** et **p** dans le plan



<sup>(1)</sup> K.J. Holzinger et H.H. Harman : « Factor analysis, a synthesis of factorial methods » — University Chicago Press, 1941, p. 3-6.

## INTERPRÉTATION DES RELATIONS

Les données empiriques étant groupées d'une manière aussi claire que possible, le moment est venu d'établir une hypothèse qui donne le *sens* des relations que nous avons trouvées. Sans doute, la théorie statistique s'est-elle surtout occupée de la méthode qui consiste à établir une hypothèse et ensuite à rassembler des données empiriques pour la vérifier. Dans la pratique journalière, il arrive souvent aussi que l'on parte de données empiriques pour formuler des hypothèses. A l'aide de l'exemple que nous avons construit, nous montrerons en quoi l'analyse factorielle peut être utile à cet égard.

Moins nous considérons de données empiriques et plus il y a de place pour nos théories. Éliminons *M* et *p* et supposons que nous ne connaissions rien de ces variables; différentes hypothèses seraient alors possibles pour expliquer les relations entre les autres variables.

Nous allons imaginer deux hypothèses qui ne sont pas en contradiction avec les données.

1. Entre les variables « production par an » (*P*) et « distance au centre » (*D*), il y a une forte corrélation négative, dans notre exemple, en exagérant, une corrélation de  $-1$ , qui est vraisemblablement due à la hausse régulière du taux de salaire à mesure qu'on approche du centre (voir la position des vecteurs **P, D** et **s** dans la figure n° 9), un taux de salaire élevé pousse en effet à remplacer le travail par le capital et des investissements importants entraînent le plus souvent une croissance de l'entreprise.

2. Le taux de salaire n'a pas d'influence, mais les entreprises plus éloignées du centre sont de création plus récente et les nouvelles entreprises ont tendance à commencer petit.

Les deux hypothèses peuvent rendre plausible le rapport entre *P* et *D*. Aussi longtemps que nous ne prenons pas d'autres données en considération, elles sont également valables.

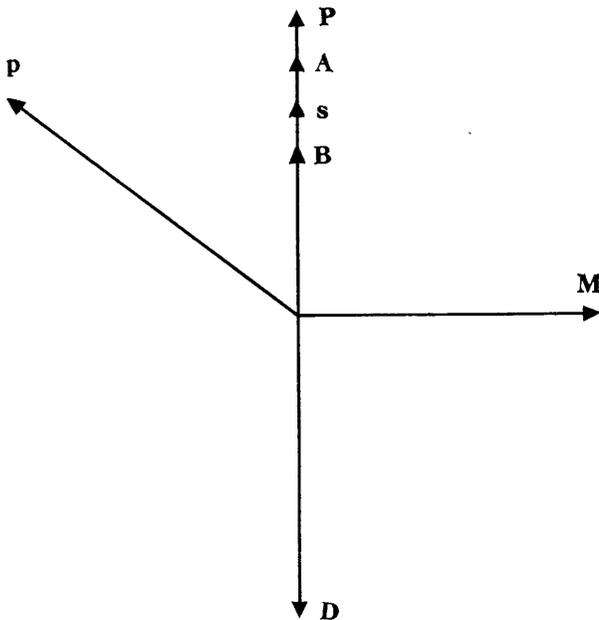
En augmentant le nombre de variables considérées, il est souvent possible d'abandonner certaines théories qui deviennent invraisemblables. En principe, on peut prendre un nombre illimité de variables, et c'est un trait caractéristique de l'analyse factorielle de permettre l'analyse simultanée de beaucoup de variables, ce qui facilite l'établissement et le tri des hypothèses; il est alors plus facile d'interpréter les relations.

Portons donc notre attention sur *M* et *p*. Nous pourrions penser que *M* n'a pas de rapport avec les variables considérées parce qu'il n'est pas en corrélation avec *D, P, A, B* et *s*. Mais c'est précisément cela qui nous fait rejeter la première hypothèse. Celle-ci présentait les différences dans le degré de mécanisation comme la cause occulte de la liaison trouvée, alors que

le degré de mécanisation n'a rien à faire avec  $D$ ,  $B$ ,  $A$ ,  $s$  et  $P$  ( $\mathbf{M}$  perpendiculaire aux vecteurs  $\mathbf{D}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{s}$  et  $\mathbf{P}$ ); la variable  $M$  ne présente qu'une forte corrélation négative avec  $\phi$  (prix du produit).

On peut encore, à propos de  $M$  et de  $\phi$ , formuler l'hypothèse suivante : «les entreprises les plus fortement mécanisées livrent un produit de qualité moindre, ce qui se traduit par un prix de vente plus bas; ce prix n'a pas de rapport avec la distance au centre». Naturellement cette hypothèse complémentaire confirme simplement ce que nous avons introduit dans l'exemple que nous avons construit. Nous avons pris soin que la figure n° 9 ne comprenne que deux axes rectangulaires. Dans la pratique, les figures sont souvent plus compliquées, par exemple, nous trouvons souvent des dispositions semblables à celle de la figure n° 10.

FIGURE n° 10



Une telle disposition indique que le prix du produit ( $\phi$ ) est en corrélation négative avec la distance ( $D$ ) et avec le degré de mécanisation ( $M$ ).

#### REPRÉSENTATION DES RÉSULTATS, QUANTIFICATION

A la figure n° 9, nous trouvons deux axes perpendiculaires qui représentent chacun une partie de la réalité. Nous appelons un tel axe un *axe-aspect* ou, tout simplement, un *aspect*.

Par le mot *aspect*, nous voulons surtout rappeler qu'un seul aspect n'exprime habituellement qu'une partie de la réalité. On ne découvre l'information totale contenue dans un système qu'en observant plusieurs aspects. Un seul aspect contient donc une quantité d'informations que l'on peut qualifier d'information partielle.

Le jugement porté sur ce point est parfois empreint de subjectivité; dans ce cas, le choix de la subdivision en aspects dépend aussi de la «vision» que l'enquêteur avait du système. Supposons par exemple que, dans la figure n° 10, un autre vecteur soit perpendiculaire au vecteur  $\mathbf{p}$  et sur lequel seraient situées quelques variables  $U$ ,  $V$ ,  $W$ . Dans ce cas, il dépendra de l'appréciation de l'enquêteur que les axes-aspects passent par  $\mathbf{M}$  et  $\mathbf{P}$  ou par  $\mathbf{U}$  et  $\mathbf{p}$ . Le terme axe-aspect a également pour objet de faire apparaître cet élément subjectif (1).

Dans un graphique, nous ne pouvons indiquer simultanément que deux, ou le cas échéant, trois axes-aspects. Nous pouvons réunir un plus grand nombre d'aspects dans un tableau des aspects.

Schématiquement le contenu de la figure n° 10 pourrait être représenté comme suit dans un tel tableau :

TABLEAU n° 6

Tableau des aspects

Variables	Aspect distance-ancienneté des entreprises (aspect 1)	Aspect mécanisation-qualité (aspect 2)
$P$	—	.
$B$	—	.
$D$	+	.
$A$	—	.
$M$	.	+
$s$	—	.
$\phi$	—	—

Dans ce tableau des aspects, la première colonne (aspect 1) montre que l'accroissement de la distance au centre ( $D = +$ ) va de pair avec la diminution de l'ancienneté et de la taille des entreprises ( $A$ ,  $P$ , et  $B = -$ ) et avec une diminution du taux de salaire ( $s = -$ ). Les entreprises éloignées reçoivent en même

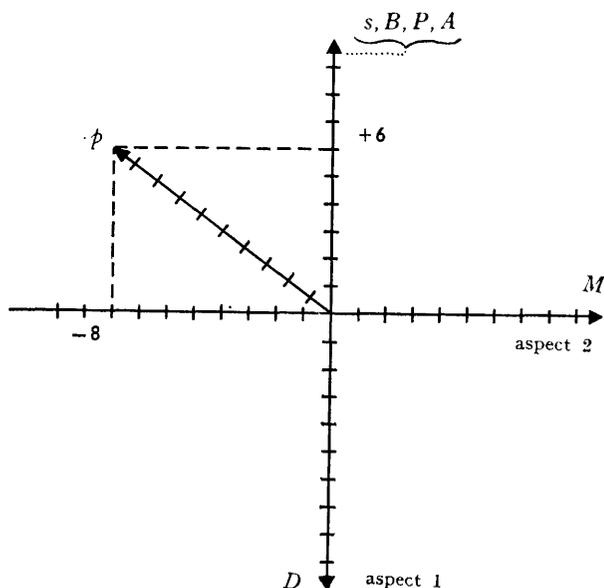
(1) Le terme axe-aspect est dû au professeur G. Hamming. Ce que nous appelons aspect dans ce cas est le plus souvent appelé facteur dans la littérature.

temps un prix plus bas ( $p = -$ ) et cela tient probablement aux frais de transport. Le degré de mécanisation n'a aucune influence ( $M = 0$ ). L'aspect 2 montre qu'avec un degré élevé de mécanisation ( $M = +$ ), un produit est obtenu à un prix bas ( $p = -$ ).

Dans le tableau des aspects, nous ne nous contenterons pas cependant le plus souvent d'indiquer par les signes + ou - le sens des mouvements; il sera en même temps possible de formuler des appréciations quantitatives. Nous examinerons encore sommairement cette question.

La mesure de dispersion d'une variable peut être exprimée, comme on le sait, de différentes manières. Une mesure connue est l'écart-type ( $\sigma$ ); on utilise souvent la variance (carré de l'écart-type  $\sigma^2$ ). L'analyse factorielle indique la mesure dans laquelle la variance d'une variable est en rapport avec tel ou tel aspect; pour un cas comme celui de la figure n° 10, on obtient par exemple l'indication suivante: «la variance de  $p$  (le prix) dépend pour  $x\%$  de l'aspect de mécanisation-qualité». Ces pourcentages (pourcentages de liaison) peuvent être facilement relevés sur des graphiques si les vecteurs dans l'espace à  $N$  dimensions sont tous ramenés à la même longueur (p. ex. 10 cm); cela est possible en mesurant chaque variable à une certaine échelle. Si nous multiplions chaque nombre de la première ligne du tableau n° 5 par  $\frac{10}{\sigma\sqrt{N}}$  où  $\sigma$  représente l'écart-type calculé pour la variable correspondante, le vecteur **D** sera long de 10 unités (p. ex. 10 cm). Si chaque variable était ainsi «normalisée», la figure formée par

FIGURE n° 11

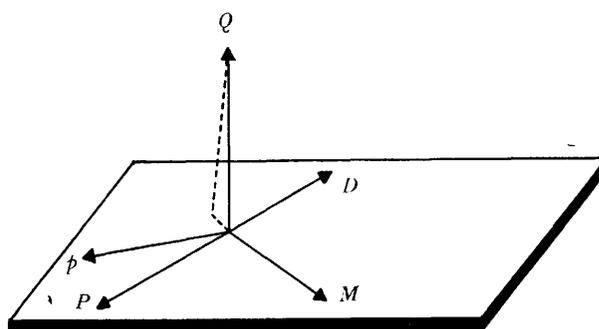


les vecteurs dans l'espace à  $N$  dimensions changerait uniquement en ce sens que tous auraient une même longueur (p. ex. 10 cm); les angles entre les vecteurs restant inchangés. Nous supposons que la figure n° 11 est établie selon la normalisation indiquée ici (et que les vecteurs s'inscrivent toujours exactement dans un espace à deux dimensions).

Sans donner de plus longues explications, disons simplement que, pour une disposition des vecteurs telle que celle de la figure n° 11, on peut formuler le jugement suivant: «La variance de  $p$  (prix du produit final) est liée pour  $8^2 = 64\%$  à l'aspect 2 et pour  $6^2 = 36\%$  à l'aspect 1». Si l'on prend  $D$  et  $M$  comme variables explicatives pour  $p$ , on peut formuler le jugement suivant: «la distance au centre explique  $36\%$  de la variance du prix, le degré de mécanisation  $64\%$ ». De cette manière, nous avons réparti un effet entre deux causes.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, notre exemple théorique est très schématique; la variance totale des variables est entièrement couverte par les deux aspects considérés. Dans les recherches pratiques cependant, les variances totales des variables ne peuvent le plus souvent, être expliquées que d'une manière limitée, du fait, par exemple, d'un certain nombre de variables plus ou moins importantes qui interviennent mais qui restent en dehors de la recherche, d'erreurs de mesure et d'écarts occasionnels, ou de relations non linéaires entre les variables; d'un autre côté, certaines variables introduites dans l'analyse s'avèrent souvent ensuite avoir peu de liens avec les autres. C'est le cas notamment pour la variation  $Q$  représentée par le vecteur **Q** dans la figure tridimensionnelle ci-dessous; les angles faits par le vecteur **Q**, avec les autres vecteurs sont tous d'environ  $90^\circ$ , ce qui signifie qu'il n'y a presque pas de corrélation entre  $Q$  et les variables  $D$ ,  $M$ ,  $P$  et  $p$ .

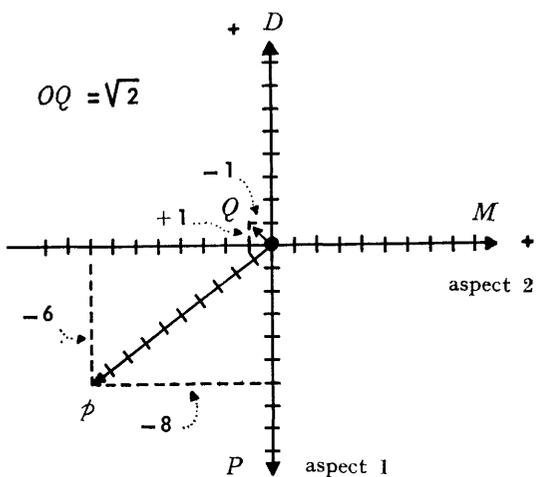
FIGURE n° 12



La variable  $Q$  est donc une variable «isolée»; sa «variance non liée» est grande et elle ne peut pratiquement contribuer en rien à expliquer l'interaction des variables.

Une projection de la figure ci-dessus sur un plan donne à peu près la figure suivante :

FIGURE n° 13



La figure n° 13 montre que seul  $OQ^2 = \sqrt{2^2} = 2\%$  de la variance totale de  $Q$  peut être mis en relation avec les autres variables. Le tableau quantifié des aspects, tiré de la figure n° 13, peut s'écrire ainsi :

TABLEAU n° 7

Variables	Aspect 1	Aspect 2	Somme des liaisons (en %)
	Pourcentage de liaison		
D	9 <sup>2</sup> +	0	81
P	10 <sup>2</sup> -	0	100
M	0	10 <sup>2</sup> +	100
Q	1 <sup>2</sup> +	1 <sup>2</sup> -	2
p	6 <sup>2</sup> -	8 <sup>2</sup> -	100

Signalons enfin que, dans les recherches pratiques, on a le plus souvent à faire à des tableaux d'aspects comprenant plus de deux aspects; en d'autres termes, l'espace des aspects est alors d'une dimension supérieure à deux. Cela rend en général l'étude des aspects plus difficile.

#### EMPLOI DE LA MÉTHODE

Cet exemple montre que la méthode peut permettre de comprendre les rapports mutuels d'un certain nombre de valeurs significatives en économie d'entreprise. Si l'on dispose, par exemple, de comptabilités qui peuvent fournir un certain nombre de valeurs économiques significatives pour chaque exploitation, telles que le revenu par unité-travailleur, le produit des différentes productions par hectare et par catégorie d'animaux, le ratio surface par unité-travailleur, etc., il est possible, à l'aide de l'analyse factorielle, d'examiner quelles variables ont une influence importante sur les revenus des entreprises.

On peut ensuite, avec cette méthode, indiquer quantitativement dans quelle mesure les différences de revenus découlent de telle ou telle cause dans l'exploitation de l'entreprise (p. ex.,  $x\%$  des différences de revenus découlent des inégalités observées dans l'efficacité du travail et  $y\%$  de différences dans le revenu des cultures, etc.). Cela permet de localiser les difficultés et les possibilités des différents types d'entreprise.

Ces renseignements peuvent évidemment être du plus grand intérêt pour diverses questions de politique économique. Si l'on constate par exemple des difficultés dans un domaine déterminé en se basant sur des données comptables, on en cherche souvent les causes à l'aveuglette. On ne sait pas alors si l'on peut améliorer la situation par une vulgarisation agricole intensive ou si des mesures structurelles profondes sont nécessaires. Dans la première hypothèse, on ne sait pas le plus souvent sur quelles activités la vulgarisation doit porter principalement. La méthode peut donc avoir une réelle valeur de diagnostic pour celui qui doit décider et elle est susceptible de fournir des indications pour l'établissement de programmes visant à améliorer des situations déterminées.

## LES MODÈLES DE DÉCISION

Le groupe des modèles analytiques qu'on peut ranger sous le nom de modèles de décision représente une troisième famille à laquelle il convient aussi d'accorder une certaine attention dans le présent rapport.

La mise au point et l'utilisation de cette sorte d'instrument dans les recherches d'économie agricole sont toutes récentes. A notre connaissance, si l'application des modèles de décision à l'analyse des problèmes agricoles pratiques au niveau des exploitations a retenu l'intérêt des chercheurs aux États-Unis, il n'existe pas de travaux à ce sujet dans la littérature européenne spécialisée. Quoique ce type de modèle ne soit pas jusqu'ici un instrument de recherche courant dans les États membres, il importe cependant de s'arrêter à l'examen des caractéristiques structurelles et des domaines d'application possible de ces techniques; leur utilisation peut en effet contribuer à la solution de certains problèmes auxquels les modèles normatifs et descriptifs ne permettent pas de donner une réponse satisfaisante.

Du point de vue du présent rapport, c'est-à-dire du point de vue de la contribution éventuelle des modèles économiques à la définition et à l'appréciation de la politique agricole, les modèles de décision ne peuvent cependant être considérées comme des instruments interchangeables avec les différentes sortes de modèles normatifs et descriptifs examinés plus haut, mais plutôt comme des techniques complémentaires qui pourraient servir à rassembler des informations sur certains points que les autres catégories de modèles ne couvrent pas. Avant de passer à une description sommaire des modèles de décision, il sera bon d'indiquer quelles relations structurelles existent entre les deux groupes examinés précédemment et les modèles de décision.

Les modèles de programmation linéaire n'ont pas seulement un caractère normatif — comme il a été dit précédemment — ils excluent aussi, dans la plupart de leurs applications, tout élément de risque ou d'incertitude. Même si quelques modifications de la technique de programmation traditionnelle permettent de prendre en considération un élément de risque pour certaines variables (<sup>1</sup>), ils ne constituent pas l'instrument adéquat lorsqu'une situation qui ne comporte que des événements incertains doit entrer dans le modèle. Les limites de l'application pure et simple de la programmation linéaire apparaissent clairement si l'on considère que les agriculteurs se trouvent — lorsqu'ils prennent leurs

décisions — devant une réalité où l'incertitude tient à des changements techniques et technologiques, à des variations de prix et à des actions humaines imprévisibles. A cet égard, les modèles de décision jouent un rôle déterminant puisqu'ils permettent une solution analytique de problèmes où il n'est pas possible d'introduire la certitude parfaite nécessaire pour les modèles de programmation linéaire.

En revanche, la caractéristique commune des modèles descriptifs est qu'ils visent à analyser *ex post* les résultats d'unités économiques en indiquant la nature des variables indépendantes et leur contribution aux résultats économiques observés. Les techniques employées — analyse de régression ou analyse factorielle — n'ont rien à voir avec la détermination des mobiles ou des critères qui sont à la base de la décision des agriculteurs. En d'autres termes, si les modèles descriptifs sont relativement efficaces pour expliquer les résultats passés, ils n'ont pas nécessairement la même valeur quand il s'agit de prévoir des résultats futurs en raison de la difficulté d'introduire dans l'analyse des variables en rapport direct avec les critères de décision qu'emploient des chefs d'entreprise.

Compte tenu de ces remarques, il est utile de distinguer deux grandes catégories de modèles de décision : les modèles en relation directe avec la théorie des jeux; les modèles qui se rapportent à la nature et l'exercice de la fonction de l'entrepreneur.

## 1. LES MODÈLES DE LA THÉORIE DES JEUX

Le domaine de la prise de décision est généralement divisé en : décisions d'un individu et décisions d'un groupe, prises dans des conditions, soit de certitude, soit de risque, soit d'incertitude (<sup>2</sup>).

(<sup>2</sup>) La distinction entre l'individu et le groupe n'est pas biogénico-sociale, mais simplement fonctionnelle. Tous ceux qui prennent une décision — individu ou organisme — et pouvant être considérés comme ayant un seul et même intérêt à la décision, peuvent être considérés comme un individu dans le cadre de la théorie étudiée.

Etant admis qu'un choix s'impose entre deux actions, la classification faite entre certitude, risque et incertitude nous donnera :

— *certitude*, lorsque chaque action donne invariablement lieu à un seul résultat spécifique;

— *risque*, lorsque chaque action donne lieu à un résultat ou à une série de résultats possibles, chaque résultat se présentant avec une probabilité connue; il est admis que celui qui prend la décision connaît ces probabilités;

— *incertitude*, lorsque les conséquences de l'une ou des deux actions consistent en une série de résultats spécifiques dont les probabilités sont complètement inconnues ou n'ont pas la moindre signification.

(<sup>1</sup>) A.M.M. Mc Farquhar : « Rational decision making and risk in farm planning : — Journal of Agricultural Economics, décembre 1961.

La plus grande partie de la théorie des jeux traite de situations où il y a conflit d'intérêts entre des individus ou des groupes, (p.ex. les jeux à somme nulle entre deux personnes). Chacun des joueurs (individu ou groupe) se voit alors placé dans une situation de risque et d'incertitude, l'incertitude résultant du fait que le joueur ne sait pas ce que feront les autres. La théorie des jeux vise à idéaliser ce problème en le transformant en un problème de décision où le joueur se voit placé dans une situation de risque.

De nombreux problèmes agricoles susceptibles d'une analyse selon la théorie des jeux ne sont habituellement pas d'une nature telle qu'ils puissent être classés dans la catégorie des jeux de conflits d'intérêts. Pour les problèmes agricoles nous avons essentiellement affaire à une incertitude pure. On parle alors de jeux «contre la nature». Luce et Raiffa (1) exposent ces jeux de la façon suivante: «Il faut faire un choix entre des actions  $A_1, A_2, \dots, A_m$ , mais l'opportunité relative de chaque action dépend des états de la nature rencontrés, soit  $S_1, S_2, \dots, S_n$ ».

Les «états de la nature» peuvent être le temps, les maladies, les insectes et autres aléas auxquels sont exposés les agriculteurs. Il est évident que d'autres aléas comme les prix et les changements technologiques peuvent être envisagés dans le cadre des jeux contre la nature. Ce type de jeu diffère des véritables jeux car un phénomène naturel ne constitue pas nécessairement un adversaire conscient. On ne peut dire que la nature ait des désirs ou des objectifs déterminés influant sur la façon dont elle joue.

TABLEAU n° 8

Actions	Etats de la nature			
	$S_1$	$S_2 \dots \dots S_j \dots \dots S_n$		
$A_1$	$0_{11}$	$0_{12} \dots \dots 0_{1j} \dots \dots 0_{1n}$		
$A_2$	$0_{21}$	$0_{22} \dots \dots 0_{2j} \dots \dots 0_{2n}$		
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
$A_i$	$0_{i1}$	$0_{i2} \dots \dots 0_{ij} \dots \dots 0_{in}$		
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
$A_m$	$0_{m1}$	$0_{m2} \dots \dots 0_{mj} \dots \dots 0_{mn}$		

(1) R.D. Luce et M. Raiffa; «Games and decisions, introduction and critical survey», New York, 1957.

De chaque paire se composant de l'action de l'agriculteur ( $A_i$ ) d'une part, et de l'état de la nature ( $S_j$ ) d'autre part, il résulte une conséquence ( $O_{ij}$ ). Toutes les paires de stratégies possibles forment une matrice de résultats. Dans cette matrice  $O_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, m$  et  $j = 1, 2, \dots, n$ ) est le résultat du choix par le fermier de son  $i^e$  stratégie et de l'intervention du  $j^e$  état de la nature.

Le problème consiste à choisir la stratégie qui réalisera au maximum les objectifs adaptés aux moyens de production engagés. La stratégie peut être «pure» ou «mixte». Elle sera pure lorsqu'elle n'exigera qu'une seule sorte d'action et mixte lorsqu'elle requerra deux ou plusieurs sortes d'actions avec des fréquences données. Plusieurs critères peuvent être envisagés pour apporter une solution au problème de la décision en présence d'événements incertains. Tous indiquent un comportement optimum pour celui qui décide, à condition qu'il dispose des éléments qu'implique le critère. Voici brièvement quels sont les critères généralement employés pour résoudre les jeux contre la nature (2) :

1. *Le critère maximin de Wald* permet de choisir l'action ou la stratégie qui assure le maximum de gain minimum, ce qui signifie qu'il amène à choisir l'action, ou la combinaison d'actions qui réduit les pertes au minimum, à supposer que les phénomènes naturels causent un maximum de dommages, ou celle qui prévoit le résultat donnant le profit maximum, à supposer que les phénomènes naturels ne causent qu'un minimum de dommage.

2. *Le critère minimax de regret de Savage* vise à rendre minimum le manque à gagner (appelé aussi regret) résultant de l'écart entre la prévision et la situation qui se réalise. On établit le tableau des manques à gagner en remplaçant le gain ou la perte dans chaque cas par l'écart entre ce résultat et le résultat meilleur qui aurait été obtenu si la prévision avait été juste.

3. *Le critère de Hurwicz* peut servir à déterminer pour chaque ligne les deux états de la nature qui donnent respectivement le meilleur et le pire résultat. Pour l'action  $A_i$ , soit  $m_i$  le minimum et  $M_i$  le maximum des résultats de la ligne; supposons qu'un nombre déterminé  $\alpha$  ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) représente l'indice de pessimisme du fermier quant à la survenance de  $m_i$ ; soit  $(1 - \alpha)$ , la croyance du fermier que  $M_i$  sera obtenu. L'indice pour chaque  $A_i$  sera calculé de la façon suivante :

$$\alpha m_i + (1 - \alpha) M_i = \text{indice } \alpha \text{ pour } A_i.$$

L'action pour laquelle l'indice est le plus élevé est l'action à choisir. C'est là la stratégie obtenue au moyen du critère de Hurwicz. Ce critère ne s'applique

(2) Pour une discussion détaillée de ces critères, voir: R.D. Luce et M. Raiffa, *op.cit.* et W.J. Baumol; «Economic theory and operation analysis» — Prentice Hall, Engl. Cliffs, 1961.

pas aussi facilement que les autres parce que la détermination d' $a$  dépend de celui qui prend la décision.

4. *Le critère de Laplace* est basé sur le principe que, dans l'ignorance de l'état de la nature qui existera, il faut considérer que tous ont autant de chances de se produire. Le problème de la décision en cas d'incertitude est essentiellement considéré comme un problème de risque où tous les états de la nature sont équiprobables. Le procédé revient à calculer la moyenne de chaque action pour l'ensemble des états de la nature. L'action pour laquelle la moyenne est la plus élevée est celle que retient le critère Laplace.

Un exemple d'application des jeux contre la nature à des problèmes agricoles se trouve dans l'étude faite par le professeur E.O. Heady de l'université de l'Iowa et ses collaborateurs; application y est faite des différents critères au problème de la sélection des variétés de plantes cultivées, du choix des combinaisons et de la quantité des engrais, etc. (1).

Le tableau n° 9 contient les informations élémentaires nécessaires pour le choix de différentes actions dans le Nord-Est de l'Iowa.

TABLEAU n° 9

*Matrice des règlements : agriculteur/nature, pour le comté d'Howard (Nord-Est de l'Iowa), rendements de variétés différentes d'avoine*

Possibilités de choix de l'agriculteur (variétés)	Etats de la nature (années)				
	1953 boiss./acre	1954 boiss./acre	1955 boiss./acre	1956 boiss./acre	1957 boiss./acre
Bouham	46	66	60	110	96
Clintland	49	62	57	97	104
Clarion	45	74	78	111	89
Sauk	61	84	87	0	100

Le tableau n° 10 indique les stratégies qui résultent de l'application des modèles de décision de la théorie des jeux. Les solutions de Wald et de Savage, qui sont des stratégies mixtes, ont été obtenues en ramenant le jeu contre la nature à un problème de programmation linéaire. Elles ont été ensuite résolues par la méthode du simplex. La solution de Laplace n'indique que la variété qui a la moyenne la plus élevée. La solution de Hurwicz a été obtenue en formant l'indice d'optimisme-pessimisme discuté ci-dessus. On a ensuite résolu les équations en vue de déterminer la colonne pour laquelle les diverses variétés atteignent l'optimum, d'après la suite des valeurs  $a$ . Le tableau contient quatre résultats correspondant aux stratégies ainsi déterminées. Celles-ci s'efforcent de répondre aux questions habituelles que peut se poser celui qui prend la décision : « Quels sont le meilleur et le pire résultats possibles ? » ou « Quel résultat moyen peut être attendu, si telle façon d'agir est adoptée pendant une longue période ? ». La colonne de manque à gagner est surtout ajoutée pour mieux montrer les caractéristiques des diverses solutions. Cela n'empêchera pas l'agri-

culteur qui désire réellement diminuer le plus possible son manque à gagner, de s'intéresser à ladite colonne.

Cet exemple montre quel rôle peuvent jouer les modèles de la théorie des jeux en ce qui concerne les décisions que doivent prendre les agriculteurs en face d'événements incertains. Il est évident que ces modèles fournissent des réponses à la question examinée. La possibilité d'utiliser différents critères pour établir le modèle en augmente néanmoins considérablement la souplesse, surtout si on les compare aux modèles normatifs purs et simples. Les différents critères donneront en effet des résultats suffisamment exacts et convenant pour des agriculteurs dont les moyens de production, les exigences quant aux revenus ou le goût du risque diffèrent.

(1) O.L. Walker, E.O. Heady, L.G. Tweeten et J.T. Pesek : « Application of game theory models to decisions on farm practices and resources use » — Iowa State University Research Bulletin, n° 488, 1960.

TABLEAU n° 10

*Stratégies et résultats possibles d'après quatre modèles de décision appliqués  
au problème des variétés d'avoine dans le comté d'Howard (Nord-Est de l'Iowa)*

Modèle de décision		Stratégie		Résultats possibles			
Critère	Type de stratégie	Variété	Pourcentage de surface	Rendement minimum boiss./acre	Rendement moyen boiss./acre	Rendement maximum boiss./acre	Manque à gagner maximum boiss./acre
Wald	mixte	Clintland	56	54,3	70,5	103,2	56,68
		Sauk	44				
			100				
Laplace Savage (regret)	pure	Clarion	100	45,0	79,4	111,0	16,0
		Clintland	25				
	mixte	Clarion	66	48,0	75,0	97,5	13,44
		Sauk	9				
			100				
Hurwicz $0 \leq \alpha \leq 0,5$ $0,5 \leq \alpha \leq 0,66$ $0,66 \leq \alpha \leq 1$	pure	Clarion	100	45,0	79,4	111,0	16,0
		Bonham	100	46,0	75,6	110,0	27,0
		Clintland	100	49,0	73,8	104,0	30,0

Il importe de noter que les modèles basés sur la théorie des jeux peuvent être utilisés non seulement dans un sens normatif, mais encore dans un sens positif lorsqu'ils servent à comparer les décisions prises effectivement et celles suggérées par les différents critères <sup>(1)</sup>. La connaissance du comportement réel de l'agriculteur en face d'événements incertains pourrait être vraiment utile en vue de prévoir l'influence d'un certain degré d'incertitude quant au niveau des prix sur l'utilisation des moyens de production et le revenu agricole.

Il est possible d'obtenir un aspect plus sophistiqué d'une décision à prendre en face d'événements incertains en partant d'un modèle simple à deux joueurs, en supposant l'individu en lutte avec une combinaison hypothétique de toutes les influences qui déterminent le résultat spécifique. Dans ce cadre théorique, le problème du choix des cultures a été examiné récemment <sup>(2)</sup> en tenant compte d'une incertitude au sujet des rendements et des prix. Ce modèle, appliqué à l'analyse de la proportion d'un certain nombre de cultures aux États-Unis pour la

période 1948-1958, peut fournir des résultats satisfaisants et donner une idée des critères utilisés par les agriculteurs américains lorsqu'ils prennent une décision relative au choix des cultures.

## 2. L'ANALYSE DE LA DECISION DE L'ENTREPRENEUR

Les économistes agricoles considèrent de plus en plus que des recherches théoriques et empiriques au sujet de la décision du chef d'entreprise sont nécessaires. Les analyses normatives qui supposent un comportement raisonnable du chef d'entreprise se rapportent exclusivement à des questions sur « ce qui devrait être fait » pour réaliser certains objectifs spécifiques. L'attention croissante accordée à l'analyse de la décision du chef d'entreprise constitue un premier progrès qui ouvre de plus grandes possibilités dans le domaine de l'analyse positive ou prévisionnelle. Comme pour les modèles basés sur la théorie des jeux, c'est aux États-Unis que ces questions ont fait l'objet de recherches, mais elles présentent une grande importance pour les pays européens aussi au point de vue tant des recommandations à faire aux agriculteurs que de la prévision de leurs réactions aux modifications des variables externes.

<sup>(1)</sup> J.L. Dillon et E.O. Heady; « Theories of choice in relation to farmer decision » — Iowa State University Research Bulletin, n° 485, 1960.

<sup>(2)</sup> S. Moglewer; « A game theory model for agricultural crop selection » — *Econometrica*, avril 1962.

En se basant sur les résultats que les recherches ont donnés jusqu'ici dans ce domaine, on peut diviser comme suit l'étude de la décision :

- 1) les types et sources d'information utilisés par les agriculteurs;
- 2) les modèles des expectatives;
- 3) l'analyse et l'interprétation des informations;
- 4) la réalisation de la décision (1).

Il est évident que les points mentionnés ci-dessus correspondent aux différentes phases de la prise de décision des chefs d'entreprise. Une connaissance spécifique de chaque point contribue à une meilleure compréhension, tant des objectifs visés par les agriculteurs que de la manière dont sont effectivement prises les décisions. De telles informations, adéquatement incorporées aux modèles normatifs et descriptifs dont elles sont largement complémentaires, pourraient permettre des prévisions plus proches de la réalité en ce qui concerne les réactions des agriculteurs.

La technique analytique utilisée pour déterminer les objectifs et le comportement des agriculteurs a été celle de l'interview d'un échantillon d'agriculteurs, effectuée à l'aide de questionnaires établis à cette fin. Les informations ainsi recueillies ont été ensuite analysées en fonction des différents points mentionnés ci-dessus.

En ce qui concerne les types et les sources d'information utilisés par les agriculteurs, les réponses ont été classées de façon à former certaines catégories de base, notamment :

- 1) le prix,
- 2) les techniques existantes,
- 3) les nouvelles techniques,
- 4) les facteurs institutionnels,
- 5) le facteur humain.

La connaissance des types d'information utilisés par les agriculteurs a été complétée par l'examen des modèles hypothétiques dont se servent ceux-ci. Dans ce cas aussi, une distinction a été faite entre les prix, les changements technologiques et institutionnels et

---

(1) Les aspects théoriques, les moyens méthodologiques et les résultats empiriques des recherches relatives à la décision aux Etats-Unis ont été condensés dans un ouvrage de G.L. Johnson, A.N. Halter, M.R. Jensen et D.W. Thomas : «A study of managerial process in midwestern farmers» — Iowa State University Press, 1961.

le comportement humain. Il a été constaté que, pour les prévisions au sujet des prix, les agriculteurs emploient des modèles qui, structurellement, sont proches de la formulation statistique (en matière de modèle) dont les économistes font usage à cette fin.

L'analyse et l'interprétation des informations est le troisième point fondamental de la décision. L'exploitation des données rassemblées à l'occasion de sondages portant sur des chefs d'exploitation, indique que les procédés d'analyse et d'interprétation des agriculteurs sont à la fois inductifs et déductifs. Les réponses révèlent en outre que les agriculteurs sont capables d'apprécier les possibilités d'utilisation et les limites de l'analyse marginale et des moyennes en vue de la décision.

La réponse aux questions sur la manière dont les agriculteurs se décident en fait au sujet de certains points est d'une importance considérable. Ces points sont les suivants :

- 1) Quelle quantité de chaque produit faut-il produire ?
- 2) Quelle quantité d'input faut-il utiliser pour une production lorsque le prix de l'input varie ?
- 3) Comment agir au sujet de la production d'un produit en cas de variation de son prix ?
- 4) L'achat d'une machine agricole importante est-il à recommander ?

Il résulte — ceci à titre d'exemple — de la réponse à la question relative à la décision quant aux quantités à produire, que seuls 26 agriculteurs sur 172 ont dit qu'ils ont réellement adapté leur production aux variations des prix effectives et attendues, tandis que 13 autres l'ont adaptée en fonction de leur revenu et de la nécessité de rembourser des dettes; la plupart des 133 autres considéraient que la limitation constituée par les facteurs invariables disponibles constituait l'élément principal de leur décision au sujet de la quantité d'output.

Le but de ces considérations schématiques n'est nullement de résumer les résultats obtenus au sujet de la fonction du chef d'entreprise lors des recherches effectuées aux États-Unis, mais plutôt de faire comprendre l'importance d'une telle analyse pour arriver à une connaissance moins théorique du comportement des agriculteurs. Des recherches similaires menées dans les pays membres de la C.E.E. pourraient mettre à la disposition des économistes et des hommes politiques des informations précieuses pour l'appréciation des conséquences réelles de certaines sortes d'actions.

## EXAMEN PLUS APPROFONDI DES MODÈLES NORMATIFS DANS LA PRATIQUE

Dans ce chapitre, nous examinerons de plus près les modèles normatifs dont les caractéristiques ont déjà été traitées au chapitre premier. Comme nous l'avons signalé, nous allons appliquer les modèles à des exploitations types. Cela nous conduit à examiner la notion d'exploitation type.

Nous avons donc à traiter :

A. des problèmes concernant la définition de l'exploitation type et le rassemblement des données techniques et financières nécessaires pour la construction des modèles;

a) problèmes de définition en ce qui concerne les exploitations types;

b) données nécessaires à la construction de modèles normatifs, sur les limitations de la production, sur les coefficients techniques, sur les prix des produits et des facteurs variables de production;

B. des différences dans les procédés et les résultats entre la méthode budgétaire traditionnelle, le programme planning et la programmation linéaire.

### A. RASSEMBLEMENT DES DONNÉES

#### a) DÉFINITION DE L'EXPLOITATION TYPE

Dans la recherche et la vulgarisation, beaucoup de problèmes d'économie d'entreprise sont résolus à l'aide d'exploitations conçues théoriquement et considérées comme représentatives d'une certaine classe d'exploitations. Ces exploitations conçues abstraitement sont généralement appelées exploitations types ou exploitations typiques. L'exploitation type est le plus souvent définie d'une manière peu adéquate, par exemple comme « l'entreprise moyenne » d'une certaine classe d'exploitation, en ce qui concerne la taille, la nature du sol, le parcellement, le plan de production, les forces de traction, méthodes de travail, etc. Bien des études dans ce domaine ne donnent pas toujours clairement la signification du terme « moyen ». On doit donc examiner soigneusement, dans la plupart des études, la façon dont l'exploitation type théorique a été construite afin de pouvoir se faire une image exacte de l'« entreprise moyenne ».

Il nous est apparu que, par le terme « moyen », il faut entendre parfois « le plus fréquent » ou « modal », parfois « moyen » au sens de la moyenne arithmétique.

Cependant, si dans un ensemble d'exploitations que l'on veut caractériser par exemple, l'une ou l'autre des caractéristiques des exploitations à une répartition à peu près normale, le mode et la moyenne arithmétique concorderont suffisamment pour que l'on n'ait plus à se préoccuper d'une définition précise du terme « moyen ».

Il y a lieu de noter aussi que la construction des exploitations types se fait généralement à partir du mode, en ce qui concerne les variables discontinues telles que le genre de bâtiments et l'équipement des entreprises, les méthodes de travail, etc. Pour les variables continues telles que les résultats par hectare et par spéculation animale et pour les quantités d'inputs variables, tels que les engrais minéraux par unité de culture, on prend souvent des moyennes arithmétiques. Pour la superficie de l'exploitation type (autre variable continue) on prend tantôt la superficie moyenne des entreprises à caractériser, tantôt la superficie modale.

En général, on désire caractériser au moyen d'une exploitation type, les exploitations d'une région agricole déterminée. Il est évident qu'une telle région doit être de caractère homogène : les entreprises doivent s'y ressembler fortement par leurs caractéristiques structurelles les plus importantes et celles-ci doivent accuser nettement des tendances dominantes. Dans le cas contraire, il faut diviser la région en régions plus petites, plus homogènes, et construire une exploitation type pour une région agricole où des entreprises de caractère différent sont dispersées sur un même territoire; dans ce dernier cas, en effet, on ne peut pas séparer géographiquement les entreprises de même nature pour en faire des groupes homogènes.

En général, la construction d'une exploitation type se fait alors ainsi :

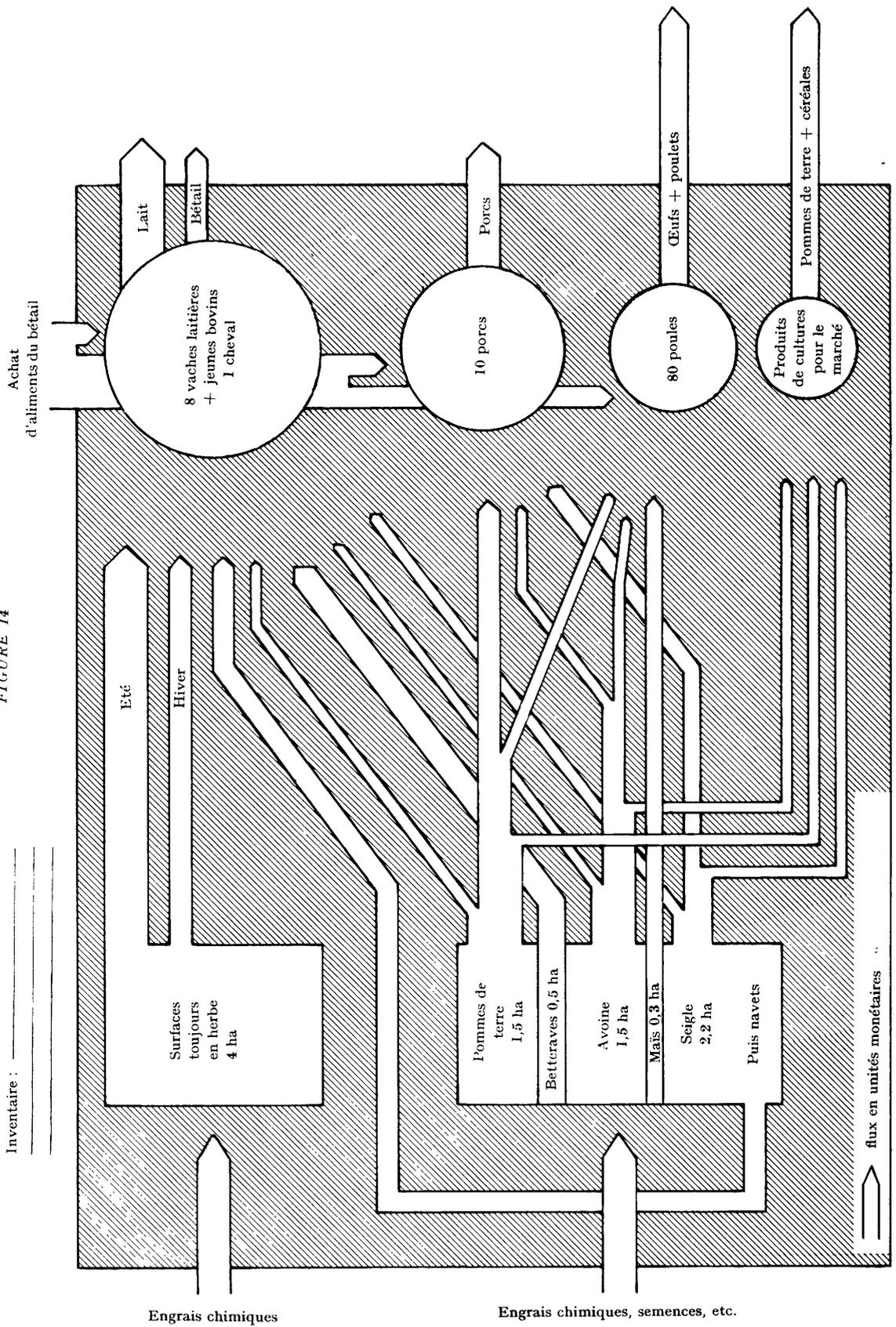
Si l'on constate par exemple, en se fondant sur les enquêtes ou des recensements agricoles, que la région a un sol sableux et que les exploitations de 10 ha occupant deux personnes y prédominent, on considère que l'exploitation type est une exploitation de 10 ha occupant deux personnes.

Si les recensements agricoles ou les enquêtes faites en vue de la construction d'une exploitation type indiquent que les exploitations de 10 ha occupant deux personnes ont un rapport modal entre les terres arables et la surface toujours en herbe de 4 : 6, on établit une exploitation type théorique ayant 4 ha de surface toujours en herbe et 6 ha de terres arables, etc.

Main-d'œuvre : 1 U.T.H., âge 45 ans  
 1 U.T.H., âge 25 ans

Inventaire :

FIGURE 14



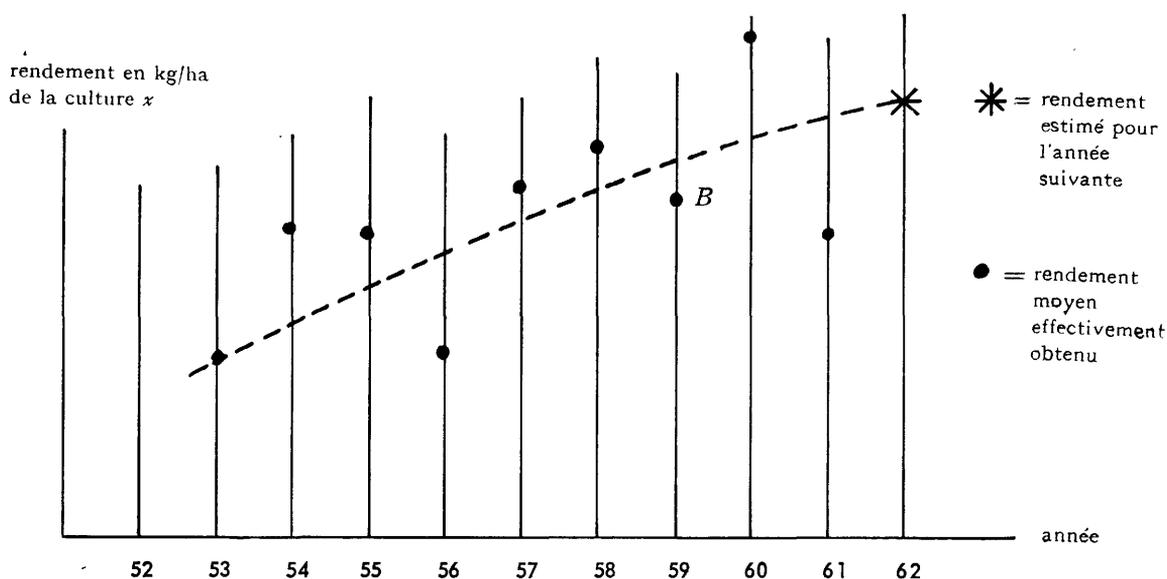
Sur la base des recensements et des enquêtes éventuelles, on peut ensuite déterminer la charge de bétail prédominante sur la surface toujours en herbe ainsi que les effectifs de porcs et de volaille, etc.

Sur la base des estimations des récoltes et, le cas échéant, des recensements sur l'utilisation des terres, des données comptables et des enquêtes spéciales, on examine ensuite les rendements moyens des dernières années pour les cultures et le bétail. Pour ces variables, on utilise généralement des moyennes par région. De même, on examine les niveaux autour desquels les volumes moyens des coûts variables des différentes cultures et du bétail ont évolué pendant un certain nombre d'années récentes. Des moyennes régionales, comme on l'a dit, sont généralement utilisées. Cette façon de faire est acceptable si l'on peut admettre par expérience ou d'après les résultats d'une étude approfondie que les moyennes régionales des données input-output sont aussi représentatives pour les entreprises modales.

Sur ces bases, la structure technologique de l'exploitation type peut être construite d'une manière plus ou moins détaillée selon les données. La figure n° 14 suivante donne un exemple assez détaillé de la structure technologique d'une exploitation mixte en terrain sableux.

Un tel modèle doit comprendre au minimum les flux d'entrée et de sortie. Un compte d'exploitation plus ou moins détaillé doit ensuite donner une vue d'ensemble de ces flux subdivisés en quantité et en valeur. Sur ce compte, l'emploi de main-d'œuvre et de capital doit aussi être donné en quantité et en valeur. Si l'on travaille en outre à l'aide des rendements moyens probables, des données prévisibles d'utilisation des facteurs et des prix probables, on obtient alors une estimation ex ante des gains et des coûts normaux d'une exploitation type. Voyons, pour fixer nos idées, une sorte d'estimation prévisionnelle du rendement d'une culture dans une certaine région à l'aide d'un graphique (fig. n° 15).

FIGURE n° 15



Si l'on établit le modèle à l'aide de rendements et de coûts moyens réels pour une année déterminée, on obtient alors naturellement une estimation ex post des produits et des coûts pour une année et pour une exploitation type déterminées. On devrait par exemple, pour l'année 1959, pour une culture  $x$ , compter sur le rendement indiqué par le point B dans la figure n° 15. Si l'on adapte en outre périodiquement les caractéristiques structurelles de l'exploitation type aux modifications que l'on constate dans

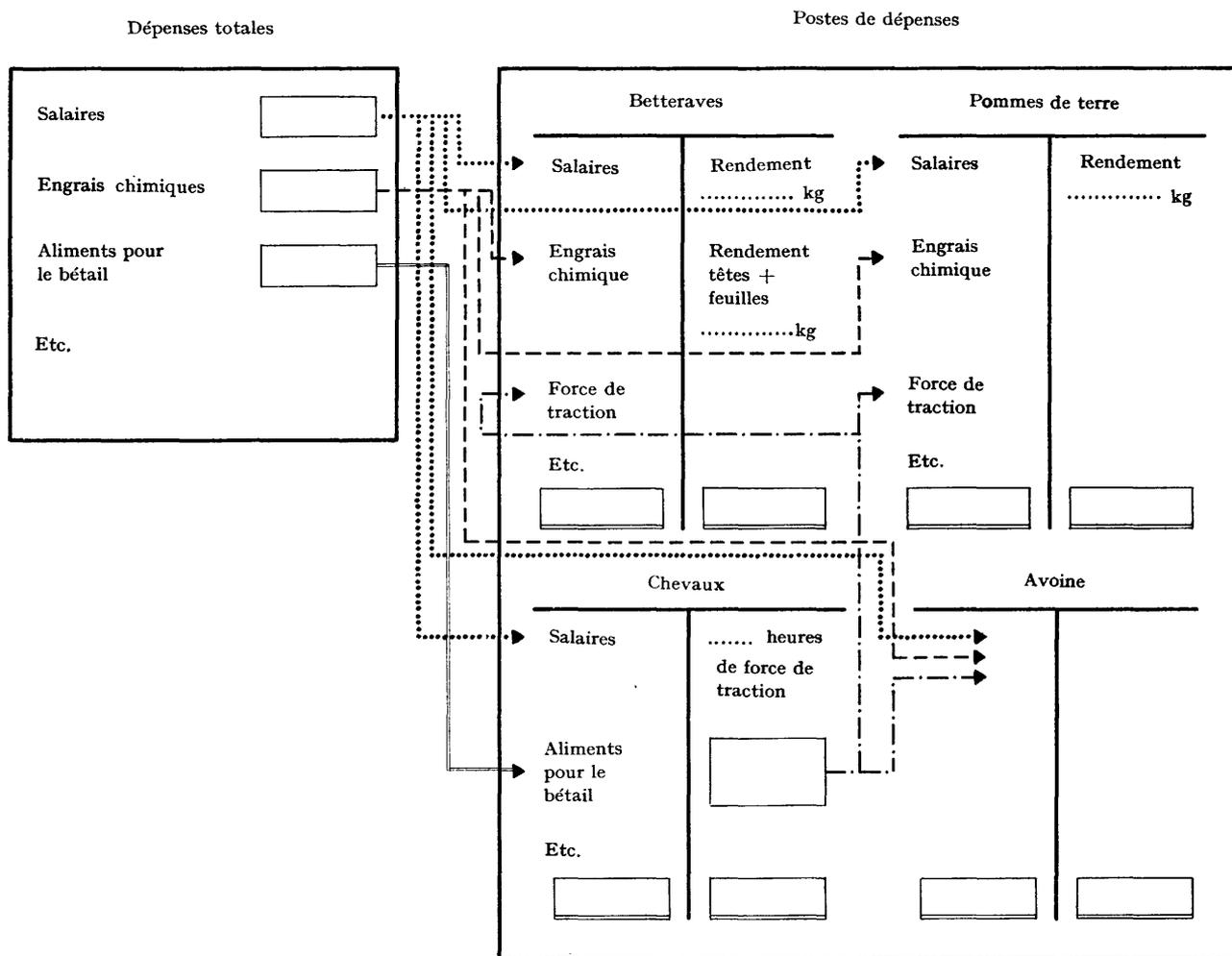
les exploitations réelles correspondantes, l'exploitation type peut parfois représenter assez bien les fluctuations et l'aspect économique d'une région agricole déterminée dans le temps. Aux États-Unis, on a fait usage de cette possibilité; le comportement économique annuel d'un nombre de «typical commercial farms» est établi d'une manière régulière dans la statistique officielle de l'U.S.D.A. «Farm costs and returns on commercial farms by type, size and location».

Dans diverses exploitations types présentées ici, l'indication des produits et des coûts globaux est parfois assortie de calculs détaillés qui ventilent les produits et les coûts entre les différents postes de dépense de l'entreprise. C'est ce que l'on fait pour trouver le prix de revient d'un produit déterminé pour l'exploitation type. Nous n'examinerons pas ici si une telle procédure est souhaitable et scientifique. Nous nous bornerons à indiquer d'une manière

schématique comment on doit concevoir une telle répartition des charges entre les différents postes de dépense d'une exploitation type (voir fig. n° 16) (1).

(1) Pour une description détaillée de la construction d'exploitations types, voir notamment les rapports 163 et 196 du Landbouw-Economisch Instituut et H. Bergmann: „Aufbau und Berechnung eines Betriebsmodells“ — Agrarwirtschaft, 1954, p. 304.

FIGURE n° 16



Remarquons encore que l'on trouve parfois dans les ouvrages scientifiques des sources importantes de données techniques utiles et de descriptions normatives détaillées (ex ante) d'exploitations types telles que celles dont nous parlons ici. Nous attirons aussi l'attention du lecteur sur les „Rechentabellen zur Leistungs- und Kostenkalkulation landwirtschaftlicher Betriebe“ de l'Institut für Betriebswirtschaft de Brunswick-Völkenrode.

b) DONNÉES NÉCESSAIRES À LA CONSTRUCTION DE MODÈLES NORMATIFS

La construction ci-dessus décrite d'une exploitation type peut déjà fournir bien des données nécessaires à l'établissement des modèles normatifs. Que la description de l'exploitation type fournisse des données adéquates suffisantes dépend de la complexité de la planification. Des données additionnelles sont nécessaires pour presque tous les problèmes d'estimation.

### 1) Données sur les limitations de la production.

La limitation de surface est donnée directement avec l'exploitation type. Cependant il n'est pas dit que les 4 ha de surfaces en herbe de l'exploitation type de la figure n° 14 sont une limite supérieure absolue de la surface en herbe.

Pour établir un plan optimum, il est nécessaire de savoir combien d'hectares de l'exploitation type conviennent pour les prairies permanentes, les prairies artificielles, etc.

Il faut de même, le plus souvent sur la base d'une connaissance pratique des exigences de la rotation, déterminer le maximum de superficie que peuvent occuper les autres cultures dont il doit être tenu compte. Il faut généralement faire des enquêtes complémentaires pour déterminer les autres groupes de limitations de production.

La détermination des limitations qui découlent d'une quantité limitée de main-d'œuvre dans l'entreprise (et, comme nous le verrons bientôt, la détermination de la main-d'œuvre nécessaire pour les divers genres de production), constitue le problème le plus difficile de la planification.

Étant donné le caractère saisonnier de bien des travaux à la ferme, nous ne pouvons pas nous contenter d'une seule limitation de main-d'œuvre. La détermination de la quantité de travail disponible dans les périodes qui en demandent beaucoup et où un goulot d'étranglement peut apparaître est d'une grande importance.

Il est habituellement nécessaire de faire concorder ces périodes avec les périodes « naturelles » durant lesquelles il faut accomplir des opérations partielles typiques. Les travaux qui doivent être effectués à peu près en même temps sont relevés; la durée de la période durant laquelle ils doivent être exécutés est ensuite déterminée à l'aide d'enquêtes spéciales ou sur la base d'études de temps dans les exploitations du type examiné.

Cependant, l'année est d'ordinaire divisée arbitrairement en périodes mensuelles et la quantité de travail disponible est déterminée pour chaque mois. Celle-ci dépend dans une grande mesure de la mentalité de l'entrepreneur « normal » choisi. Dans les régions où l'on est disposé à faire de longues journées, on comptera plus d'heures disponibles pour un même groupe de personnes que dans les régions où l'on a l'habitude de faire des journées plus courtes. Il se peut aussi que le nombre d'heures disponibles pour une période partielle déterminée ne concorde pas avec le nombre d'heures « ouvrables ». Durant une période donnée où par exemple le temps est habituellement très défavorable, le nombre d'heures « ouvrables » peut très bien être inférieur au nombre d'heures disponibles.

Toutes ces données sur les limitations du travail disponible dans une exploitation type déterminée

doivent être fixées, soit sur la base d'une grande expérience pratique au sujet des exploitations considérées, soit sur la base d'études de temps relativement longues (1).

Il est parfois indispensable de traiter les limitations de capacité des machines de la même manière que celles de la main-d'œuvre. S'il risque notamment d'apparaître un goulot d'étranglement pour les heures d'emploi des machines disponibles durant certaines périodes, il faut aussi fixer les limites d'utilisation des machines. Là encore, il faut tenir compte du fait que le temps pendant lequel les machines *peuvent* effectivement être utilisées peut différer de celui où elles sont disponibles.

Il est évident que diverses sortes de bâtiments peuvent aussi former un goulot d'étranglement. Les capacités des bâtiments les plus fréquentes dans le groupe d'exploitations à caractériser doivent être reprises dans le modèle en tant que limitations. Cela aussi demande généralement des enquêtes complémentaires.

S'il y a des indices que les disponibilités peuvent former un goulot d'étranglement, il faut faire une enquête spéciale pour en connaître l'importance aux différentes périodes de l'année. Elles peuvent toutefois dépendre de l'importance respective des divers genres de production dans le plan d'organisation de l'entreprise. De grosses difficultés peuvent en résulter pour la détermination exacte de l'optimum.

Il peut être important de fixer la capacité d'absorption des différentes catégories de bétail pour les fourrages volumineux produits dans la ferme. Des normes empruntées à la pratique ou des données provenant d'enquêtes technico-biologiques peuvent donner des indications à ce sujet.

### 2) Données relatives aux coefficients techniques des processus d'après les facteurs fixes de production.

Les inputs des facteurs limités de production par unité de production ne peuvent généralement pas être tirés des données rassemblées pour la construction de l'exploitation type telle que nous l'avons décrite sous A., a).

Si l'on définit un processus par une quantité déterminée de production à l'unité de surface, à l'hectare par exemple, la surface nécessaire par unité du processus est évidemment donnée du même coup. Cependant, il faut résoudre la difficulté que pose la détermination des besoins en facteurs de production limités par hectare.

(1) Voir G. Kreher: „Leistungszahlen für Arbeitsvoranschläge“ — n° 17 des publications du Max-Planck-Institut für Landarbeit und Landtechnik à Bad Kreuznach.

Là encore, la détermination des quantités de travail nécessaire par processus, pour chaque période où peut se présenter un goulot d'étranglement, est un problème difficile s'il n'y a pas de carnets d'exploitation très détaillés des entreprises à caractériser. Il en est de même pour les exigences des différentes productions végétales en matière de limitations du temps d'utilisation des machines.

Il sera souvent aisé de connaître par une simple enquête quelle sorte de bâtiments et quel volume de ceux-ci chaque processus nécessite.

Nous avons fait remarquer, à propos des données relatives aux limitations de la production, que les disponibilités peuvent également former un goulot d'étranglement. Dans ce cas, il faudra déterminer aussi les disponibilités exigées par les différents processus à différentes époques préalablement définies. Les comptabilités peuvent parfois donner des renseignements à ce sujet; mais là encore, des enquêtes complémentaires seront très souvent nécessaires.

On peut donc conclure de ce qui précède qu'il sera fréquemment impossible de trouver, dans les renseignements sur l'exploitation type, des données sur les limitations de la production et sur la part des moyens de production, qui constituent ces limitations, exigées par les différents processus. En revanche, cela sera souvent possible pour les données relatives aux inputs et aux outputs, variables par processus, notamment si les renseignements concernant l'exploitation type sont présentés sous la forme décrite aux pages 33 à 36.

Nous étudierons ce point plus en détail dans le prochain paragraphe.

### *3) Données sur les coefficients techniques du point de vue des inputs variables*

Si l'on dispose d'une ventilation des coûts du type indiqué à la page 36, on pourra déjà, pour un grand nombre de processus entrant en ligne de compte pour la planification, calculer aisément les divers inputs variables de chaque processus. Il est évident que les totaux des coûts variables peuvent être empruntés aux données comptables, mais que la ventilation de ces totaux entre les divers processus peut donner lieu à des difficultés; il faudra souvent de bonnes connaissances en agriculture pour trouver des clés de répartition appropriées.

Pour des processus de remplacement éventuels qui ne sont pas exécutés dans l'exploitation type ou pour des processus dont les niveaux d'intensité diffèrent de ceux de l'exploitation type, on devra trouver les coefficients techniques par voie expérimentale ou grâce à des données provenant d'exploitations de natures différentes. Tout cela montre combien il sera difficile d'obtenir des renseignements techniques valables pour les modèles normatifs étudiés ici.

### *4) Données sur les prix des produits et des facteurs de production appartenant au groupe des inputs variables*

Pour calculer ce qu'on appelle la marge brute prévisionnelle de chaque processus (produit brut de chaque processus, diminué des coûts directs variables de ce processus), on doit ensuite disposer des prix prévus des inputs variables et des prix des produits finals (au départ de l'exploitation).

Il faut que tous ces prix soient des prix de l'exploitation et qu'ils valent pour les types de marchandises et de services produits et achetés par les exploitations correspondant à l'exploitation type. Pour cela, on ne peut pas toujours faire usage des prix indiqués dans les statistiques officielles de prix, ils peuvent en effet se rapporter à des produits de qualité différente et à d'autres échelons du commerce.

Ventilées en fonction des quantités et des prix, les données comptables des exploitations intéressées peuvent en revanche fournir beaucoup de renseignements, du moins sur les prix obtenus et payés dans le passé. Il est évidemment possible d'obtenir, encore une fois au moyen d'enquêtes, des informations sur les prix pratiqués dans le groupe d'exploitations à définir.

Il est à noter que, dans la planification, les rapports entre les prix des différents produits sont plus importants que les valeurs absolues. C'est pourquoi, on s'est efforcé de découvrir, par l'étude de séries chronologiques, des rapports de prix en quelque sorte « naturels » pour servir de base à la planification.

Toutefois, si l'on dispose d'études prévisionnelles bien fondées, on sera souvent enclin à faire usage de ces prévisions de prix pour la construction des modèles dont nous parlons ici. Pour la planification à court terme et pour les produits dont les prix sont sujets à des mouvements cycliques très nets, c'est là la voie tout indiquée.

A côté de ces études sur l'évolution des prix, il faut évidemment être très attentif aux progrès techniques et aux développements de politique économique qui peuvent modifier la structure des prix pendant la période envisagée <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Voir J. de Veer: « Consideration of data needed for the different planning methods described » dans le rapport de l'O.E.C.E. « Farm business planning methods » — A.E.P., projet n° 6/14-II, p. 211-225.

H. Bergmann: „Probleme der Datengewinnung bei der Anwendung ökonomischer Methoden in der betriebswirtschaftlichen Wissenschaft“ dans Vorträge der 2. Tagung der Gesellschaft für die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus à Hohenheim — Hiltrup, 1963.

## B. DIFFÉRENCES DES RÉSULTATS ENTRE LA MÉTHODE BUDGÉTAIRE SIMPLE, LE PROGRAMME PLANNING ET LA PROGRAMMATION LINÉAIRE

### A) MÉTHODE BUDGÉTAIRE SIMPLE

Étant donné le principe de la méthode budgétaire simple, il est inutile de souligner que l'on peut très bien aboutir à une situation où la combinaison optimum ne se trouve pas parmi les différents programmes établis par approximations successives et que, dès lors, cette méthode ne peut être considérée comme un instrument d'analyse sûr <sup>(1)</sup>.

D'autre part, ceux qui utilisent cette méthode auront tendance à travailler avec des modèles assez grossiers. Ils ne noteront pas de manière explicite bon nombre de relations compliquées entre les limitations de la production et les processus de production. Cela peut conduire à des recherches supplémentaires, si beaucoup de contraintes devaient en fait être prises en considération.

Il est évident d'un autre côté que plus le nombre des contraintes sera petit et plus l'utilisation de la méthode sera facile. Si l'on a, par exemple, affaire à un type d'exploitation où seules la surface et certaines conditions de rotation constituent des goulots d'étranglement, la planification pourra souvent se contenter d'une technique budgétaire simple.

Dans le cas de budgets réellement difficiles, en revanche, on aboutira souvent à des programmes qui seront des formes intermédiaires entre des programmes optimum et des plans existant dans la pratique, pour la raison que l'intuition du chercheur jouera alors un très grand rôle.

Tout cela implique que, dans des cas semblables, la méthode ne pourra jamais indiquer avec précision les efforts optimum d'une augmentation éventuelle de la superficie de l'exploitation type, de l'introduction de nouvelles techniques ou de la modification des prix.

La méthode budgétaire est donc très peu utilisable pour répondre aux questions dont nous nous occuperons encore dans la suite de ce rapport, telles que celle des effets possibles de mesures de politique agricole sur l'organisation des exploitations.

Cette forme de planification serait néanmoins susceptible de rendre service lorsqu'il n'existe pas de comptabilités d'exploitation dans une région. Cette méthode pourrait alors être utile pour apprécier la situation initiale. On pourrait, par des enquêtes

auprès des exploitations dont il faut dégager le type, faire une estimation du bilan de l'exploitation type. Il serait ainsi possible d'avoir une idée des résultats financiers de l'exploitation type dans la situation donnée. La technique budgétaire traditionnelle permettrait alors de résoudre les questions suivantes :

1. En admettant que le plan de production présente en courte période une certaine rigidité, quels seront, toujours en courte période, les effets des variations de prix sur le revenu de l'exploitation ?
2. Si l'on observe au cours des années de lentes modifications structurelles dans les exploitations à définir, quelles en seront les conséquences, par exemple au point de vue de la situation financière des exploitations ?

Afin de pouvoir répondre à cette question, on fait évoluer la structure de l'exploitation type dans le sens envisagé et l'on établit le budget des conséquences financières de ces modifications structurelles.

Il ne faut pas oublier cependant que, vu la nature de ces modèles, on obtiendra des indications qui n'auront ni un caractère positif, ni un caractère normatif. Pour obtenir une réponse plus précise, il faudra recourir à d'autres types de modèles.

### B) PROGRAMME PLANNING

Bien que de création relativement récente, le programme planning est déjà largement appliqué à l'heure actuelle. Le but principal de cette méthode est d'améliorer la technique budgétaire, tout en évitant les difficultés théoriques et techniques de la programmation linéaire. La nécessité d'une telle amélioration de la méthode budgétaire traditionnelle est apparue simultanément dans divers pays. Les recherches pour arriver à des méthodes relativement simples mais justes, permettant l'établissement de programmes de production optima, effectuées séparément par plusieurs chercheurs dans différents pays, ont abouti à la construction de nouveaux modèles qui ne présentaient pas de différences essentielles quant à la structure et à la technique adoptées. La diffusion rapide de ces méthodes par la vulgarisation semble aussi être une preuve manifeste des possibilités qu'elles offrent.

Le programme planning utilisé jusqu'ici se situe principalement dans le domaine des questions pratiques de vulgarisation agricole et, à un moindre degré, dans le domaine de la recherche économique-agricole approfondie. Il n'est cependant pas impossible que le programme planning, ayant encore évolué, puisse ultérieurement servir de modèle pour l'étude des conséquences des modifications de variables exogènes sur la structure et le revenu des exploitations par exemple.

<sup>(1)</sup> E.O. Heady et W. Candler, dans l'ouvrage «Linear programming methods» — Iowa 1958, étudient longuement cette question.

Pour un examen plus approfondi de cette matière, nous renvoyons aux ouvrages sur ce sujet (1).

Les caractéristiques structurelles du modèle propre au programme planning et de la technique de résolution ont déjà été étudiées au chapitre premier.

Rappelons que le programme planning tente d'approcher de manière systématique d'un plan optimum en tenant très expressément compte de toutes sortes de limitations de la production pouvant exister. Il est donc possible de construire un modèle relativement compliqué. Les exemples des auteurs se caractérisent cependant souvent par une assez grande simplicité, contrairement à plusieurs des programmations linéaires présentées qui sont parfois d'une structure très compliquée (que l'on songe, aux interdépendances entre les processus de production partiellement intégrés au sein d'une entreprise, à l'introduction de nombreux processus de remplacement et de nombreuses restrictions qui peuvent sensiblement augmenter la complexité et l'ampleur du modèle).

Aussi peut-on estimer que les planifications assez compliquées se prêtent mieux à la programmation linéaire alors que des planifications plus simples peuvent, si on le désire, être réalisées au moyen du programme planning.

L'expérience acquise jusqu'ici dans l'emploi des différentes méthodes de planification permet de faire les conclusions suivantes :

1. Par rapport à la méthode budgétaire traditionnelle, le programme planning offre l'avantage que le programme de production est établi de manière systématique. Bien que l'on ne soit pas absolument sûr que le plan trouvé représente l'optimum, on peut néanmoins dire que, dans la plupart des cas, il ne s'en écartera pas beaucoup.

Le programme planning présente ensuite l'avantage que les rapports entre les limitations de la production et les processus sont respectés; le chercheur est contraint de définir soigneusement les données techniques et économiques qui se trouvent à la base du modèle.

2. Comparé à la programmation linéaire, le programme planning est très facile à comprendre. La solution demande très souvent aussi moins de temps, du moins si l'on ne dispose pas de calculatrice électronique.

Ces avantages peuvent être d'un très grand poids pour les organismes chargés de travaux de programmation et qui ne disposent pas de calculatrice électronique ni de collaborateurs spécialisés en mathématiques.

3. Comme le côté subjectif des programmes est plus réduit dans le programme planning que dans la méthode budgétaire traditionnelle, on peut avoir plus de confiance dans la solution trouvée. Il s'ensuit que le programme planning permet, avec une plus grande précision que la méthode budgétaire, de détecter les effets optima des modifications exogènes, telles que les variations de prix, les changements techniques, etc. (2). Toutefois là, non plus, le degré de certitude de la solution n'atteint pas celui donné par la programmation linéaire.

D'autre part, le programme planning ne donne pas d'indications quantitatives sur la productivité marginale des différents facteurs de production, sur la stabilité du programme de production à l'égard des variations de prix, etc., cela à l'opposé de la programmation linéaire qui donne des indications à ce sujet dès la première solution. Nous reviendrons encore sur la grande importance de ce dernier point.

### C) PROGRAMMATION LINÉAIRE

La programmation linéaire, comme nous l'avons déjà fait remarquer, mène avec certitude au plan optimum correspondant aux hypothèses données dans le modèle.

Cela est déjà en soi un avantage inestimable. Si l'on songe, en outre, qu'il devient alors possible d'évaluer avec exactitude les effets optima de différentes modifications apportées aux hypothèses (modifications de la superficie, variations de l'effectif de la main-d'œuvre permanente, variations des prix, changements de technique, c'est-à-dire modifications des coefficients techniques dans les techniques existantes ou introduction de techniques tout à fait nouvelles, changements des conventions dans différents systèmes de baux, etc.), on se rendra compte que la programmation linéaire ajoute un instrument d'analyse très important à ceux qu'on possédait déjà (3).

(1) C.E. Bishop et W.E. Toussaint: «Agricultural economic analysis» — New York, 1959.

G.B. Clarke et J.G. Simpson: «A theoretical approach to the profit maximization problems in farm management» dans *Journal of Agricultural Economics*, juin 1959.

W. Candler et W.F. Musgrave: «A practical approach to the profit maximization problems in farm management» dans *Journal of Agricultural Economics*, décembre 1960.

Agence européenne de productivité: «Seminar of farm business planning methods» — AEP/AG-(60) 44.

G. Weinschenck: «Die Ermittlung des Betriebsoptimums mit Hilfe der verbesserten Differenzrechnung» — *Agrarwirtschaft*, n° 3, 1961.

(2) Voir, par exemple, J. Poitevin: «Le procédé des abaques appliqué au programme planning» — *Bulletin de la Société française d'économie rurale*, 1962.

(3) Voir notamment W. Candler: «A modified simplex solution for linear programming with variable capital restrictions» — *Journal of Farm Economics*, 1956.

W. Candler: «A modified simplex solution for linear programming with variable prices»; *Journal of Farm Economics*, 1957.

H. Giaver et J. Seagraves: «Linear programming and economics of size» — *Journal of Farm Economics*, 1960.

M. De Benedictis et J.F. Timmons: «Identification and measurement of intratemporal resource inefficiencies in leasing systems» — *Bulletin n° 490, Iowa Agricultural Experiment Station*, 1961.

Notons incidemment que la bibliographie donnée ici n'indique que quelques possibilités de la programmation linéaire qui peuvent être d'une importance immédiate pour les questions qui sont ou seront examinées dans le cadre de ce rapport. Nous ne nous arrêterons pas sur beaucoup d'autres domaines d'application possible qui pourront ultérieurement présenter de l'importance pour la recherche en matière d'économie rurale (p. ex., problèmes de programmation non linéaire, problèmes de programmation discrète, problèmes de programmation stochastique, etc.).

La programmation linéaire permet, comme nous l'avons également déjà fait remarquer, mieux que la méthode budgétaire traditionnelle et le programme planning, de construire un modèle compliqué, ce qui est très important pour la planification de beaucoup d'exploitations agricoles ayant une structure technique complexe.

Il est peut-être bon de le préciser à l'aide d'un exemple pratique. On sait que, dans la planification mixte, on rencontre souvent un problème difficile, celui du bilan fourrager optimum. Ce problème ne peut être résolu séparément, en dehors de la planification de l'exploitation dans son ensemble. C'est ainsi qu'on peut, de diverses façons, faire en sorte qu'une vache et son veau, par exemple, reçoivent en automne et en hiver des quantités suffisantes de protéine brute digestible et de valeur amidon, soit 185 et 1 120 kg. Il y a, d'une part, les diverses sources d'aliments grossiers provenant de l'exploitation (navets, betteraves fourragères, feuilles de betteraves sucrières, foin) dont les quantités ne sont pas encore établies et, d'autre part, la possibilité d'acheter certaines quantités de divers aliments concentrés. Ces sources doivent, ensemble, fournir par vache une quantité de protéine brute digestible (dont le nombre n'est pas encore connu) d'au moins 185 kg (et au moins 1 120 kg valeur amidon).

A côté de ces conditions minima, il convient d'apporter encore une série d'autres restrictions. C'est ainsi qu'en automne on ne peut, pour des raisons de technique alimentaire, donner une trop grande quantité de navets par vache. On ne peut, par exemple, donner en automne par unité de gros bétail plus de 60 kg de navets frais et de feuilles de betteraves fourragères, etc.

Parmi les innombrables façons d'établir un bilan fourrager qui satisfasse à toutes ces conditions, il faut choisir la plus avantageuse au point de vue financier.

Il n'échappera à personne combien difficile est le problème que nous venons d'effleurer; c'est là pourtant un problème qui est de la plus haute importance pratique et qui exige une solution.

Le modèle de programmation linéaire permet de résoudre ce problème d'une manière élégante. Voyons par exemple, les lignes 7, 8, 17 et 18 du tableau de programmation ci-après (tableau n° 11); la ligne 7,

par exemple, garantit que, pour cette exploitation de deux personnes et d'une superficie de 15 ha, le programme ne comporte pas un nombre de vaches inférieur à 6,7 fois le nombre d'hectares de navets consommés frais et 4,4 fois le nombre d'hectares de betteraves fourragères, afin que la quantité de racines donnée en automne ne dépasse pas une norme alimentaire déterminée. La ligne 18 garantit de façon analogue que l'approvisionnement en valeur amidon sera suffisant et la ligne 17, l'approvisionnement en protéines.

On a alors automatiquement la certitude, pour toute une série de programmes de remplacement (applicables à l'exploitation pour laquelle le tableau a été composé) par exemple, programmes où la superficie est supposée plus grande ou plus petite ou dans lesquels on suppose l'emploi d'autres techniques, de disposer d'un bilan fourrager équilibré et optimum. Dans le cas de la méthode budgétaire et du programme planning, tout programme de remplacement provoquerait toujours de grandes difficultés pour résoudre des questions de détail compliquées comme celles que nous venons d'évoquer.

Signalons enfin que la solution finale de la programmation linéaire ne nous donne pas seulement un plan optimum, mais qu'elle nous donne également des renseignements sur les modifications qui interviendraient dans le plan optimum si la quantité des moyens de production limités dont l'exploitation dispose était augmentée (ou diminuée).

Il nous suffit, pour rendre cela plus clair, de reproduire (tableau n° 12) trois colonnes du tableau final (qui constitue la solution du tableau n° 11); la première donne le plan optimum, la seconde montre ce que le plan optimum deviendrait si 10 heures de travail supplémentaires pouvaient être ajoutées en août.

Sur la base des chiffres de la colonne A 28, nous pouvons établir le bilan suivant des modifications intervenant dans le plan de production dans le cas où on disposerait de 10 heures supplémentaires en août :

#### Réductions :

Avoine	0,03 ha
Pommes de terre	0,01 ha
Betteraves sucrières	0,03 ha
Seigle + navets (ensilés)	0,05 ha
<hr/>	
Total des réductions	0,12 ha

#### Augmentations :

Seigle + navets (consommés frais)	0,02 ha
Vaches 0,14 unité, ce qui exige, à raison de 1,4 unités par ha	0,10 ha
<hr/>	
Total des augmentations	0,12 ha

TABLEAU n° II

Schéma de départ d'une programmation linéaire.  
Exploitation mixte dans la Drenthe (2 personnes, 15 ha)

N° de ligne	Limitations	Acti- vité	Dispo- nible	Seigle + navets	Seigle + navets ensilés	Seigle sans navets	Avoine	Pommes de terres	Bette- raves four- ragères	Bette- raves sucrées	Foin	Ensilage		Vaches laitières + jeunes bovins		Achats d'aliments concentrés (10 000 kg)	
												précoce	tardif	1 vache par ha	1,4 vaches par ha	Farine A	Farine C
			A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>	A <sub>9</sub>	A <sub>10</sub>	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>
1	Surface agricole utile (ha)	A <sub>15</sub>	15	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0,714	0	0
2	Assolement seigle	A <sub>16</sub>	0	1	1	1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Assolement pommes de terre	A <sub>17</sub>	0	-1	-1	-1	-1	2	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0
4	Assolement betteraves	A <sub>18</sub>	0	-1	-1	-1	-1	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0
5	Limitation foin	A <sub>19</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-0,60	-0,428	0	0
6	Limitation ensilage	A <sub>20</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-0,40	-0,286	0	0
7	Limitation aliments consommés frais	A <sub>21</sub>	0	67	0	0	0	0	44	0	0	0	0	-10	-10	0	0
8	Limitation aliments ensilés	A <sub>22</sub>	0	0	40	0	0	0	0	50	0	22	22	-10	-10	0	0
9	Heures mars	A <sub>23</sub>	500	0	0	0	20	15	10	10	0	0	0	25	25	0	0
10	Heures avril	A <sub>24</sub>	500	5	5	5	15	40	50	50	0	0	0	25	25	0	0
11	Heures mai	A <sub>25</sub>	540	2	2	2	2	40	80	80	0	40	0	15	15	0	0
12	Heures juin	A <sub>26</sub>	610	0	0	0	0	30	150	150	30	30	0	15	15	0	0
13	Heures juillet	A <sub>27</sub>	610	50	50	50	50	30	50	50	50	0	0	15	15	0	0
14	Heures août	A <sub>28</sub>	610	115	115	90	90	20	10	10	0	0	70	15	15	0	0
15	Heures septembre	A <sub>29</sub>	610	15	15	15	15	200	0	0	0	0	0	15	15	0	0
16	Heures octobre	A <sub>30</sub>	570	15	15	15	0	30	110	100	0	0	0	15	15	0	0
17	Protéine brute digestible (en kg)	A <sub>31</sub>	-100	-360	-290	0	0	0	-660	-280	-210	-180	-180	185	195	-1 500	-2 400
18	Valeur amidon (en kg)	A <sub>32</sub>	-800	-1 710	-1 210	0	0	0	-6 400	-2 000	-1 080	-1 000	-1 000	1 120	1 180	-6 400	-6 400
19	Marge brute	—	0	650	650	800	850	1 150	-400	1 700	0	0	0	970	960	-3 150	-3 550

TABLEAU n° 12

*Schéma final d'une programmation linéaire  
concernant une exploitation mixte dans la Drenthe*

N° de ligne		A <sub>0</sub>	10 heures en août	Superficie ha
			A <sub>28</sub>	A <sub>15</sub>
1	Avoine	0,31	-0,03	0,48
2	Pommes de terre	1,91	-0,01	-0,05
3	Vaches laitières (1,4 par ha)	12,72	0,14	-0,18
4	Ensilage (précoce)	1,44	0	-0,17
5	Ensilage (tardif)	1,18	0,22	-1,29
6	Foins	3,23	0,05	-1,10
7	Betteraves sucrières	0,75	-0,03	0,21
8	Betteraves fourragères	0,73	0	0,07
9	Seigle + navets consommés frais	1,42	0,02	-0,07
10	Aliments concentrés, farine A (10 000 kg)	0,017	-0,054	0,170
11	Seigle + navets ensilés	0,80	-0,05	0,50
12	Assolement pommes de terre	0,20	-0,08	1,29
13	Limitation foins	2,22	0	1,02
14	Limitation ensilage	1,01	-0,18	1,41
15	Heures mars	133	-2,5	-7,1
16	Heures avril	16	-1,3	-16,7
17	Heures mai	92	0,1	-12,6
18	Heures octobre	133	1,0	-30,9
19	Marge brute	-17 024	-51,80	-242,46

On peut procéder de la même façon pour l'utilisation de terres supplémentaires (voir colonne A 15) et pour le reste des moyens limités pour lesquels les colonnes finales ne sont pas reproduites ici.

Puisque ce calcul nous donne les coefficients indiqués ici, il devient possible de calculer aussi le montant ajouté à la marge brute en cas d'utilisation de moyens limités supplémentaires ou, ce qui revient au même, la perte subie lorsqu'une quantité déterminée de ces moyens disparaît. En d'autres termes, il devient possible de calculer les produits marginaux des moyens limités. Ces valeurs marginales sont mentionnées à la ligne 19 du tableau n° 12. C'est ainsi qu'il est indiqué à la colonne A 15 que la valeur marginale de la terre s'élève à 242,46 florins par hectare.

Faisons remarquer qu'il convient d'attacher une grande importance à la connaissance de ces produits

marginaux parce qu'ils fournissent des indications sur les moyens d'améliorer le plan d'exploitation.

C'est ainsi que la valeur marginale relativement élevée du travail en été indique, dans l'exemple cité, que l'utilisation de main-d'œuvre occasionnelle ou de machines pendant cette période sera peut-être profitable pour le type d'exploitation considéré. En utilisant le schéma final, on pourra ensuite facilement établir des plans de production pour des quantités de travail plus importantes pendant des périodes de pointe semblables.

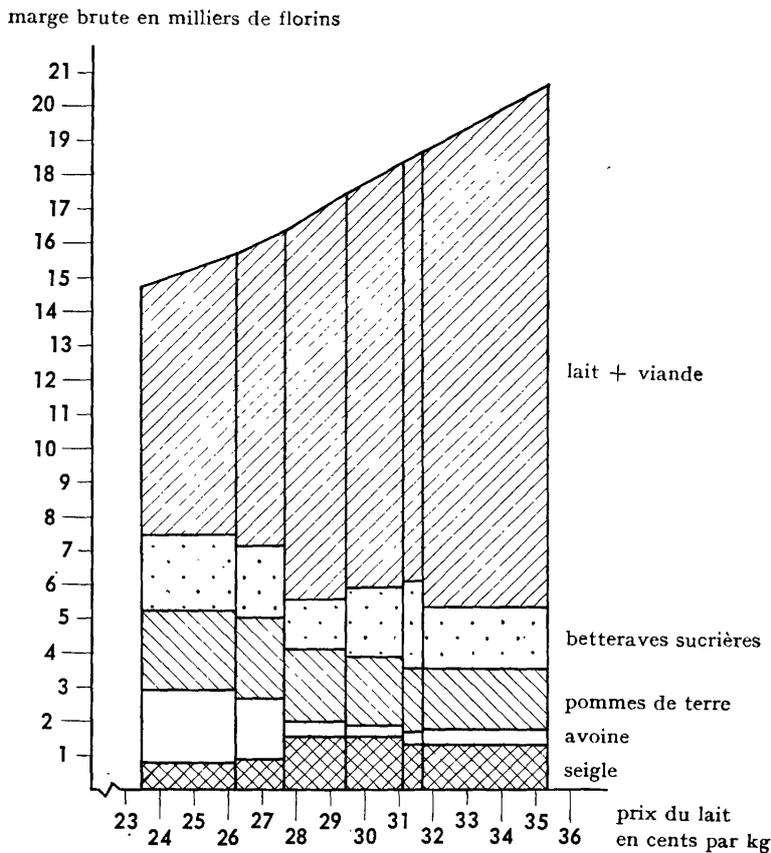
Il va sans dire que de tels renseignements permettent d'arriver *directement* à de nombreux programmes de remplacement par modification ou élimination successive des hypothèses initiales. Tout cela permet d'aboutir à une meilleure connaissance des aspects économiques du type d'exploitation considéré.

Il est évidemment possible de supposer aussi que les prix varient. On peut ainsi envisager des programmes de production de remplacement en fonction d'un certain prix; cela permet de voir si le programme

résiste bien aux variations de prix (voir la fig. n° 17 qui représente, en fonction d'un prix variable du lait, les programmes optima de l'exploitation type pour laquelle le tableau n° 11 a été composé).

FIGURE n° 17

*Evolution de la marge brute en cas de modification du prix du lait*



Comme nous l'avons signalé, ces études sont aussi possibles en principe avec le programme planning; toutefois celui-ci donnera le plus souvent des résultats moins sûrs que la programmation linéaire,

il soulèvera beaucoup de difficultés et exigera beaucoup de temps, notamment dans le cas de modèles compliqués.

EXAMEN PLUS APPROFONDI  
DES MODÈLES DESCRIPTIFS DANS LA PRATIQUE

Dans ce chapitre, nous examinerons de plus près les modèles descriptifs dont nous avons donné les caractéristiques au chapitre II.

Nous traiterons :

- A. des données nécessaires à la construction de modèles descriptifs;
- B. de l'utilisation pratique des fonctions de production;
- C. de l'utilisation pratique des modèles d'analyse factorielle.

A. *DONNÉES NÉCESSAIRES  
À LA CONSTRUCTION  
DE MODÈLES DESCRIPTIFS*

Au chapitre précédent, nous avons décrit des modèles normatifs où sont incorporées les données concernant des groupes d'exploitations. Il est apparu clairement que ces données sont le plus souvent des moyennes ou des valeurs modales, obtenues à partir de données individuelles relatives à des exploitations pour lesquelles les modèles décrits doivent être représentatifs.

Ces moyennes ou ces valeurs modales possèdent, tant du point de vue de la description que pour d'autres raisons, beaucoup de caractéristiques intéressantes. Elles condensent une large série de données en «tendances centrales» souvent significatives et faciles à utiliser; en revanche, cette condensation fait perdre une foule de renseignements sur la dispersion des phénomènes mesurés.

C'est pourquoi les données de base des modèles d'exploitations décrits au chapitre IV ne reflètent pas complètement la réalité. Il est évident que de plus amples informations sur la situation économique des exploitations agricoles peuvent être données par les différentes comptabilités d'exploitation par exemple; les données comptables des différentes exploitations peuvent fournir des moyennes de certains indices économiques et de leur dispersion. Un autre avantage très important découle d'une bonne connaissance des variables de chaque exploitation en particulier. Leur connaissance permet de se rendre compte de la façon dont se comportent, dans cer-

tains groupes d'exploitations, les variables les plus importantes au point de vue de l'économie d'entreprise. En effet, il est clair qu'on doit disposer de données d'exploitations particulières lorsqu'on veut par exemple évaluer les fonctions de production de certains types d'exploitations ou qu'on veut chercher les causes des dispersions souvent très grandes que l'on rencontre entre les résultats des exploitations des types étudiés.

Pour évaluer les fonctions de production du type décrit au chapitre II, une série de données comptables simples est suffisante. En effet, il faut seulement disposer de certaines variables assez fortement condensées de chaque exploitation, telles que le produit brut par exploitation, la superficie par exploitation, l'importance en unités monétaires de plusieurs composantes du capital d'exploitation, l'effectif de la main-d'œuvre par exploitation, etc. Cela vaut du moins pour les exploitations qui se ressemblent beaucoup au point de vue des caractéristiques générales, des composantes principales du système de production et de la conduite en matière de gestion. Dans le cas d'un groupe moins homogène d'exploitations, il peut très bien être nécessaire de faire entrer des variables additionnelles dans la fonction de production, afin d'obtenir des coefficients de régression significatifs. C'est le cas par exemple pour les variables qui caractérisent la nature du sol ou le degré de parcellement.

Les données d'exploitation nécessaires pour les modèles d'analyse factorielle dépendent de la nature des problèmes que l'on veut examiner. Pour étudier des phénomènes compliqués, il faudra généralement disposer de nombreuses données. Celles-ci pourront souvent être fournies par les comptabilités des différentes exploitations. Pour avoir une idée de la nature des variables d'exploitation nécessaires pour construire un modèle qui explique les différences de revenu dans un groupe déterminé d'exploitations, on se reportera à la liste figurant à la page 48 et sur laquelle nous reviendrons.

On peut d'ailleurs essayer, pour les modèles descriptifs aussi, et en l'absence de données comptables, d'obtenir les données de base requises au moyen d'enquêtes effectuées auprès des exploitants. On peut même, pour un modèle d'analyse factorielle, par exemple pour expliquer les différences de revenu, faire usage de données provenant d'enquêtes. Cela est possible notamment lorsqu'on a obtenu, par des recherches empiriques antérieures (étude de données comptables), une bonne idée des principales relations entre les variables de certains types d'exploitations. Est-on par exemple arrivé à la conclusion que, dans

certaines exploitations, un nombre donné d'indices faciles à connaître par enquête, tels que le « nombre d'unités de gros bétail par unité-travailleur », le « nombre d'heures standard par personne », le « nombre d'hectares par unité-travailleur » ou la « production par hectare » expliquent en grande partie la variable « revenu par unité-travailleur », il devient possible d'effectuer, à l'aide des variables précitées et faciles à obtenir par enquête, une étude explicative d'analyse factorielle sur les différences de revenu des exploitations, même si aucune comptabilité n'existe à ce sujet <sup>(1)</sup>. Cela est de la plus haute importance pour l'étude de la position financière d'exploitations agricoles réparties sur de grandes aires géographiques, dans le cas où l'on ne dispose pas d'un grand nombre de comptabilités tenues dans la région et pouvant fournir les données de base nécessaires à l'étude.

## B. L'UTILISATION PRATIQUE DES FONCTIONS DE PRODUCTION

Par rapport aux modèles discutés précédemment, on peut dire que les fonctions de production ont joué d'une certaine popularité chez les chercheurs italiens. En Allemagne (R.F.) et aux Pays-Bas, les fonctions de production ont joué un rôle modeste. Les fonctions établies à partir de relevés d'exploitations ont presque toujours été utilisées pour l'évaluation de la productivité des facteurs dans certains groupes d'exploitations, pour en évaluer le « degré d'équilibre » et effectuer des comparaisons entre groupes de structure et d'implantation différentes.

Dans les lignes qui suivent, nous nous bornerons à citer brièvement certaines des principales contributions, nous renvoyons à l'annexe 1 pour une liste plus détaillée des travaux de recherche dans ce domaine.

En 1955, G. Barbero, dans une étude sur la réforme agraire en Italie, a utilisé les fonctions de production calculée à partir des données d'exploitations pour estimer la productivité des ressources employées dans les exploitations soumises à la réforme <sup>(2)</sup>. Les informations obtenues grâce aux fonctions ont servi de base pour un ensemble de considérations relatives à l'efficacité de la combinaison des moyens de production, à la productivité du capital, aux possibilités de substitution entre la main-d'œuvre et le capital.

<sup>(1)</sup> Voir G. Hamming: « Een bedrijfsvergelijkend streekonderzoek op de zandgronden » — Rapport n° 384 du Landbouw-Economisch Instituut, La Haye, 1962.

<sup>(2)</sup> G. Barbero: « Riforma agraria italiana, risultati e prospettive » — Feltrinelli, 1960.

La fonction qui a approché de la façon la plus satisfaisante les rapports entre valeur de la production et facteurs de la production est la suivante :

$$\log y = -1,08 + 1,53 \log x_2 + 0,13 \log x_1 \log x_2 + 0,10 (\log x_2)^2$$

où  $y$  = produit brut

$x_1$  = main-d'œuvre disponible (nombre de travailleurs par ha)

$x_2$  = capital (1 000 liras par ha).

La fonction a un coefficient de corrélation multiple égal à 0,95. Les coefficients de régression sont tous, ce qui est significatif, différents de zéro pour un niveau de probabilité de 1%/100.

Pour porter un jugement sur la productivité de deux catégories de capitaux, que Barbero appelle respectivement capitaux « intensifs » et capitaux « extensifs », on a interpolé la fonction suivante :

$$y = -3,120 + 872 \log x_1 + 821 \log x_2 - 153 \log x_1 \log x_2$$

où  $y$  = produit brut (1 000 liras par travailleur)

$x_1$  = capitaux « extensifs », c'est-à-dire la valeur de la terre (sans les améliorations et les bâtiments) + la valeur d'inventaire des machines (en milliers de liras par travailleur).

$x_2$  = capitaux « intensifs », c'est-à-dire la valeur des améliorations et des bâtiments + la valeur d'inventaire du bétail + le capital circulant (en milliers de liras par travailleur).

Cette subdivision particulière des capitaux résulte de la nature des problèmes devant lesquels on s'est trouvé placé lors de la réforme agraire en Italie.

On voulait savoir si l'investissement de capitaux dans d'assez grandes exploitations mécanisées ne serait pas plus rentable que l'investissement en faveur d'améliorations foncières, des bâtiments et du bétail.

La dimension et la structure de l'échantillon d'exploitations examiné n'ont pas permis une stratification selon l'orientation de la production, la nature du sol, la dimension de l'exploitation et d'autres variables de milieu.

Les fonctions estimées ne peuvent donc pas être utilisées pour des recommandations de type spécifique concernant des groupes déterminés d'agriculteurs. Toutefois, elles acquièrent une importance particulière pour des évaluations de politique agricole : la connaissance de la productivité de ressources et de l'efficacité de la combinaison des facteurs de production des exploitations constituées grâce à une action de réforme agraire semble apporter une aide notable, non seulement pour compléter l'action entreprise, mais surtout parce qu'elle fournit des éléments d'appréciation sur l'opportunité, l'importance et l'orientation d'investissements complémentaires.

Dans une étude plus récente, Barbero, utilisant des fonctions de production estimées à partir de données d'exploitations, a formulé des projections jusqu'à 1965 concernant l'offre de produits agricoles de certaines régions italiennes <sup>(1)</sup>. La méthode adoptée diffère des procédés usuels d'évaluation de l'offre basés sur des fonctions de production d'exploitations, et il est donc opportun de souligner brièvement les caractéristiques essentielles de la méthode. La projection de la quantité offerte est effectuée grâce aux phases suivantes :

- a) choix de l'échantillon d'exploitation;
- b) stratification des exploitations selon l'orientation de la production et les conditions de milieu;
- c) calcul des fonctions de production pour chaque classe d'exploitations;
- d) calcul de l'« exploitation moyenne » pour chaque classe;
- e) sur la base des statistiques régionales, affectation à chaque « exploitation moyenne » d'un coefficient d'importance correspondant à la zone de la région couverte par ce type d'exploitation;
- f) estimation des modifications les plus probables (tant pour la région entière que pour chaque type d'exploitations) durant la période prise pour référence dans les variables indépendantes par les fonctions de production;
- g) prévision de l'offre pour chaque type d'exploitation et pour toute la région par suite des modifications prévues en ce qui concerne l'importance quantitative des facteurs;
- h) évaluation des modifications affectant la composition de l'offre.

La méthode a été employée pour une projection de l'offre des produits agricoles jusqu'en 1965 dans certaines régions de l'Italie méridionale (Pouilles, Basilicate, Calabre, Sicile et Sardaigne).

Dans une étude effectuée sur certains échantillons d'exploitations agricoles du versant tyrrhénien de la Calabre, Orlando a estimé la productivité du travail. <sup>(2)</sup> Elle a été utilisée comme un instrument de mesure du degré de sous-emploi de la main-d'œuvre. Les renseignements succincts sur la nature des fonctions de production des exploitations, sur leurs diverses utilisations possibles et sur certaines études effectuées en Italie suffisent à indiquer que même

cet instrument de connaissance et d'analyse peut s'avérer particulièrement utile pour certains des objectifs envisagés dans le présent rapport. Il faut surtout remarquer que les fonctions de production peuvent constituer un complément précieux des modèles de programmation linéaire. Comme on l'a vu, ces derniers sont employés en général pour l'analyse de l'emploi des moyens de production et de l'efficacité au niveau des exploitations. Bien que pour certains objectifs l'analyse puisse s'effectuer par référence à une exploitation « typique » ou « représentative » dans une situation déterminée, il est plus important de connaître les combinaisons et la productivité des moyens de production dans des groupes plus ou moins importants d'exploitations. Dans ce sens, les fonctions de production peuvent être employées tant pour l'appréciation de la situation existante, et partant pour préciser la nécessité de certaines interventions, que pour l'évaluation a posteriori de leurs effets sur la dimension et la productivité des facteurs. Elles sont donc considérées essentiellement comme un instrument de connaissance : elles répondent moins aux objectifs d'une prévision analytique des conséquences de modifications déterminées des variables.

Cela, il faut bien le noter, non pas en raison de la structure du modèle en soi, mais du fait que les données d'exploitations qui portent normalement sur l'emploi des facteurs en particulier permettent exclusivement l'analyse à un niveau notablement agrégé. Lorsqu'il est possible de disposer d'informations plus analytiques sur l'emploi des divers facteurs dans les diverses activités qui composent la combinaison productive de l'exploitation, on peut établir des fonctions de nature plus analytique, qui pourraient également être utilisées en vue de la prévision des effets de certaines variables du modèle sur le revenu d'exploitation, sur la productivité et l'emploi des facteurs et sur la combinaison productive.

### C. L'UTILISATION PRATIQUE DES MODÈLES D'ANALYSE FACTORIELLE

C'est surtout sous la direction du professeur G. Hamming que l'analyse factorielle appliquée à l'étude économique des entreprises s'est fortement développée aux Pays-Bas où les chercheurs ont pu disposer de nombreuses données comptables détaillées. La meilleure façon de montrer comment l'analyse factorielle est appliquée au domaine qui nous intéresse est d'en donner un exemple.

Pour des études de ce genre, on analyse en règle générale les données comptables de 30 à 50 exploitations agricoles plus ou moins homogènes.

L'exemple donné ici concerne cependant l'analyse d'un nombre exceptionnellement grand d'exploita-

(1) G. Barbero: « Projection of farm output based on cross-section analysis of farm data » in G. Orlando et V. Cao-Pinna : « Forecast for demand and supply of agricultural products to 1965-70 » (en préparation).

(2) G. Orlando: « La produttività del lavoro agricolo e lo sviluppo delle aree arretrate » — Istituto Nazionale di Economia Agraria, Rome, 1957.

TABLEAU n° 13

## Tableau des aspects pour des exploitations mixtes

Variables	Pourcentages de dépendance (1)							Dépendance totale
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
<i>Revenu, efficacité du travail et productivité</i>								
1. Revenu du travail par travailleur	55 +	45 +	.	3 +	.	.	.	103 (2)
2. Heures standard par travailleur	81 +	.	.	.	3 —	.	.	84
3. Revenu du travail par heure standard	.	79 +	.	.	4 +	.	.	83
<i>Structure de l'exploitation</i>								
4. Heures standard pour les cultures en % du total d'heures standard	.	.	92 +	.	.	.	.	92
5. Heures standard consacrées aux porcs en % du total d'heures standard	.	.	.	85 +	.	.	.	85
6. Heures standard consacrées aux poules en % du total d'heures standard	.	.	12 —	10 +	62 +	.	.	84
7. Heures standard consacrées à l'horticulture en % du total d'heures standard	.	.	4 +	4 +	.	19 +	.	27
8. Heures standard consacrées au gros bétail en % du total d'heures standard	.	.	42 —	38 —	12 —	4 —	.	96
<i>Disponibilité en travail</i>								
9. Total d'heures standard	10 +	.	13 +	.	5 —	.	58 +	86
10. Superficie agricole utile	3 +	.	16 +	6 —	10 —	10 —	42 +	87
11. Total travail familial	25 —	.	6 +	.	3 —	.	18 +	52
12. Travail familial par ha	45 —	.	14 —	6 +	15 +	6 +	.	86
13. Travail étranger à la famille en % du travail total	7 +	.	3 +	3 —	.	3 —	9 —	25
14. Heures standard par ha	.	.	23 —	32 +	15 +	14 +	.	84
<i>Rentabilité des différentes activités</i>								
15. Rendement des cultures par heure standard	.	.	92 +	.	.	.	.	92
16. Rendement des porcs moins nourriture par heure standard	.	5 +	.	74 +	.	.	.	79
17. Rendement des poules moins nourriture par heure standard	.	6 +	7 —	6 +	62 +	.	.	81
18. Rendement du gros bétail moins nourriture par heure standard	.	8 +	40 —	28 —	15 —	3 —	.	94

(1) Les pourcentages 1, 2 et 3 sont remplacés par des points.

(2) Ce total est supérieur à 100 à cause d'erreurs dues aux chiffres arrondis.

tions, soit 200. Ces exploitations n'étaient pas homogènes au point de vue de la structure de l'exploitation, ce qui est apparu clairement à l'analyse. (1)

La matrice des données d'expérience était telle qu'il fallait distinguer sept aspects. Le tableau des aspects reproduit ci-dessus (tableau n° 13), indique les variables incluses dans l'examen; les pourcentages des variations sont indiqués dans le tableau en fonction de chacun des sept aspects. Afin de ne pas allonger le texte, nous ne discuterons en détail que le premier aspect (aspect I). Nous n'envisagerons que très rapidement les autres.

(1) G. Hamming et A.H.J. Liberg : « Aspecten van de bedrijfsvoering van gemengde bedrijven op zandgrond » — La Haye, Landbouw-Economisch Instituut, 1960.

Une heure standard est le travail nécessaire normalisé par an, par unité de culture ou par animal. Le nombre total d'heures standard d'une exploitation (variable 9) peut donc être considéré comme une mesure de la dimension de l'exploitation.

Les différentes activités d'une exploitation sont additionnées à l'aide d'heures standard uniformes, semblables pour toutes les exploitations. La «structure» d'une exploitation peut par conséquent être caractérisée par la quantité «d'heures standard pour les cultures» de l'exploitation, la quantité «d'heures standard consacrée au gros bétail» de l'exploitation, etc., en pourcentage du nombre total d'heures standard de l'exploitation (variables 4 à 8).

Une grande quantité d'heures standard par travailleur (variable 2) signifie donc qu'un travailleur s'occupe de beaucoup de bétail ou de nombreux hectares de culture.

Nous constatons dans l'aspect I que, quelle que soit la «structure» des exploitations, l'augmentation du nombre d'heures standard par travailleur (variable 2) va de pair avec un accroissement du revenu par travailleur (variable 1). Comme on l'a déjà dit, cela peut être atteint sans que change la «structure» des exploitations (les variables 4, 5, 6, 7 et 8 n'interviennent pratiquement pas dans l'aspect I).

Comment obtient-on une plus grande quantité d'heures standard par travailleur ? Nous constatons dans l'aspect I que cela se produit lorsque la quantité de travail familial par hectare diminue (voir variable 12). On peut avoir une faible quantité de travail familial par hectare de deux façons : ou bien avoir peu de main-d'œuvre familiale, ou bien disposer d'une plus grande superficie d'exploitation. Nous le constatons d'ailleurs pour l'aspect I : la diminution du travail familial par hectare va de pair avec celle de la variable quantité de travail familial par exploi-

tation (11 = —) et aussi quelque peu avec une augmentation de la superficie cultivée (10 = +). L'aspect I indique ensuite que des exploitations faisant un peu plus largement appel au travail étranger à la famille (13 = +) atteignent également un nombre plus élevé d'heures standard par travailleur. Il s'ensuit qu'il faut attacher une très grande importance au côté quantitatif : 55 % des différences de revenu s'expliquent par cet aspect. On peut aussi changer les signes dans une colonne. On y lit alors que, si la quantité de travail familial dans une exploitation est élevée, la quantité d'heures standard par travailleur est faible et, par conséquent, le revenu par travailleur peu élevé. Le pourcentage de dépendance peu élevé de la variable «superficie agricole utile» indique que la superficie des exploitations examinées ici n'est cependant pas aussi importante pour obtenir un bon revenu par travailleur qu'il est généralement admis (le coefficient de corrélation entre superficie et heures standard par travailleur n'était que 0,31 dans ces exploitations). Ce sont probablement les exploitations un peu meilleures, avec une efficacité de travail relativement bonne, qui sont examinées ici.

Dans d'autres analyses factorielles où l'on avait travaillé sur des sondages au hasard, l'influence de la superficie sur la quantité d'heures standard par travailleur était plus grande. Il est possible de mieux expliquer et de mieux illustrer un aspect tel que celui qui est exposé ici, par exemple en ordonnant de façon appropriée des données empiriques dans un tableau comme celui qui suit (tableau n° 14) et qui est basé sur un échantillon très étendu d'exploitations mixtes en terrain sableux.<sup>(1)</sup>

(1) A. Maris et R. Rijnveld : «Het kleine boerenvraagstuk op de zandgronden» — La Haye, Landbouw-Economisch Instituut, 1960.

TABLEAU n° 14

*Efficienc e du travail dans 2 900 exploitations*  
(nombre d'unités de travail par travailleur)

Type de main-d'œuvre	Superficie de l'exploitation					Toutes exploitations
	1 - 7 ha	7 - 10 ha	10 - 15 ha	15 - 20 ha	> 20 ha	
Chef d'exploitation	2 550	3 300	3 750	4 800	.	3 100
Chef d'exploitation et main-d'œuvre étrangère à la famille	3 050	2 950	3 350	3 800	4 250	3 650
Chef d'exploitation et fils	1 950	2 250	2 700	3 150	3 550	2 550
Chef d'exploitation et membres de sa famille logeant sous son toit	1 900	2 350	3 000	3 300	4 150	2 650
Tous types	2 300	2 750	3 000	3 500	4 000	2 900

Dans ce tableau, nous voyons la quantité d'heures standard par travailleur augmenter avec la dimension des exploitations. Il ressort aussi très clairement que le maximum d'efficience du travail est atteint dans la catégorie des exploitations à un travailleur (exploitant seul) et dans les exploitations à salariés. Il est évident que des analyses comme celle-ci peuvent donner une compréhension profonde du comportement économique des types d'exploitation à étudier. Il est notamment évident que l'aspect discuté ici est très important pour comprendre les problèmes structurels des régions sableuses aux Pays-Bas.

Notons encore que les autres aspects, dont nous ne discuterons pas ici, peuvent également donner lieu à des conclusions intéressantes. Signalons seulement

que l'aspect II indique une autre cause de différences du revenu, que l'aspect III fait apparaître entre autres que les grandes exploitations se spécialisent dans les cultures, que l'aspect IV indique notamment que les petites exploitations s'occupent d'élevage de porcs et que, d'après les aspects V et VI, les plus petites se spécialisent dans l'élevage des poules et l'horticulture. Toutes ces structures aboutissent grosso modo à un revenu «moyen» par unité-travailleur; aucun de ces sous-types ne donne un revenu par travailleur nettement plus favorable que les autres (voir la variable 1 du tableau n° 13). L'aspect VII traduit une tendance défavorable dans une partie des exploitations de grande superficie; bien qu'ayant plus d'heures standard, elles ont plus de travailleurs familiaux, donc un revenu par travailleur qui n'est pas plus élevé.

## L'UTILISATION DES MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES DANS LES PAYS DE LA C.E.E.

Dans la C.E.E., il est fait, ces dernières années, un usage de plus en plus grand des modèles d'exploitations agricoles. On peut constater que ce sont les pays qui disposaient déjà depuis quelques années d'abondantes données comptables et de recensements agricoles détaillés qui déploient à l'heure actuelle la plus grande activité dans les domaines étudiés ici. Dans des pays comme l'Allemagne (R.F.) et les Pays-Bas, qui disposent d'une masse de données statistiques agricoles, on a enregistré au cours des dernières années un essor prodigieux de la recherche économique et, de ce fait, un intérêt fortement accru à l'égard de la construction et de l'utilisation de modèles d'exploitations agricoles.

En France, en Italie et en Belgique (où l'on dispose en général d'une quantité beaucoup plus restreinte de données), on voit néanmoins aussi s'accroître l'intérêt manifesté à l'égard de la recherche économique et agricole en général et des modèles d'exploitations agricoles en particulier, surtout dans les instituts de recherche, les établissements d'enseignement supérieur et les universités.

### A. L'UTILISATION DES MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES EN ALLEMAGNE (R.F.)

#### I. SITUATION ACTUELLE

C'est vers 1935 que la méthode budgétaire simple qui est utilisée par les services de vulgarisation agricole ainsi que pour la gestion pratique des exploitations, a été introduite en Allemagne. Avec le temps, les auteurs les plus divers en sont venus de plus en plus à considérer cette méthode, qui, à l'origine, devait être un instrument de planification financière, comme un instrument de planification et de gestion des exploitations. Tous (Babo, Rintelen, Gruschwitz, Berger, Grobecker) partaient sans exception des rapports input-output d'une exploitation déterminée; ils se fondaient, lorsque c'était possible, sur la comptabilité. La méthode conçue pour les exploitations dotées d'une comptabilité était basée avant tout sur l'utilisation de certains indices de l'efficacité relative de certaines spéculations.

Après la guerre, deux méthodes ont été mises au point à partir de ces budgets utilisés sous une forme ou sous une autre par les vulgarisateurs allemands; elles ne reposent plus sur la comptabilité d'exploita-

tions existantes mais sur des normes scientifiquement déterminées des relations input-output que l'on peut normalement s'attendre à trouver en pratique dans le cas d'une gestion rationnelle. L'une de ces méthodes, le «Wirtschaftsrahmen» (cadre de calcul pour l'exploitation) combiné à une règle à calcul, a été mise au point par Preuschen, Rheinwald, Glasow et Blechstein, au Max-Planck-Institut für Landarbeitslehre und Landtechnik de Bad Kreuznach, et elle utilise, dans sa forme actuelle, une règle à calcul spéciale indiquant les normes techniques les plus importantes pour l'exploitation agricole. Cette méthode, dite «de Kreuznach», a été spécialement étudiée en vue de son application aux petites exploitations familiales; elle est basée sur le principe qu'en courte période, et avec une certaine marge d'erreur, l'ensemble des charges, en particulier pour la main-d'œuvre, la traction, les engrais, les bâtiments et les machines doit en pratique être considéré comme fixe. On s'efforce néanmoins de tenir compte dans une certaine mesure des écarts dans l'emploi de la main-d'œuvre et de la traction grâce à un système de points. L'objectif est de déterminer, compte tenu des conditions et des restrictions posées, le produit brut maximum. Dans les conditions données, l'organisation correspondante de l'exploitation est alors l'organisation optimale. En plus de la règle à calcul, la méthode utilise, pour déterminer le produit brut optimal, la résolution graphique du problème, mais, par définition, elle ne peut tenir compte que d'un nombre relativement restreint de limitations. La rapidité avec laquelle cette méthode peut être utilisée par les vulgarisateurs agricoles après une période de mise au courant a permis sa diffusion dans certaines régions de l'Allemagne (R.F.).

La méthode élaborée par l'Institut für Betriebswirtschaft de Brunswick-Völkenrode, repose exactement sur le même principe, celui de l'utilisation de normes scientifiquement déterminées des rapports input-output. Elle utilise toutefois comme instrument de travail un recueil abondant de tableaux de normes assorties des conditions auxquelles elles s'appliquent en pratique. Elle n'a pas été élaborée en vue de la vulgarisation agricole ou de la détermination de l'organisation optimale, mais uniquement comme instrument de recherche scientifique en matière d'économie d'entreprise. Ceux qui l'ont mise au point ont estimé qu'elle devait d'abord servir à déterminer la structure des coûts et les possibilités de revenu de certains types d'exploitations de l'agriculture allemande et à tester mathématiquement les possibilités de rationalisation qui s'offraient, dans le domaine technique notamment. Cette méthode permet aussi, en appliquant les principes de la méthode

budgétaire, de formuler des propositions pour améliorer l'organisation des exploitations dans des conditions données mais, par nature, ces propositions ne peuvent se rapprocher que dans certaines limites de l'organisation optimale. Comme la méthode est relativement compliquée et que l'analyse mathématique de l'exploitation doit être très précise, le champ d'application est essentiellement limité à la recherche scientifique. En République fédérale, cette méthode a été appliquée dans la plupart des instituts de recherche sur l'économie d'entreprise. Certains, tels que l'Institut für landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitslehre de Kiel et l'Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre de Bonn, ont modifié cette méthode.

A Kiel, on a essayé de simplifier l'ensemble de la méthode de calcul tandis qu'à Bonn on a remplacé les normes élaborées sur des bases scientifiques par des chiffres obtenus au moyen d'enquêtes effectuées auprès d'exploitations de certaines régions.

L'Institut für Wirtschaftslehre des Landbaues de Stuttgart-Hohenheim, a combiné la méthode de Kreuznach avec celle de Völkenrode. En ce qui concerne la vulgarisation agricole pratique, cette méthode n'a été utilisée que de façon isolée et dans des cas particulièrement compliqués. Son développement ne peut être considéré comme terminé.

Au cours de ces dernières années, l'Institut für landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitslehre de Göttingen a élaboré une méthode perfectionnée de programme planning, dite «verbesserte Differenzmethode» (méthode différentielle améliorée) de Weinschenk. On envisage de combiner les deux méthodes de façon à permettre, même pour les cas difficiles, la détermination du plan optimum de production dans des conditions déterminées, sans devoir recourir à la programmation linéaire. En pratique, cela est possible dès à présent. Ces travaux visent uniquement à améliorer encore la technique de calcul et notamment les formulaires.

En Allemagne (R.F.), une longue pratique de la comptabilité à partie simple et à partie double et de l'emploi des diverses techniques budgétaires (budgeting) créait un terrain favorable à l'utilisation de la programmation linéaire et de l'analyse de fonctions de production. Bien que le développement de la programmation linéaire ne soit pas suffisant dans les conditions allemandes pour qu'on puisse parler d'une utilisation sur une grande échelle notamment dans la vulgarisation agricole, il faut néanmoins signaler que les instituts suivants s'occupent du développement et de l'application de la programmation linéaire :

- l'Institut für Betriebswirtschaft der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Brunswick-Völkenrode,
- l'Institut für landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitslehre, Göttingen,
- l'Institut für landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitslehre, Kiel,

— l'Institut für Wirtschaftslehre des Landbaues, Stuttgart-Hohenheim,

— l'Institut für Wirtschaftslehre des Landbaues, Munich,

— la Forschungsstelle für bäuerliche Familienwirtschaft, Francfort sur le Main.

En même temps que la programmation linéaire, l'institut de Kiel, étudie l'application et le perfectionnement de l'analyse des fonctions de production. Jusqu'ici toutefois, on ne dispose de publications à ce sujet que dans un seul cas.

Étant donnée la grande activité déployée antérieurement dans le domaine de la méthode budgétaire, le problème de la collecte des données semble relativement simple. Cependant, force est encore une fois aux chercheurs de constater à propos de la construction de modèles complexes, que bien des choses laissent à désirer pour ce qui est des données de base <sup>(1)</sup>. Il y a peu de temps encore, on ne disposait en Allemagne (R.F.) que de peu de personnel scientifique pour établir des modèles mathématiques d'exploitations. On peut toutefois estimer que, dans chacun des instituts mentionnés, un ou deux spécialistes au moins se servent de la programmation linéaire.

## 2. PERSPECTIVES

Étant donné que la plupart des instituts scientifiques de la République fédérale d'Allemagne manifestent un grand intérêt pour le développement des calculs relatifs à l'économie d'entreprise et du calcul des coûts, la programmation linéaire et l'analyse des fonctions de production ainsi que pour les budgets perfectionnés et le programme planning, on peut penser que ces méthodes seront appliquées à l'avenir dans le cadre de la recherche en matière d'économie d'entreprise et, le cas échéant, en matière de politique agricole aussi. Les méthodes économétriques pourraient, à bref délai être appliquées aussi largement à l'économie d'entreprise qu'elles l'ont été à l'étude des marchés. Cependant il n'est pas encore possible d'apprécier l'importance que revêtent pour la politique agricole de la Communauté économique européenne les travaux exécutés par les divers instituts de recherche. Mais comme il s'agit de secteurs de recherche relativement peu importants par rapport aux besoins d'information de la Communauté, on peut s'attendre à recevoir dès à présent des réponses complètes à toutes les questions posées. Il est bien davantage probable qu'on verra d'abord paraître des études traitant de problèmes partiels et présentant plus d'importance sur le plan des mathématiques que sur celui de la politique en général.

<sup>(1)</sup> H. Bergmann : „Probleme der Datengewinnung bei der Anwendung ökonomischer Methoden in der landwirtschaftlichen Betriebswissenschaft“ — Hiltrup, 1963.

On ne connaît pas non plus jusqu'ici de projet visant à exploiter et à analyser systématiquement à l'aide de l'analyse des fonctions de production et de l'analyse factorielle les données comptables réunies dans le cadre du « rapport vert ». Or, sans cela, la documentation disponible ne peut servir à la programmation linéaire. Il est cependant possible d'obtenir dans une certaine mesure la documentation nécessaire au moyen de la méthode de calcul des coûts élaborée par l'Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre de Giessen.

L'Institut für landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitslehre de Göttingen s'efforce par ailleurs d'améliorer le système de comptabilité allemand de façon que la documentation comptable puisse être utilisée aux fins de la programmation linéaire et de l'application du programme planning (méthode différentielle améliorée).

## B. L'UTILISATION DES MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES DANS LES PAYS DU BENELUX

### 1. SITUATION ACTUELLE

Le flux, de plus en plus grand après la guerre, de données comptables détaillées et de données relatives au calcul des temps de travail destinées au calcul du prix de revient, a créé aux Pays-Bas un climat favorable à la pratique de l'économie d'entreprise agricole.

Les données disponibles ont notamment fait apparaître de grandes différences entre les résultats d'exploitation, même entre exploitations d'un même type. On a donc cherché une explication à ces grandes différences et la recherche positive empirique, notamment l'analyse factorielle, s'est très largement développée aux Pays-Bas. Les données ont permis aussi d'arriver à différents types de budgets d'exploitation utiles à la recherche et à la vulgarisation.

Le moment était donc bien choisi pour examiner si la programmation linéaire ne pouvait pas contribuer au développement des travaux dans le domaine budgétaire. Il apparut très vite que c'était le cas.

Tout d'abord, l'étude théorique a donné immédiatement une meilleure compréhension des problèmes de la planification des exploitations. La diffusion de vive voix et par écrit de ces idées a favorablement influencé le travail budgétaire traditionnel, du fait qu'on est arrivé à une meilleure compréhension des difficultés parfois grandes auxquelles la planification des exploitations doit faire face. Le désir d'arriver à une meilleure compréhension du problème de la dimension des exploitations à l'occasion de l'établissement de nouvelles exploitations agricoles dans les polders du Zuiderzee a beaucoup stimulé l'étude

des problèmes pratiques au moyen de la programmation linéaire. Entre-temps, le Service national de vulgarisation agricole commençait dans certaines provinces à s'intéresser à la solution d'un certain nombre de problèmes d'exploitation au moyen de la programmation linéaire.

Le travail de programmation pour les nouveaux polders a permis d'acquérir beaucoup d'expérience dans le domaine de la programmation dite paramétrique, c'est-à-dire la programmation dans laquelle un ou plusieurs coefficients ou autres valeurs sont supposés variables tandis que les programmes de production varient dans certaines limites. Il s'agit donc ici de modèles que les chercheurs français appellent parfois « modèles de structure », lorsque les surfaces sont supposées variables, la disponibilité en main-d'œuvre restant identique, et « modèles de conjoncture », lorsque les prix sont supposés variables. <sup>(1)</sup>

Beaucoup de conseillers agricoles accordent aussi à l'heure actuelle une grande attention au programme planning.

Par rapport aux Pays-Bas, la Belgique et le Luxembourg sont en retard sur ce point. Ces deux pays semblent pourtant décidés à suivre l'évolution du premier. Dans le cadre de la coopération Benelux, on est arrivé en Belgique et au Luxembourg à un projet de système de comptabilité agricole identique à celui des Pays-Bas. Ajoutons qu'en Belgique la méthode budgétaire est, depuis de longues années déjà, un instrument utilisé dans la vulgarisation agricole et la recherche.

Aux Pays-Bas, une vingtaine de chercheurs hautement spécialisés travaillent à l'heure actuelle au développement de la recherche mathématique et empirique dans le domaine de l'analyse factorielle (et des analyses de régression connexes) et de la programmation linéaire (la plus grande partie de ces recherches sont effectuées au Landbouw-Economisch Instituut à La Haye et le reste dans un certain nombre d'instituts de Wageningen, tels que la Proefstation voor Akker- en Weidebouw et l'Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding).

La méthode budgétaire est utilisée sur grande échelle par les ingénieurs et les assistants du Service national de vulgarisation agricole.

En Belgique, le nombre de personnes utilisant les programmations mathématiques dans la pratique est très faible. Toutefois la méthode budgétaire traditionnelle est appliquée sur une échelle assez grande par l'administration de la production agricole du ministère de l'agriculture à Bruxelles. On peut estimer qu'une trentaine de spécialistes en cette branche sont au courant de la méthode budgétaire.

<sup>(1)</sup> Pour une bonne étude sur ce sujet, voir par exemple : J. De Veer et A.J. Louwes « De toekomstige economische mogelijkheden voor akkerbouwbedrijven van verschillende grootte bij verschillende zwaarte van de grond in de IJsselmeerpolders » — L.E.I., B.E.M. 42, 1962.

## 2. PERSPECTIVES

Ce qui a été dit à propos de l'évolution en Allemagne (R.F.) s'applique probablement aussi à la Belgique et au Luxembourg. Il se peut pourtant que, vu le nombre de chercheurs assez grand en Allemagne (R.F.), l'évolution dans le domaine de recherche qui nous occupe y soit plus rapide qu'en Belgique et au Luxembourg.

Il est probable qu'aux Pays-Bas aussi un plus grand nombre de chercheurs seront affectés dans l'avenir aux branches de la recherche économique que nous venons de décrire. C'est ainsi qu'à l'Institut supérieur d'agriculture on constate un intérêt accru pour la méthode décrite dans le présent rapport.

Le danger qui menace toujours un petit pays et qui est que ses équipes de recherches, peu nombreuses, diminuent et disparaissent, se trouve donc plus ou moins écarté. La situation est même si favorable en ce moment aux Pays-Bas que ce pays pourrait, grâce aux modèles d'exploitations étudiés dans le présent rapport, fournir à bref délai des renseignements sur quelques types importants d'exploitations agricoles néerlandaises si cela s'avérait nécessaire pour la politique agricole de la C.E.E.

### C. L'UTILISATION DES MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES EN FRANCE

#### 1. SITUATION ACTUELLE

L'établissement de modèles destinés à servir soit de références dans le domaine de la gestion, soit de données de base aux travaux sur l'évolution des revenus et des structures n'a pas été entrepris systématiquement en France. Le modèle d'exploitation est un instrument de travail dont on reconnaît généralement l'utilité, mais qui est établi par les conseillers de gestion le plus souvent d'une manière empirique à la suite d'études de comparaison d'exploitations appartenant à un même groupe ou exceptionnellement par des chercheurs qui utilisent un cadre d'établissement du modèle fondé sur le calcul économique. Il est donc nécessaire de marquer la différence entre les travaux des ingénieurs économistes qui se livrent quotidiennement à des tâches de gestion et de vulgarisation dans le cadre des petites régions agricoles et les études entreprises dans certains centres départementaux et dans certaines institutions de recherche par un personnel spécialisé dans des travaux méthodologiques. Une telle distinction mérite d'être retenue pour la période récente en France; pourtant, de plus en plus, la diffusion des travaux sur les méthodes d'établissement des modèles ainsi que le souci marqué de la part des chercheurs de construire des modèles adaptés à des situations

réelles ont récemment provoqué en France l'extension du réseau de recherche appliquée en matière de modèles. Ainsi de nombreux centres d'économie rurale publient aujourd'hui des résultats constituant les normes clés de systèmes pilotes obtenus par application de méthodes dérivées du direct costing (Marne, Haute-Garonne, etc.). De même, de nombreux centres ont construit suivant des méthodes plus ou moins élaborées des modèles d'exploitations introduisant des contraintes de structure (Bas-Rhin, Seine-et-Oise, etc.). Aussi, pour mettre un peu d'ordre dans la présentation de la situation actuelle, nous attacherons-nous à décrire en premier lieu l'état actuel d'activité le plus largement rencontré dans les organismes de gestion, présentant en second lieu les tendances observées dans certains centres en évolution et dans les institutions de recherche qui apportent leur contribution à l'étude des modèles d'exploitations.

#### a) *Étude des systèmes de production et présentation des données d'exploitations modèles dans les centres de gestion*

Partant de l'analyse monographique d'exploitation ou de l'analyse de groupes homogènes plus ou moins étoffés d'exploitations (de 10 à 35 exploitations suivant les régions), les conseillers de gestion déterminent les composantes de systèmes de production pilotes (modèles d'exploitations empiriques) dans la plupart des centres. Ces systèmes sont établis soit à l'aide de moyennes des résultats d'exploitations de tête, soit directement par référence à un très petit nombre de systèmes existants considérés comme systèmes pilotes. La plupart des publications des centres de gestion font état de ces données.

#### b) *Étude méthodologique et recherche appliquée sur les modèles d'exploitations dans les centres et institutions de recherche*

Cette technique élémentaire d'établissement de modèles d'exploitations apparaît aujourd'hui dépassée et une recherche systématique d'élaboration des modèles suivant les méthodes de programme planning est entreprise dans de nombreux centres, notamment dans le Bas-Rhin, l'Eure, la Marne, la Haute-Garonne; deux études présentées dans le rapport de P. Cordonnier <sup>(1)</sup> illustrent cette tendance nouvelle au calcul de marges et à l'établissement de modèles suivant des méthodes dérivées du programme planning. En fait, la plupart des centres se tournent aujourd'hui vers ces méthodes; un certain nombre d'entre eux utilisaient d'ailleurs depuis plusieurs années le calcul de marges ou de coûts standard pour la construction de budgets d'exploitation;

(1) P. Cordonnier: «Modèles d'exploitations agricoles — leur application en France» — C.E.E., série: Les structures agricoles dans la C.E.E., n° 18, 1963.

citons principalement les centres de l'Est : Côte d'Or, Doubs, Saône-et-Loire, Jura, Haute-Saône, ainsi que la Seine-Maritime. L'intérêt suscité dans les centres par les méthodes de synthèse de systèmes de production à partir du calcul de marges par spéculation provient pour une grande part de l'action de certaines institutions dont le rôle a été d'approfondir, d'expérimenter et de diffuser des techniques empruntées aux pays anglo-saxons. Citons :

— la Fédération nationale des organismes de gestion agricole qui a pris une part notable dans la diffusion des méthodes;

— le Centre national de comptabilité et d'économie rurale; sa contribution dans l'étude du calendrier de travail et des besoins en travail des exploitations ainsi que dans l'application des méthodes dérivées de la programmation linéaire à l'établissement de modèles d'exploitations a été importante;

— L'Institut national de la recherche agronomique dont plusieurs laboratoires et spécialement le Laboratoire d'économie rurale de Grignon se préoccupent depuis plusieurs années des problèmes d'analyse et de synthèse des systèmes de production.

Les mêmes organismes ont apporté (dans une mesure variable) leur contribution à l'étude des modèles de structure répondant aux objectifs de la loi d'orientation agricole du 5 août 1960.

L'effort principal entrepris en France en matière de modèles porte sur les modèles de gestion établis dans le cadre de la petite région agricole et pour des catégories déterminées de surface d'exploitation. Les données de base indispensables à l'élaboration de ces modèles sont les rapports input-output qui relient facteurs et produits et les limitations présentées par le milieu étudié. Grâce aux travaux du Laboratoire d'économie rurale de Grignon, du Centre national de comptabilité et d'économie rurale et de l'Institut d'organisation scientifique du travail en agriculture, de nombreuses données concernant les besoins en travail de la production agricole ont fait l'objet de publications. D'autre part, dans les centres de gestion, un effort systématique de normalisation concernant l'utilisation des facteurs et les résultats de la production a été également entrepris.

Un effort aussi systématique n'a pas été entrepris pour l'établissement des limitations agronomiques, économiques et psychologiques propres au milieu dans lequel on se propose de construire des modèles d'exploitations. Ces lacunes devraient progressivement disparaître au fur et à mesure du développement même des méthodes. Mais il ne faut jamais perdre de vue que ces lacunes ne disparaîtront et que des modèles élaborés définissant des systèmes optima par groupe d'exploitations ne pourront être établis qu'à la condition que les centres d'économie rurale disposent d'un personnel d'ingénieurs économistes ayant acquis une expérience solide dans le domaine de la gestion d'entreprise.

## 2. PERSPECTIVES

Le développement accéléré des centres de gestion et des institutions de recherche laisse prévoir une accentuation des efforts entrepris dans l'étude et la construction des modèles d'exploitations ainsi que dans la normalisation des données indispensables à la confection des modèles. La formation des ingénieurs partiellement complétée dans les sessions de perfectionnement et grâce aux publications d'économie rurale des organismes d'enseignement et de recherche <sup>(1)</sup> devrait permettre dans un proche avenir la détermination de modèles d'exploitations répondant à des objectifs de gestion dans les cadres régionaux. D'autre part, ce cadre institutionnel que constitue l'ensemble des centres de gestion apparaît suffisamment armé pour permettre également dans l'avenir l'avancement d'études sur les modèles comme les modèles de structure et de conjoncture.

Cependant à court terme, ce n'est que dans les régions où l'information est suffisamment dense, l'encadrement relativement important, principalement dans les centres d'économie rurale régionaux ayant acquis une bonne expérience dans le domaine de la gestion des entreprises, que les modèles élaborés définissant des systèmes optima par groupe d'exploitations pourront être établis.

Le développement des modèles de fonctions de production et de l'analyse factorielle sera probablement lent, vu les activités limitées dans ce domaine en France.

## D. L'UTILISATION DES MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES EN ITALIE

### 1. SITUATION ACTUELLE

En se référant à la classification des modèles discutés dans les chapitres précédents de ce rapport, on peut dire que l'activité de recherche et d'application des modèles d'exploitations en Italie, a porté sur les modèles normatifs comme sur les modèles descriptifs.

Dans la première catégorie, un degré différent d'approfondissement et d'application a été obtenu de chacun des modèles. De façon générale, les modèles normatifs ont été surtout utilisés pour la détermination de l'emploi optimal des moyens de production. Bien que les budgets, le programme planning et la programmation linéaire aient en commun des buts identiques, ils n'ont pas actuellement un degré semblable de diffusion et d'application en ce qui concerne

<sup>(1)</sup> A signaler notamment l'ouvrage «Nouvelle gestion des exploitations agricoles» de MM. J. Chombart de Lauwe, J. Poitevin et J.C. Tirel — Editions Dunod, Paris, 1963.

l'étude des problèmes de l'usage efficient des facteurs de l'exploitation : cela est principalement dû au degré de complexité différent des trois types de modèles, lesquels demandent un degré croissant de spécialisation de la part des techniciens qui doivent les utiliser.

L'utilisation des budgets prévisionnels en Italie remonte au premier développement de l'économie de l'exploitation agricole. Elle a constitué en effet la technique d'analyse la plus largement utilisée pour les problèmes comportant un choix entre une série plus ou moins importante de solutions possibles.

En Italie, les budgets ont eu, pour ainsi dire, deux grands champs d'application : l'analyse et les prévisions concernant les unités de production dans les bassins de bonification et d'irrigation et l'analyse des choix économiques à l'intérieur de l'exploitation aux fins de gestion.

Dans le cadre du premier champ d'application, les budgets prévisionnels ont été utilisés surtout en vue de déterminer :

- a) la dimension des exploitations, étant donné certaines disponibilités de main-d'œuvre et de capital;
- b) le système de production à adopter dans les exploitations, compte tenu de leurs caractéristiques structurelles et de milieu

Dans le domaine de la gestion, les budgets prévisionnels ont été utilisés comme un instrument d'orientation dans les décisions partielles et globales (budgets partiels et globaux) pour l'organisation et la gestion de l'exploitation (1).

Les principes fondamentaux pour la construction des budgets prévisionnels adoptés en Italie sont identiques à ceux employés dans les autres nations et décrits dans les chapitres précédents. Si toutefois, quelqu'un avait intérêt à approfondir les études des budgets en Italie, signalons qu'il existe à ce sujet des ouvrages d'un certain intérêt auxquels on voudra bien se référer pour une étude approfondie des caractéristiques méthodologiques et des possibilités d'application de la méthode. (2)

(1) Une autre application des budgets prévisionnels concerne les prévisions de produits et de charges pour l'évaluation de la rente foncière.

(2) Les explications détaillées des procédés de calcul des budgets prévisionnels se retrouvent surtout dans les ouvrages anglo-saxons; p. ex. E.O. Heady et H. Jensen: « Farm management economics » — New York, 1954.

La littérature italienne peut offrir quelques aperçus sur les budgets prévisionnels comme instrument de calcul pour les décisions des exploitants, dans A. Jenina: « Economia rurale e ordinamento dell'azienda » — Turin, 1914; A. Serpieri: « L'azienda agraria » — Florence, 1943; A. Brizi: « Economia agraria » — Florence, 1944; M. Bandini: « Principi di economia agraria » — Bologne, 1949. Un exemple de l'application des budgets aux exploitations des bassins d'irrigation se trouve dans L. Gaetani et G. Medici: « Direttive della trasformazione fondiaria del Consorzio Aurunco di bonifica » — Lega, Faenza, 1940.

Le programme planning, en Italie, comme dans les autres pays, est considéré comme une méthode répondant au but d'améliorer la technique des budgets sans devoir entrer dans la complexité conceptuelle et de calcul de la programmation linéaire. Les résultats obtenus en Italie sont jusqu'à présent bien modestes : on se trouve encore à la phase de la mise au point de la méthode, laquelle, encore, manque d'une vaste application en ce qui concerne la gestion de l'exploitation.

Une enquête faite dans les différents instituts de recherches a montré que les instituts d'économie et de politique agricole des universités de Bologne et de Naples sont les seuls qui aient commencé une étude des possibilités d'application du programme planning aux problèmes posés par certains des principaux types d'exploitations de l'Italie septentrionale et méridionale. (3)

La programmation linéaire a été appliquée en Italie de façon particulière dans le secteur industriel; quant aux utilisations possibles de la méthode pour la solution des problèmes d'organisation de l'exploitation agricole, elles se sont limitées jusqu'à ce jour à des études de nature méthodologique ou ayant une valeur d'exemple. (4)

En ce qui concerne les recherches systématiques dans ce domaine, recherches conduites par des organismes et des instituts, il semblerait que jusqu'à présent seuls les instituts d'économie et de politique agricole des universités de Padoue, Bologne et Naples s'intéressent activement aux possibilités d'application de la programmation aux problèmes de l'exploitation agricole. (5)

(3) L'activité de recherche dans ce secteur est à ses débuts, comme il a été indiqué auparavant et des résultats qui contribuent aux problèmes vers lesquels a été dirigée l'application de la méthode et les procédés de calcul des plans d'exploitation, n'ont encore été publiés. Il est toutefois possible d'indiquer, en ligne générale, que les recherches en cours dans les instituts indiqués ci-dessus, se basent sur la méthode proposée par les économistes suédois H. Johnson, U. Renborg et V. Säfvestad: « Resultatmaximering i lantbruket » — Stockholm, 1959. Pour avoir une description plus précise de l'adaptation de cette méthode, appliquée par l'Institut d'économie rurale de l'Université de Naples, voir M. De Benedictis: « Modèles d'exploitations agricoles, leur application en Italie » — C.E.E., Série: Les structures agricoles dans la C.E.E., n° 19, 1963.

(4) Voir en particulier :

S. Ricossa: « La programmazione lineare in agricoltura » — Cronache economiche, février 1959;

S. Nocamuli: « La programmazione lineare come mezzo di indagine per la scelta della combinazione più produttiva dell'azienda agraria » — Genio Rurale, mai 1959;

S.C. Misseri: « Aspetti pratici delle scelte economiche nella impresa agraria » — Genio Rurale, octobre 1958.

(5) A l'université de Padoue est en voie de publication un volume sur l'application de la programmation linéaire en agriculture de D. Agostini. Dans cette université est en voie d'impression une étude de F. Lechi: « Una applicazione della programmazione economica ad una cascina lombarda », dans laquelle la programmation linéaire a été utilisée pour l'estimation des courbes de l'offre de l'exploitation en ce qui concerne le blé et les produits animaux.

Les principales difficultés qui font obstacle à une diffusion rapide de la méthode et à son application à l'exploitation agricole, consistent, comme dans le cas du programme planning, dans le manque de connaissance concernant les données élémentaires nécessaires à la définition des limitations et des processus de production.

En prenant maintenant en considération la seconde famille des modèles, c'est-à-dire celle des modèles descriptifs, il doit être relevé en premier lieu qu'en comparaison avec les modèles discutés précédemment, on peut dire que les fonctions de production ont joui d'une certaine popularité parmi les chercheurs italiens. Les fonctions établies à partir de relevés d'exploitations ont presque toujours été utilisées pour l'évaluation de la productivité des facteurs dans certains groupes d'exploitations, pour en évaluer le « degré d'équilibre » et effectuer des comparaisons entre groupes de structure et d'implantation différentes.

L'activité de recherche dans le secteur des fonctions de production a intéressé de nombreux chercheurs sans toutefois réussir à créer une chaîne de recherches auprès d'organismes ou d'instituts universitaires. Les premiers apports sont dus à Nocamuli qui en 1958 a appliqué la fonction du type Cobb-Douglas à un échantillon d'exploitations de la « collina bolognese ». <sup>(1)</sup>

En 1955, G. Barbero, dans une étude sur la réforme agraire en Italie, a utilisé les fonctions de production calculées à partir des données d'exploitations, pour estimer la productivité des facteurs employés dans les exploitations soumises à la réforme. <sup>(2)</sup>

Les informations obtenues grâce aux fonctions ont servi de base pour un ensemble de considérations critiques relatives à l'efficacité de la combinaison des facteurs de production, à la productivité des diverses catégories de capital, aux possibilités de substitution entre la main-d'œuvre et le capital.

Dans une étude plus récente, Barbero, utilisant des fonctions de production estimées à partir de données d'exploitation, a formulé des projections jusqu'en 1965 concernant l'offre globale des produits agricoles de certaines régions italiennes. <sup>(3)</sup>

Dans le secteur des modèles descriptifs, une attention toujours croissante est actuellement portée aux pro-

cedés d'analyse de l'efficience obtenue dans l'exploitation. <sup>(4)</sup>

L'analyse se base sur le calcul et l'interprétation de coefficients d'efficience à l'intérieur de groupes homogènes d'exploitations. On pense qu'un tel procédé d'analyse, bien que n'appartenant pas directement au secteur des modèles d'exploitations, doit être mentionné, vu qu'il est complémentaire des modèles signalés précédemment. L'analyse comparée de l'efficience de l'exploitation représente en général le premier pas dans l'étude d'un certain type d'exploitation, et fournit de ce fait la plupart des éléments nécessaires pour l'application des modèles descriptifs et normatifs.

## 2. PERSPECTIVES

Sur la base des considérations schématiques contenues dans le chapitre précédent, on peut dire que les modèles d'exploitations sont répandus et utilisés d'une façon beaucoup plus limitée en Italie que dans les autres pays de la Communauté.

Sans vouloir effectuer une analyse complète des raisons qui ont incité les économistes italiens à négliger ces instruments d'analyse, il faut toutefois chercher à préciser les causes principales, étant donné que ces dernières, si elles agissaient encore, pourraient représenter, même à l'avenir, des obstacles considérables à la diffusion des modèles d'exploitations.

Une de ces raisons réside indubitablement dans les caractéristiques de l'agriculture italienne d'avant la seconde guerre mondiale. Le pourcentage élevé des exploitations d'autoconsommation, le protectionnisme élevé et l'immobilité accentuée des facteurs de production entre l'agriculture et les autres secteurs rendaient les problèmes de l'amélioration de la gestion des exploitations agricoles beaucoup moins évidents que dans les autres secteurs. Les recherches dans le domaine de l'économie d'entreprise se sont donc notamment attachées à résoudre les problèmes de la description des caractéristiques de l'agriculture, plutôt qu'à évaluer ou à améliorer ses données structurelles et fonctionnelles. Depuis

(1) S. Nocamuli : « La produttività marginale dei mezzi di produzione in aziende agrarie », — Rivista di Economia Agraria, n° 4, 1958; du même auteur : « Sull'impiego di una funzione trascendente per lo studio della produttività delle aziende agrarie », — Annales de la faculté d'économie et de commerce de l'université de Palerme, n° 1, 1959.

(2) G. Barbero : « Riforma agraria italiana: risultati e prospettive » — Feltrinelli, 1960.

(3) G. Barbero : « Projection of farm output based on cross-section analysis of farm data »; in G. Orlando et V. Cao-Pinna, « Forecast for demand and supply of agricultural products to 1965-70 » (en préparation).

(4) Pour une première application en Italie des coefficients techniques et économiques, indicateurs de l'efficience productive, voir E. Di Cocco : « L'analisi tecnico-economica dell'azienda agraria » — Lega, Faenza, 1955. Une étude générale des principes de la méthode d'analyse comparée pour des groupes d'exploitations, voir G. Amadei : « Analisi aziendale; un ponte tra teoria e realtà » — Genio Rurale, juin 1962. Une exposition détaillée d'un procédé d'analyse de l'efficience de l'exploitation, se retrouve chez M. De Benedictis : « Evaluation de l'efficience de l'exploitation. Centre de spécialisation et de recherches économique-rurales pour le Sud de l'Italie » — Portici, 1962 (polycopié) et l'application de la méthode : Q. Paris; « L'évaluation de l'efficience technique et économique d'un groupe d'exploitations en Campanie » — Portici, 1962 (polycopié).

une dizaine d'années, comme on le sait, les caractéristiques et les problèmes soulevés par l'agriculture italienne se sont modifiés rapidement. Le problème de l'efficacité de l'exploitation et de l'efficacité intersectorielle est devenu un problème de premier plan, dont la connaissance est considérée comme essentielle pour un développement économique rapide et équilibré.

Une seconde cause réside dans la nécessité pour le chercheur d'avoir une connaissance approfondie de l'économie politique, des sciences mathématiques et des statistiques, sciences essentielles pour la compréhension et l'application de technique d'analyse telles que les modèles. Il n'est accordé d'autre part, à ces disciplines, qu'une importance minima dans les facultés d'agronomie italiennes (Facoltà di agraria).

Dans les autres pays, cet inconvénient a été éliminé soit par une collaboration étroite entre les écoles relevant de facultés différentes, soit par des cours de spécialisation qui tendent notamment à combler les lacunes de la préparation universitaire et à renseigner sur les méthodes d'analyse et de recherche qui découlent d'une association des diverses disciplines. (1)

L'emploi limité des modèles est dû sans doute également à l'absence d'un réseau comptable agricole permettant de procéder à un relevé systématique et continu des données d'exploitations. Dans les pays où les modèles d'exploitations sont largement employés, une partie considérable des données nécessaires pour l'établissement des modèles a été tirée de la comptabilité des exploitations. Le réseau d'enquête existant actuellement en Italie ne permet absolument pas de fournir les informations nécessaires pour l'établissement de modèles qui ne soient pas hypothétiques, mais visent à représenter les caractéristiques réelles de certaines situations des exploitations.

Une dernière raison doit être recherchée dans l'absence d'une collaboration suffisante entre écono-

mistes agricoles et chercheurs des disciplines techniques (agronomes, zootechniciens, etc.).

A la suite de ces considérations relatives au passé, il apparaît comme évident que les principales difficultés pour une évolution rapide et une plus vaste utilisation des modèles d'exploitations en Italie, sont constituées, d'une part, par la carence en techniciens préparés à cette tâche et, d'autre part, par le manque des données élémentaires pour pouvoir procéder à la construction et à l'élaboration des modèles. Ces deux obstacles pourraient être grandement atténués et ensuite éliminés par une série d'interventions opportunes.

La formation des techniciens peut se faire efficacement par une plus vaste diffusion de cours de spécialisation post-universitaire.

En ce qui concerne l'actuelle disponibilité des données de base et la possibilité d'appliquer des mesures nécessaires pour pourvoir aux actuelles déficiences, on renvoie le lecteur à l'exposé détaillé de M. De Benedictis. (2)

Il est suffisant, ici, en particulier pour ce qui concerne les modèles normatifs, de rappeler que le problème des relevés des données se compose de quatre phases :

- A. Choix des principaux types d'exploitation ;
- B. Relevés des données relatives à la structure et à l'organisation des exploitations ;
- C. Recueil des données expérimentales utiles pour l'établissement des coefficients input-output ;
- D. Relevés complémentaires des données d'exploitation pour le calcul des coefficients input-output.

Au sujet des deux premières phases, l'Istituto Nazionale di Economia Agraria est sur le point d'établir, en amplifiant les dimensions des divers réseaux, des relevés comptables annuels, ce qui contribuera, en grande partie, à la solution des déficiences présentes.

(1) En Italie, un Centre de spécialisation et de recherche économique agricole fonctionne depuis 1960 à la faculté d'agronomie de l'université de Naples. Ce centre organise un cours de spécialisation en économie agricole d'une durée de deux ans dont les objectifs correspondent en substance à ceux qui ont été indiqués ci-dessus.

(2) M. De Benedictis : « Modèles d'exploitations agricoles ; leur application en Italie » C.E.E., série : Les structures agricoles dans la C.E.E., n° 19, 1963.

L'UTILISATION DES MODÈLES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES  
 COMME SOURCE D'INFORMATION POUR LA SOLUTION  
 DE PROBLÈMES DE POLITIQUE AGRICOLE

## INTRODUCTION

Eu égard aux grandes différences qui existent entre les systèmes agricoles de la C.E.E. au point de vue du climat, du relief, de l'utilisation des terres et de la productivité du sol, de la dimension et du type des exploitations, du capital par travailleur, des prix, etc., on peut s'attendre à ce que des mesures de politique économique prises dans le cadre de la C.E.E. produisent des effets différents dans les différentes parties de l'agriculture de la C.E.E.

C'est pourquoi il serait souhaitable que les pouvoirs centraux chargés d'établir les mesures et les programmes de politique économique, d'en prévoir les effets et d'en contrôler la mise en œuvre, disposent d'informations détaillées sur les divers sous-secteurs plus ou moins homogènes de l'agriculture européenne. Quelle que soit leur importance pour une bonne compréhension des problèmes de l'économie agricole en général, des données macro-économiques relatives à des parties relativement grandes du secteur agricole n'apportent très souvent pas assez de lumière dans la discussion sur l'opportunité de bien des mesures politico-économiques.

C'est dans ce contexte qu'il faut se demander si les modèles d'exploitations étudiés ici ne pourraient pas être utilisés comme source d'information pour la politique agricole.

Sur la base des considérations formulées dans les chapitres précédents, il est permis de penser que les modèles d'exploitations agricoles peuvent servir à cet effet, ne serait-ce que de manière limitée. C'est ainsi que, pour l'appréciation de différentes mesures agro-économiques de la C.E.E., il serait souhaitable de disposer, au sujet d'un grand nombre de types d'exploitations agricoles européennes, de modèles tels que ceux décrits dans ce rapport. Les modèles normatifs notamment permettent en effet de se rendre compte de l'incidence qu'ont, sur les possibilités latentes de certains types d'exploitations, des modifications de la structure des prix ou des modifications de certaines variables centrales des types d'exploitation par suite de mesures d'amélioration structurelle, etc. Nous en donnerons plus loin quelques exemples pratiques.

Les modèles descriptifs pourraient également jouer un rôle très important dans la détermination d'une politique économique. Ces modèles permettent en effet, comme nous l'avons vu, de découvrir les rapports existant entre les principales variables écono-

miques. Ils permettent ainsi d'indiquer grosso modo les difficultés et les possibilités de certains types d'exploitation, ce qui doit être considéré comme très important pour la politique agricole. Nous développerons ce point à l'aide de quelques exemples.

Quelque favorable que soit notre opinion sur l'utilisation des modèles pour la politique agricole, le caractère restreint de cette utilisation ne doit pas être perdu de vue. C'est ainsi qu'il ne faut jamais oublier que les modèles normatifs donnent simplement des indications sur les possibilités économiques *potentielles* de certains types d'exploitation dans des conditions économiques variables. Cela est certes très important, notamment pour l'analyse de problèmes structurels, par exemple, et pour une première appréciation de la stabilité des programmes de production en cas de variations de la structure des prix. Ces modèles ne permettent pourtant pas toujours de donner une réponse satisfaisante à des questions telles que celle-ci : « Comment réagiront les agriculteurs de telle ou telle région à une modification de la structure des prix ? » En effet, on ne sait pas jusqu'à quel point les programmes normatifs seront réalisés. Il est donc erroné de croire que ces modèles normatifs peuvent toujours remplacer une analyse approfondie de la réaction de l'offre des agriculteurs dans une région déterminée. Si, d'autre part, on utilise les modèles pour l'étude de problèmes structurels, on arrivera à la conclusion qu'il est nécessaire d'être renseigné sur l'évolution dans le temps de certaines variables structurelles importantes, telles que la tendance du rapport « main-d'œuvre-surface », la modification progressive des techniques, etc.

En d'autres termes, les modèles micro-économiques décrits ici doivent toujours être replacés dans le contexte plus large de la situation macro-économique et cela implique parfois de longues recherches macro-économiques. Nous donnerons à présent quelques exemples de la façon dont les modèles pourraient être utilisés pour la solution de certains problèmes de politique agricole.

A. LES AUTORITÉS ENVISAGENT  
 UNE MODIFICATION  
 DES PRIX DES PRODUITS AGRICOLES

Peut-on d'avance donner une réponse aux questions suivantes :

a) Comment réagira, à des échéances diverses, le programme de production d'un type déterminé d'exploitation à des variations déterminées de la structure des prix ?

b) Quelle sera l'incidence de cette modification des prix dans le domaine financier, par exemple sur les revenus, sur la productivité des facteurs fixes, etc. ?

Les modèles descriptifs que nous avons étudiés ne peuvent donner aucune réponse à ces questions parce qu'ils sont souvent établis sur la base de données d'exploitation qui valent pour une période déterminée et donc en fonction d'une structure des prix bien déterminée; ces modèles descriptifs ne peuvent par conséquent indiquer les répercussions des changements intervenus dans les rapports entre les prix des produits.

A vrai dire, les modèles normatifs étudiés dans ce rapport ne conviennent pas non plus tout à fait à ce type de problème, car c'est du comportement pratique des entrepreneurs qu'il s'agit. Sur ces questions, on consultera néanmoins volontiers les résultats d'un modèle normatif de programmation, parce qu'il peut en tout cas, comme nous l'avons déjà signalé, indiquer les différentes évolutions possibles du type d'exploitations en fonction de différentes prévisions de prix.

Si, de plus, on a affaire à des modèles dont les fonctions caractéristiques, la main-d'œuvre familiale permanente et les données technologiques, correspondent assez largement aux intentions réelles de l'entre-

preneur et à l'état actuel de la technique, on peut s'attendre à ce que les types d'exploitations étudiés évoluent dans le même sens que les programmes trouvés (adaptés aux différentes structures de prix).

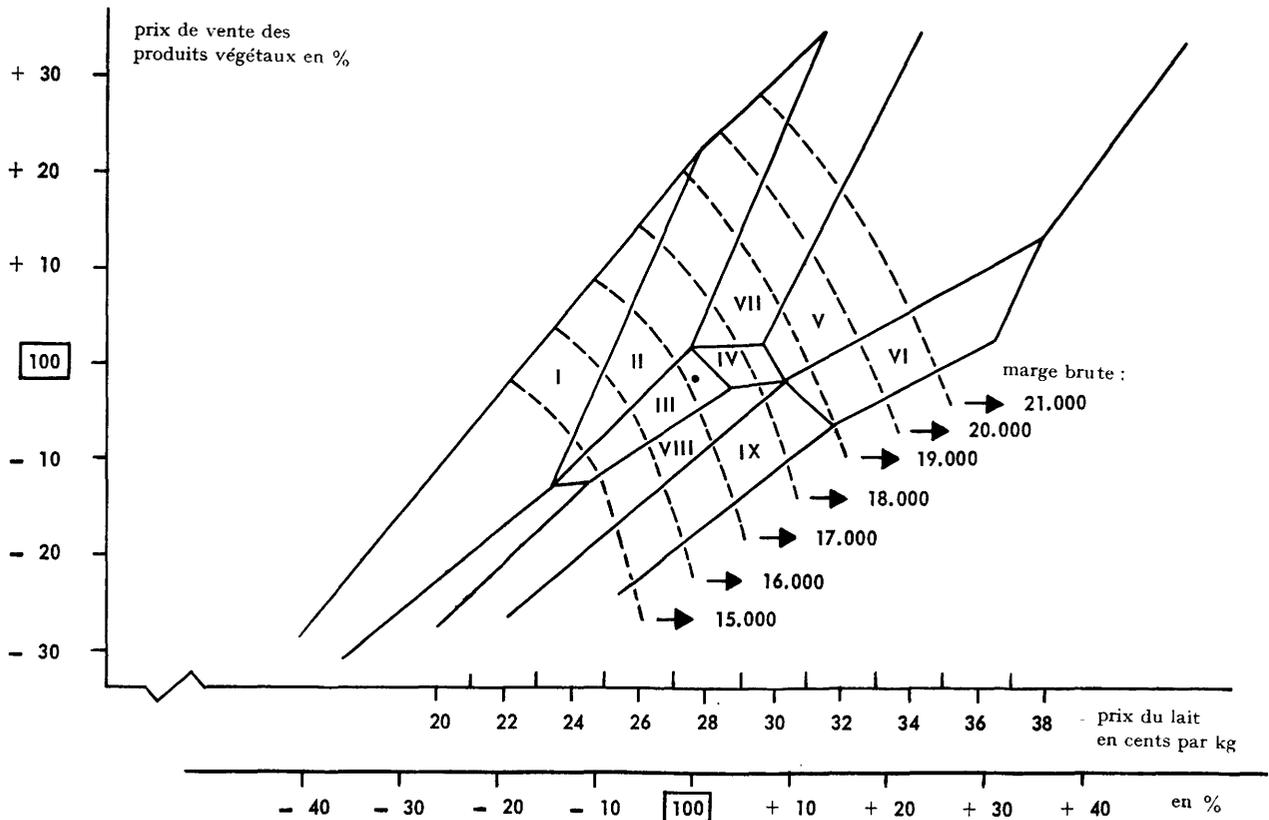
C'est ainsi que nous considérons la figure n° 17 (page 44) comme une indication plausible de l'évolution du programme de production de l'exploitation mixte de deux personnes au cas où le prix du lait serait porté au niveau indiqué dans le graphique, tous les autres facteurs restant constants. Nous remarquons en l'occurrence que le programme de production présente une rigidité assez grande; ce n'est qu'au moment où le prix du lait est inférieur à 28 cents que nous observons une réaction quelque peu importante.

Toutefois, cette réaction ne se manifesterait sans doute pas complètement à très bref délai (un an ou deux par exemple). Il faudra probablement une période assez longue.

Pour évaluer l'incidence des variations de prix à très court terme, il sera donc probablement préférable de supposer pour l'exploitation type un programme de production stable. Il suffit alors de calculer simplement les conséquences des nouveaux prix dans le bilan de l'exploitation type.

FIGURE n° 18

Zones de prix à l'intérieur desquelles un plan optimum est valable



Si, au contraire, la période envisagée est assez longue, plus de cinq ans par exemple, il faudra examiner sérieusement si le modèle qui a donné les résultats figurant à la figure n° 17 convient encore. Il faudra certainement alors supposer, face à des prix élevés du lait par exemple, un autre degré de mécanisation dans l'élevage, une autre quantité de lait par vache et d'autres effectifs de main-d'œuvre permanente.

Nous avons indiqué ainsi comment les modèles de programmation peuvent nous aider à répondre à une question comme celle posée au point A, a). Rappelons que les tableaux finals, adaptés aux différentes structures de prix, nous fournissent évidemment aussi des indications sur les revenus, sur la productivité des facteurs fixes, etc., tous ces facteurs étant valables pour les structures de prix admises. Cela signifie que les modèles normatifs étudiés aident aussi à résoudre des questions comme celles posées en A, b). Nous en donnons un exemple dans la figure n° 18.

Ce graphique représente des zones de prix à l'intérieur desquelles des programmes optima de l'exploitation mixte de deux personnes sont valables. Nous ne donnerons pas ces programmes en détail. Attirons pourtant l'attention sur les lignes en pointillé qui indiquent les marges brutes escomptées dans le cas de différentes combinaisons de prix. Il est clair que de tels résultats peuvent intéresser le responsable de la politique.

Tout ce que nous avons écrit dans ce paragraphe démontre cependant aussi qu'il serait souhaitable, comme nous l'avons déjà noté plus tôt, de pouvoir consulter, outre des résultats de ce genre, les résultats de recherches complémentaires où ces problèmes ont été abordés autrement (les résultats d'une étude empirique positive des séries chronologiques de l'offre agricole prévue dans la région intéressée par exemple). Dans des problèmes d'une telle difficulté, il ne faut pas se lier à une seule méthode.

La recherche empirique positive dans ce domaine est cependant extrêmement difficile et parfois impossible, ce qui augmente beaucoup la valeur de la méthode indiquée ici.

## B. LES AUTORITÉS ENVISAGENT DES MESURES D'AMÉLIORATION DES STRUCTURES DANS UNE RÉGION DÉTERMINÉE

a) Comment peut-on faire un diagnostic des difficultés propres à la région ?

b) Quels moyens d'amélioration peuvent être recommandés pour la région ?

Les modèles normatifs aussi bien que les modèles descriptifs pourraient contribuer utilement à la solution des questions posées. Les données comptables des principaux types d'exploitation de la région pourraient évidemment donner une première orientation. Si la corrélation entre certains indices faciles à obtenir par enquête et les résultats comptables

est connue, on peut alors aussi, sans disposer de données comptables, parvenir au moyen d'enquêtes à une connaissance de la situation effective de la région. On peut arriver également à la construction d'un certain nombre d'exploitations types, dont les bilans seront susceptibles de donner une idée de la situation des revenus dans les différents types d'exploitations.

On ne connaît évidemment pas alors la dispersion que présentent les résultats des exploitations dont le type est à définir.

Nous allons donner en premier lieu un exemple de la façon dont les problèmes posés peuvent être abordés par l'analyse factorielle. Nous verrons ensuite en quoi les fonctions de production pourraient nous être utiles. Nous donnerons enfin une idée de la façon dont les modèles de programmation peuvent aider à la compréhension des problèmes posés.

### *Diagnostic et moyens d'amélioration pouvant être fournis par l'analyse factorielle*

Une première étude effectuée à l'aide de l'analyse factorielle de la manière indiquée au paragraphe C du chapitre V peut déjà donner beaucoup de renseignements sur les causes principales des différences entre les revenus des exploitations. La connaissance de ces causes indique immédiatement un certain nombre de voies qui peuvent mener à une amélioration de la situation existante. C'est ainsi que nous voyons, dans le modèle pratique d'analyse factorielle étudié de la page 47 à la page 50 que, dans les exploitations sur sol sableux examinées, 55 % des différences de revenu par travailleur sont en corrélation étroite avec la variable structurelle importante « travail familial par hectare », tandis que 45 % de ces différences sont en corrélation avec les différences d'efficacité dans le domaine technique. Cela permet aux responsables de la politique de tirer la conclusion très importante que l'on peut améliorer les exploitations intéressées aussi bien par des modifications structurelles radicales (en améliorant notamment le rapport « main-d'œuvre-surface »), que par une intensification de la vulgarisation agricole dans le domaine technique.

Il est d'autre part curieux et extrêmement important de constater que ce n'est pas tellement la superficie des exploitations qui donne lieu à des différences de revenus. La superficie de l'exploitation n'est liée que pour 3 % de sa variance au premier aspect décrit. Dans le cas de l'aspect VII, nous voyons même que les exploitations qui ont une superficie plus grande ne sont pas nécessairement favorisées puisque l'on y décèle une tendance à augmenter le travail familial (et les petites exploitations pas nécessairement défavorisées si l'on veille à y avoir de petits noyaux de main-d'œuvre).

Les autorités responsables de la politique et qui visent à des améliorations structurelles doivent donc avant tout se rendre compte que leur attention ne

doit pas se porter en premier lieu sur la superficie, mais sur la densité en main-d'œuvre (effectif de main-d'œuvre par ha).

Si l'on peut arriver aisément à un allègement de la densité de main-d'œuvre en augmentant la superficie des exploitations, on peut considérer la mesure comme bonne; si l'on n'est pas certain en revanche qu'un agrandissement des exploitations mène à un effectif de main-d'œuvre plus faible, il se pourrait qu'une telle mesure manquât son but.

On peut, comme nous l'avons vu, arriver à une amélioration de la situation en matière de revenu dans les exploitations étudiées par des améliorations techniques. Il est important que tout cela puisse se traduire par des chiffres et que les autorités responsables puissent ainsi apporter toute l'attention voulue aux divers problèmes d'une région déterminée.

Les conclusions tirées ici de l'analyse factorielle ont évidemment elles-mêmes des limitations qui tiennent à leur nature. Elles sont déduites d'une situation passée et ne sont de ce fait, strictement parlant, valables que dans le cas où le climat économique antérieur persistera. Si la situation économique et technique présente des phénomènes d'accélération, des études complémentaires peuvent être nécessaires pour savoir si les conclusions tirées du passé ne doivent pas être assorties de réserves. Les modèles de programmation normatifs peuvent être utilisés à cet effet, car il est possible d'y incorporer des hypothèses concernant les nouveaux développements prévus.

*Diagnostic et moyens d'amélioration pouvant être fournis par des fonctions de production*

Si l'on peut arriver pour un certain nombre de types importants d'exploitations de la région à une évaluation sûre des fonctions de production au sens indiqué dans le chapitre II, il est possible d'en tirer aussi une série de conclusions générales qui peuvent intéresser les autorités responsables de la politique. C'est ce qui est déjà apparu au paragraphe relatif à l'utilisation pratique des fonctions de production.

Nous étudierons ce point de plus près à l'aide d'un exemple.

Supposons que nous ayons trouvé, pour un type déterminé d'exploitations, la fonction de production suivante (1) :

$$y = 6,3337 x_1^{0,11} x_2^{0,29} x_3^{0,60}$$

$y$  étant le produit en florins;  $x_1$  la superficie en hectares,  $x_2$  le travail utilisé en hommes-jours et  $x_3$  le capital en florins (capital circulant et amortissements).

(1) Exemple emprunté à Tintner et commenté par Ruthenberg.

Une telle fonction fait supposer que les grandes exploitations ne sont en général pas avantagées par rapport aux petites au point de vue de l'efficacité (la somme des coefficients est égale à 1). Il est évident qu'une telle conclusion peut également être très importante pour les autorités responsables de la politique.

Il est d'autre part possible, comme nous l'avons déjà signalé incidemment, de vérifier si les exploitations se trouvent dans une position d'équilibre; en d'autres termes, si elles peuvent améliorer leur situation financière par une extension ou une réduction des divers facteurs de production.

Il faut pour cela calculer le produit marginal des différents facteurs et le comparer avec leur coût unitaire.

Nous arrivons, pour l'exemple donné ici, aux produits marginaux suivants, en florins; nous ajoutons dans une autre colonne le coût unitaire des différents facteurs de production (tableau n° 15) :

TABLEAU n° 15

Facteurs de production	Produit marginal	Coût unitaire des facteurs
Terre	120 Fl. par hectare	121 Fl. par hectare
Travail	94 Fl. par mois	151 Fl. par mois
Capital	1,48 Fl. par florin	1,04 Fl. par florin

Nous voyons qu'on ne saurait parler en l'occurrence d'une utilisation optimum de la main-d'œuvre. Dans les exploitations examinées, un départ de main-d'œuvre augmenterait le revenu de chaque travailleur restant. Le tableau n° 15 indique en outre que l'utilisation du capital ne constitue pas un optimum non plus. Une augmentation du capital de ces exploitations mènerait en général à un accroissement du revenu.

Cet exemple montre une des façons dont l'analyse de la fonction de production peut être utilisée pour résoudre des problèmes structurels. Faisons encore remarquer que la réserve formulée à la fin du paragraphe précédent vaut évidemment aussi pour ces analyses. Notons également que l'analyse ci-dessus ne peut pas encore donner de réponse à la question de savoir si, dans les exploitations étudiées, de la main-d'œuvre partira effectivement. Pour pouvoir y répondre, il faudrait encore effectuer une étude complémentaire sur ce que nous pourrions appeler la « valeur-départ » de la main-d'œuvre, c'est-à-dire sur la rémunération qui est encore juste assez élevée pour maintenir la main-d'œuvre dans le secteur envisagé.

*Diagnostic et moyens d'amélioration pouvant être fournis par les modèles de programmation*

Les modèles de programmation normatifs peuvent, comme nous l'avons signalé, aider à résoudre les questions posées. On peut tout d'abord comparer les résultats financiers des plans de programmation optima, établis pour les types d'exploitations de la région étudiée, avec les résultats moyens effectifs de ces types d'exploitations.

Il est possible que certaines indications concernant une amélioration éventuelle de la situation existante découlent directement de cette comparaison. On peut examiner ensuite si, en apportant quelques modifications, facilement réalisables, aux techniques utilisées, des améliorations ne sont pas possibles. C'est ainsi qu'on peut rechercher pour le type d'exploitation qui nous a déjà servi d'exemple, si les résultats d'exploitation ne pourraient pas être améliorés par

une mécanisation de l'élevage (le schéma final indique déjà que ce point offre probablement des possibilités; voir page 43.

En estimant à 5 heures par vache et par mois la diminution des besoins de main-d'œuvre résultant de la traite mécanique, nous obtenons un nouveau plan optimum indiqué à la deuxième colonne du tableau n° 16 suivant.

Nous voyons donc que la traite mécanique apporte une marge de 510 florins par an (compte tenu du coût de la trayeuse). Le nombre de vaches, par rapport à celui du premier plan, n'augmente que de 0,5 unité. En revanche, la récolte de foin et l'ensilage sont plus importants de sorte que les quantités d'aliments concentrés nécessaires, de même que la superficie en betteraves fourragères, diminuent. Il est évident que d'autres possibilités, telles que l'adjonction d'activités entièrement nouvelles, peuvent être examinées de la même façon.

TABLEAU n° 16

*Plan de programmation optimum*

	Plan de base	Traite mécanique
Seigle	2,22 ha	1,70 ha
Avoine	0,31 ha	0,62 ha
Pommes de terre :		
— récolte sans aide extérieure	1,91 ha	1,85 ha
— récolte par un entrepreneur		
Betteraves sucrières :		
— démariage avec les moyens propres à l'exploitation	0,75 ha	0,98 ha
— démariage à la tâche		
Betteraves fourragères	0,73 ha	0,41 ha
Total des terres labourables	5,92 ha	5,56 ha
Surfaces toujours en herbe	9,08 ha	9,44 ha
Superficie agricole utile	15,00 ha	15,00 ha
Superficie en foins	3,23 ha	4,73 ha
Superficie pour ensilage	2,62 ha	3,78 ha
Superficie en navets consommés frais	1,42 ha	1,70 ha
Superficie en navets ensilés	0,80 ha	
Nombre de vaches laitières	12,7	13,2
Kg d'aliments concentrés par vache	414	400
Marge brute	17 024 Fl.	17 534 Fl.
Valeurs marginales des facteurs de production limités :		
— surface (par ha)	242 Fl.	837 Fl.
— heures juin	12,11 Fl.	0 Fl.
— heures juillet	3,31 Fl.	9,42 Fl.
— heures août	5,18 Fl.	0 Fl.
— heures septembre	1,99 Fl.	0 Fl.
— protéine brute digestible (par kg)	6,14 Fl.	0 Fl.
— valeur amidon (par kg)	47,70 Fl.	43,12 Fl.

Le changement intervenu dans les valeurs marginales du capital foncier et de la main-d'œuvre est considérable dans le cas du programme quelque peu mécanisé. Nous voyons maintenant clairement que l'exploitation bénéficiera beaucoup d'un agrandissement de la superficie (ou, en d'autres termes, d'une diminution de la densité de la main-d'œuvre). En effet, si le coût réel du capital foncier s'élève à environ 120 florins par hectare et par an, une addition de

terres supplémentaires donnera immédiatement, dans certaines limites, un bénéfice supplémentaire de  $837 - 120 = 717$  florins par hectare et par an. Les effets optima qu'on peut attendre d'une modification de la superficie d'exploitation peuvent maintenant facilement être indiqués. Nous donnons ci-après dans le tableau n° 17 les programmes d'exploitation optima valables pour deux superficies d'exploitation différentes (et pour deux procédés de traite).

TABLEAU n° 17

*Plans d'exploitation optima*

	15 ha		20 ha	
	sans trayeuse <i>D</i>	avec trayeuse <i>E</i>	sans trayeuse <i>D</i> <sub>2</sub>	avec trayeuse <i>E</i> <sub>2</sub>
Seigle	1,42 ha	1,70 ha	1,49 ha	2,19 ha
Avoine	1,16 ha	0,62 ha	0,92 ha	0,24 ha
Pommes de terre :				
— récolte sans aide extérieure	1,82 ha	1,85 ha	1,80 ha	1,95 ha
— récolte par entrepreneur	0,25 ha			
Betteraves sucrières :				
— démariage avec les moyens propres à l'exploitation	0,48 ha	0,98 ha	0,83 ha	0,99 ha
— démariage à la tâche	0,43 ha			
Betteraves fourragères	0,64 ha	0,41 ha	0,68 ha	0,47 ha
Total des terres labourables	6,20 ha	5,56 ha	6,94 ha	5,84 ha
Surfaces toujours en herbe	8,80 ha	9,44 ha	13,00 ha	14,16 ha
Surface agricole utile	15,00 ha	15,00 ha	19,94 ha	20,00 ha
Superficie en foins	3,13 ha	4,73 ha	2,07 ha	3,80 ha
Superficie pour ensilage	3,52 ha	3,78 ha	4,02 ha	5,36 ha
Superficie en navets consommés frais	1,42 ha	1,70 ha	1,49 ha	2,19 ha
Superficie en navets ensilés	0 ha	0 ha	0 ha	0 ha
Nombre de vaches laitières	12,3	13,2	13,0	16,7
Kg d'aliments concentrés par vache	411	400	464	580
Marge brute provisoire	17 226 Fl.	17 934 Fl.	18 118 Fl.	20 331 Fl.
Coût de la trayeuse		- 400 Fl.		- 400 Fl.
Différence de fermage			- 500 Fl.	- 500 Fl.
Marge brute	17 226 Fl.	17 534 Fl.	17 618 Fl.	19 431 Fl.
Valeurs marginales :				
Surface (par ha)	593 Fl.	837 Fl.	0 Fl.	136 Fl.
Heures avril	0 Fl.	0 Fl.	16,74 Fl.	14,73 Fl.
Heures juin	3,31 Fl.	0 Fl.	5,99 Fl.	8,20 Fl.
Heures juillet	8,35 Fl.	9,42 Fl.	6,71 Fl.	5,70 Fl.
Heures août	1,42 Fl.	0 Fl.	3,28 Fl.	3,55 Fl.
Heures septembre	1,19 Fl.	0 Fl.	5,17 Fl.	0 Fl.
Protéine brute digestible (par kg)	29,30 Fl.	0 Fl.	31,33 Fl.	0 Fl.
Valeur amidon (par kg)	43,04 Fl.	43,12 Fl.	41,59 Fl.	48,39 Fl.

Le tableau n° 17 nous permet de constater à quel point un allègement de la densité de main-d'œuvre peut améliorer le type d'exploitation envisagé ici (en l'occurrence par l'agrandissement, la disponibilité de main-d'œuvre restant identique). Il ressort clairement aussi du tableau qu'une mécanisation, même restreinte, appliquée à bon escient peut être très profitable à cette exploitation de deux personnes et de 20 ha.

Ce qui précède montre que les modèles de programmation permettent des conclusions spécifiques au sujet de types d'exploitations d'une région déterminée et que les autorités qui visent à provoquer des améliorations structurelles peuvent tirer des renseignements utiles d'analyses semblables.

Il est clair aussi que le caractère normatif des modèles présente moins d'inconvénients dans le domaine des problèmes structurels étudiés ici que dans celui mentionné au point A; les autorités chargées d'établir des programmes ont réellement besoin d'informations sur les possibilités optima de certaines régions et les différents modèles de programmation peuvent, chacun selon sa nature, satisfaire à ce besoin. Du reste, les autorités précitées disposent des moyens pour mettre ces plans normatifs en œuvre, par une intervention effective ou grâce à une vulgarisation intensive par exemple.

65

## ANNEXE 1. BIBLIOGRAPHIE

### I. OUVRAGES ET ARTICLES GÉNÉRAUX

- K. Blechstein                      Das Betriebsmodell. Hambourg-Berlin, DLP, 1952.
- P. Cordonnier                      Modélisation de l'exploitation agricole. Paris, Société des pétroles Shell Berre, Etudes d'économie rurale, série : Economie de la production agricole n° 1, 1963.
- E. Di Cocco                        Riflessioni sulle scelte economiche nell'azienda agraria. Rivista di Economia Agraria, septembre 1955.
- E. O. Heady                        Elementary models in farm production research. Journal of Farm Economics, mai 1948.
- E. O. Heady; H. Jensen            Farm management economics. New York, 1954.
- H. H. Herlemann                Das Zahlenmodell als Werkzeug der agrarwirtschaftlichen Forschung und Lehre. Hambourg-Berlin, Berichte über Landwirtschaft, 1955.
- O. E. Heuser                      Kostenrechnung in der Landwirtschaft. Deutsche Landw. Presse, n° 19, 1952.
- G. L. Johnson                    Value problems in farm management. Journal of Agricultural Economics, juin 1960.
- G. Preuschen                    Betriebsmodell und Modellbetrieb. Hanovre, Agrarwirtschaft, 1954.
- J. F. v. Riemsdijk                Waarschijnlijke kostprijzen van akkerbouwprodukten en de rentabiliteit van het type-bedrijf in de noordelijke bouwstreek; oogst 1952. La Haye, rapport n° 163 du Landbouw-economisch instituut.
- R. Schöttler                      Das Betriebsmodell in der landwirtschaftlichen Forschung. Hambourg-Berlin, Berichte über Landwirtschaft, no. 2, 1956.
- J. H. v. Thünen                Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. Partie I, 1<sup>ère</sup> édition, Hambourg, 1826.
- J. C. Tirel                        Programmation. Grignon, École nationale supérieure agronomique, cahiers n°s 1, 2 et 3, ronéo, 1962-1963.
- U. S. D. A.                        Farm costs and returns on commercial farms by type, size and location, Washington, Agriculture Information Bulletin, n° 230, 1961.

## II. MODÈLES NORMATIFS

- Agence européenne de productivité Seminar on farm business planning methods. EPA (60) 44, Paris, 1960.
- R. Bellmann Dynamic programming. Princeton, 1957.
- H. Bergmann Aufbau und Berechnung eines Betriebsmodells. Agrarwirtschaft, n° 10, 1954.
- H. Bergmann Der Betriebsvergleich anhand des individuellen Modells. Beuel-Bonn, publications du Hauptverband der landwirtschaftlichen Buchstellen und Sachverständigen, n° 44, 1959.
- H. Bergmann Milcherzeugung - Kosten und Kostensenkung. Hildesheim, Milchwirtschaftlicher Verlag, 1955.
- H. Bergmann Der Einfluss der Mechanisierung auf Produktivität, Einkommen und Kosten in landwirtschaftlichen Betrieben. Berichte über Landwirtschaft, volume 36, 1958.
- H. Bergmann Vergleichende Untersuchungen über die Rentabilität von Grünlandumbruch und Grünlandintensivierung. Berichte über Landwirtschaft, volume 38, 1960.
- H. Bergmann Probleme der Datengewinnung bei der Anwendung ökonomischer Methoden in der betriebswirtschaftlichen Wissenschaft. Hiltrup, exposé fait à la deuxième session de la Gesellschaft für die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus à Hohenheim, 1963.
- H. Bergmann Die Anwendung der Modellkalkulation bei der Entwicklung spezialisierter Betriebe. Berichte über Landwirtschaft, volume 39, 1961.
- C. E. Bishop; W. E. Toussaint Agricultural economic analysis. New York, 1959.
- K. Blechstein Die ehz-Methode, ein Weg zur Anwendung der Deduktion auf landwirtschaftlich-betriebswirtschaftliche Probleme. Bad Kreuznach, Methoden und Verfahren in der Landarbeitswissenschaft, Landarbeit und Technik, n° 21, 1956.
- K. Blechstein Das Wirtschafts-Bruttoproduktions-Schaubild. Bad Kreuznach, Die Landarbeit, n° 6, 1955.
- K. Blechstein Possibilities of rationalization in agriculture. Oxford University Press, International Journal of Agrarian Affairs, n° 6, volume I, 1954.
- H. Böker; R. Schöttler Die wirtschaftliche Lage landwirtschaftlicher Kleinbetriebe in den Höhegebieten Nordrhein-Westfalens. Berichte über Landwirtschaft, volume 34, n° 1, 1956.

- W. Candler A modified simplex solution for linear programming with variable capital restrictions. *Journal of Farm Economics*, 1956.
- W. Candler; W. F. Musgrave A practical approach to the profit maximization problems in farm management. *Journal of Agricultural Economics*, décembre 1960.
- G. B. Clarke; J. G. Simpson A theoretical approach to the profit maximization problems in farm management. *Journal of Agricultural Economics*, juin 1959.
- P. Cordonnier Budget d'exploitation type — plaine de Versailles. Grignon, Laboratoire d'économie rurale, 1957.
- P. Cordonnier Faut-il, dans les circonstances actuelles, intensifier les systèmes de production de grande culture — plaine de Versailles. *Bulletin du Centre d'études techniques agricoles de l'Ile-de-France*, 1959.
- M. De Benedictis;  
J. F. Timmons Identification and measurement of intratemporal resource inefficiencies in leasing systems. *Bulletin n° 490 de l'Iowa Agricultural Experiment Station*, janvier 1961.
- J. de Veer Arbeidsbezetting en bedrijfsstructuur van het weidebedrijf. *Landbouwkundig tijdschrift*, octobre 1959.
- J. de Veer; A. J. Louwes De toekomstige economische mogelijkheden voor akkerbouwbedrijven van verschillende grootte bij verschillende zwaarte van de grond in de IJselmeerpolders. *La Haye, Landbouw-economisch instituut, B.E.M. 42*, 1962.
- J. de Veer Consideration of data needed for the different planning methods described in *Farm Business Planning Methods*. Agence européenne de productivité, 1960.
- J. de Veer; A. J. Louwes De economische aspecten van akkerbouwbedrijven van 15-20 ha in de IJselmeerpolders.
- D. S. A. Haute-Garonne Études de gestion et d'économie rurale — région toulousaine et Saint-Gaudinois, n° 4, 1961.
- E. Fulda Der Ein-Mann-Betrieb. Hohenheim, mémoire, 1956.
- S. I. Gass Linear programming: methods and applications. New York, 1950, pp. 109-118.
- H. Giaver; J. Seagraves Linear programming and economics of size. *Journal of Farm Economics*, 1960.
- E. O. Heady; W. Candler Linear programming methods. Iowa States Univ.-Press, 1958.
- J. Hesselbach Anleitung zu Betriebsrechnungen mit dem Wirtschaftsstab nach Blechstein. Bad Kreuznach, Max-Planck-Institut für Landarbeit und Landtechnik, 1960.

- O. E. Heuser Der Einfluss von Bodennutzungssystem, Betriebsgrösse und Mechanisierungsstufe auf den Betriebserfolg der westdeutschen Landwirtschaft. Berichte über Landwirtschaft, volume 35, n° 2, 1957.
- O. E. Heuser Methoden zur Kostenrechnung in der Landwirtschaft. Série : Landwirtschaft — angewandte Wissenschaft, n° 47.
- R. Hovelaque Note sur l'application de la programmation linéaire à la détermination des systèmes d'élevage, présentée à la session sur les documents de base et la recherche concernant l'économie de l'exploitation agricole à Genève du 16 au 20 octobre 1961 (Commission économique des Nations-Unies pour l'Europe), Station d'économie rurale I.N.R.A., Rennes, 1961.
- Institut für Betriebswirtschaft (Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode) Rechentabellen zur Leistungs- und Kostenkalkulation landwirtschaftlicher Betriebe. Brunswick-Völkenrode, 2<sup>e</sup> édition, 1958.
- H. Johansson; U. Renborg; V. Säfvestad Resultatmaximering i lantbruket. Stockholm, 1959.
- D. Klauer Das Einkommen des bäuerlichen Familienbetriebes, dargestellt mit der Methode des Betriebsmodelles. Hohenheim, mémoire, 1955.
- H. Kunert Beitrag zur Frage der Produktionskostenberechnung in der Landwirtschaft. Série: Landwirtschaft — angewandte Wissenschaft, 1954.
- R. Launay Surface minimum rentable correspondant à l'exploitation agricole de type familial — application au Morvan. Dijon, Société d'études régionales économiques et sociales du Centre-Est, mars 1961.
- M. Mazoyer La programmation linéaire appliquée à la recherche du système de production le plus rentable pour une exploitation agricole de Beauce. Paris, C.N.C.E.R., juin 1961.
- M. Mazoyer; C. Reboul Détermination des dimensions optima de l'exploitation familiale de polyculture — élevage — application des méthodes de programmation à la recherche de la surface et du système de production optima pour l'exploitation familiale de polyculture et d'élevage dans la plaine d'Alsace. Paris, C.N.C.E.R., mars 1961.
- S. C. Misseri Aspetti pratici delle scelte economiche nella impresa agraria. Genio rurale, octobre 1958.
- J. Mol; K. Klaassens Programmering voor een gemengd bedrijf (Een illustratie van de mogelijkheden van lineaire programmering). La Haye, Landbouw-economisch instituut, B.E.M. 46, 1961.

- J. Mol; H. Neudecker;  
J. de Veer De simplextechniek herbeschouwd. De economist,  
n° 7/8, 1961.
- J. Mol; K. Klaassens Lineaire programmering toegepast op een Drents  
gemengd landbouwbedrijf. Landbouwvoorlichting,  
n° 8/9, 1960.
- J. Mol Optimale bedrijfsstructuren en hun veranderingen  
bij variatie van bedrijfsoppervlakte en arbeids-  
verbruik. Landbouwkundig tijdschrift, octo-  
bre 1959.
- J. Mol De betekenis van interacties, beperkingen en veel-  
heid van technieken voor bedrijfseconomische  
calculaties en proefopzetten. Landbouwkundig  
tijdschrift, novembre 1960.
- S. Nocamuli La programmazione lineare come mezzo di  
indagine per la scelta della combinazione più  
produttiva dell'azienda agraria. Genio Rurale,  
mai 1959.
- K. H. Olsen Das Prinzip der Kostendeckung. Landbaufor-  
schung, n° 3, 1955.
- J. Poitevin Le procédé des abaques appliqué au programme  
planning. Bulletin de la Société française d'éco-  
nomie rurale, 1962.
- G. Preuschen; H. Rheinwald Der Wirtschaftsrahmen. Institut für landwirt-  
schaftliche Arbeitswissenschaft und Landtechnik,  
Hanovre, 1946.
- G. Preuschen; H. Rheinwald Der Wirtschaftsrahmen. 2<sup>e</sup> édition, incl. Wirt-  
schaftsrechenstab de K. Blechstein, Studien-  
gesellschaft für landw. Arbeitswissenschaft, Stutt-  
gart, 1954.
- H. Prugniaud Essai de détermination de la surface minimum  
de l'exploitation à deux unités de main-d'œuvre  
dans le Lauraguais. Mémoire de la section écono-  
mique de l'E.N.S.A. de Grignon, 1961.
- S. Ricossa La programmazione lineare in agricoltura. Cro-  
nache Economiche, 1959.
- K. Riebe Der Einfluss der Technisierung auf Betriebs-  
organisation und Betriebserfolg unterschiedlicher  
Betriebsgrößen und Bodennutzungssysteme in den  
Naturräumen Schleswig-Holsteins. Berichte über  
Landwirtschaft, volume 37, n° 3, 1959.
- J. Roy Production bovine et rapports de prix — plaine  
d'Evreux — Saint-André — Eure. Bulletin de la  
Société française d'économie rurale, n° 33, 1957.
- Schaezler v., Frhr Ertrags- und Kostenverhältnisse der landwirt-  
schaftlich genutzten Flächen im ostbayerischen  
Grenzland. Mémoire, Technische Hochschule,  
Munich.



- J. E. Kadlee; H. Jensen; E. Kehrberg      Estimating supply functions for milk in the Louisville milkshed with farm cost data, Purdue University, Bulletin 720, 1961.
- A. H. J. Liberg; J. Mol      Multiple factor analysis as a method of agricultural research. *Netherland Journal of Agricultural Science*, volume 9, n° 4, 1961.
- W. G. Miller      Comparative efficiency of farm tenure classes in the combination of resources. *Agricultural Economic Research*, II 6-16, 1959.
- J. Mol      De ontwikkeling van het meer-dimensionale denken op bedrijfseconomisch gebied dans partie V de Algemene nascholing ingenieurs van de voorlichtingsdiensten voor de landbouw.
- J. Mol      Het zoeken van verantwoorde theorieën als grondslag voor het nemen van doelmatige beslissingen dans «Het gelijktijdig onderzoeken van vele variabelen». La Haye, Landbouw-economisch instituut.
- S. Nocamuli      La produttività marginale dei mezzi di produzione in aziende agrarie. *Rivista di Economia Agraria*, n° 4, 1958.
- S. Nocamuli      Sull'impiego di una funzione trascendente per lo studio della produttività delle aziende agrarie. *Annales de la Faculté d'économie et de commerce de l'université de Palerme*, n° 1, 1959.
- G. Orlando      La produttività del lavoro agricolo e lo sviluppo delle aree arretrate. Rome, Istituto Nazionale di Economia Agraria, 1957.
- G. Tintner      A note on the derivation of production functions from farm records. *Econometrica*, n° 26-34, 1944.

#### IV. MODÈLES DE DÉCISION

- W. J. Baumol      Economic theory and operations analysis. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, pp. 368-386, 1961.
- J. L. Dillon; E. O. Heady      Theories of choice in relation to farmer decision. *Iowa State University Research Bulletin*, n° 485, 1960.
- J. L. Dillon; E. O. Heady      A model for entrepreneurial decisions under free competition. *Metroeconomica*, avril 1961.
- J. L. Dillon      Theoretical and empirical approaches to program selection within the feeder cattle enterprise. *Journal of Farm Economics*, décembre 1958.
- A. M. M. Mc Farquhar      Rational decision making and risk in farm planning. *Journal of Agricultural Economics*, décembre 1961.

- E. O. Heady                      Application of game theory in agricultural economics, Canadian Journal of Agricultural Economics, mai 1958.
- L. Hurwicz                        Optimality criteria for decision making under ignorance. Cowles commission discussion paper, n° 360, 1951.
- G. L. Johnson; B. Haver        Agricultural information as an aspect of decision making. Michigan State University, Technic. Bull. 273.
- G. L. Johnson; A. N. Halter;    A study of managerial process in midwestern  
M. R. Jensen; D. W. Thomas    farmers. Iowa State University Press, 1961.
- G. L. Johnson                    Methodology for studying decision making. Journal of Farm Economics, décembre 1957.
- G. L. Johnson                    New knowledge of decision making process. Journal of Farm Economics, décembre 1958.
- R. D. Luce; M. Raiffa         Games and decisions: introduction and critical survey. New York, 1957.
- S. Moglewer                     A game theory model for agricultural crop selection. Econometrica, avril 1962.
- L. J. Savage                     The theory of statistical decision. Journal of American Statistical Association, n° 55-57, 1951.
- A. Wald                          Statistical decision function. New York, 1950.
- O. L. Walker; E. O. Heady;     Application of game theory models to decisions  
L. G. Tweeten; J. T. Pesek     on farm practices and resources use. Iowa State University Research Bulletin, n° 488, 1960.

ANNEXE 2.

*Terminologie utilisée en matière de modèles d'exploitations agricoles*

Anglais	Français	Allemand	Italien	Néerlandais
Farm firm model Typical farm	Modèle d'exploitation agricole Exploitation type	Betriebsmodell Typischer (repräsentativer) Betrieb	Modello aziendale Azienda tipica	Landbouwbedrijfsmodel Typebedrijf
Multiple-enterprise farm	Exploitation de polyproduction	Vielseitiger Betrieb (-organi- sation)	Azienda con ordinarmento diversificato	Landbouwbedrijf met vele produktierichtingen
Farm records data Census of agriculture	Données comptables Recensement de l'agriculture	Buchführungsdaten Landwirtschaftliche Betriebs- zählung	Dati contabili Censimento dell'agricoltura	Boekhouddata Landbouwtelling
Sub-population Variance Labour supply	Strate Variance Disponibilité en travail	Untergruppe Varianz Arbeitsmacht, Arbeitskapa- zität	Strato Varianza Offerta del lavoro	Stratum Variantie Arbidsaanbod
Input-output relation Gross-margin per ha Technical coefficient Cost-function Elasticity coefficient Marginal productivity Supply-function Random sample	Rapport input-output Marge brute par ha Coefficient technique Fonction de coût Coefficient d'élasticité Productivité marginale Fonction d'offre Echantillonnage (choix) au hasard	Aufwand-Ertrags-Verhältnis Deckungsbeitrag je ha Technischer Koeffizient Kostenfunktion Elastizitätskoeffizient Grenzproduktivität Angebotsfunktion Zufällige Stichprobe	Relazione « Input-output » Reddito lordo per ha Coefficiente tecnico Funzione di costo Coefficiente di elasticità Produttività marginale Funzione di offerta Campione casuale	Input-output-relatie Saldo per ha Technische coefficient Kostenfunctie Elasticiteitscoëfficiënt Marginale produktiviteit Aanbodfunctie A-selecte steekproef
Purposive sample Mode	Choix raisonné Mode	Ausgewählte (selektierte) Stich- probe Häufigster Wert (Modus)	Campione ragionato Moda	Selecte steekproef Modus (meest voorkomende waarde)
Continuous variable Discontinuous variable Behaviour relation	Variable continue Variable discontinue Relation de comportement	Kontinuierliche Variable Diskontinuierliche Variable Verhaltensvergleich	Variabile continua Variabile discreta Relazione di comportamento	Continue variabele Discontinue variabele Gedragsvergelijking
Normative model Resource restriction Labour restriction Crop-rotation restriction	Modèle normatif Limitation des ressources Limitation de main-d'œuvre Limitation de rotation	Normatives Modell Betriebsmittelbeschränkungen Arbeitswirtschaftliche Begren- zungen Fruchtfolgebegrenzungen	Modello normativo Vincolo di fattore della pro- duzione Vincolo di disponibilità di lavoro Vincolo di rotazione	Normatieve model Begrenzing met betrekking tot de produktiemiddelen Begrenzing met betrekking tot de arbeid Begrenzing met betrekking tot de vruchtwisseling

I. TERMES GÉNÉRAUX

II. MODÈLES NORMATIFS

Acceage restriction	Limitation de surface	Begrenzungen der Anbauflächen	Vincolo di superficie culturale	Oppervlaktebegrenzing
Institutional restriction	Limitation institutionnelle	Institutionelle (auserbetriebliche) Begrenzungen	Vincolo istituzionale	Institutionele begrenzing
Budget	Budget	Voranschlags-Technik	Bilancio preventivo	Budgettering
Programme-planning	Programme planning	Programmplanung	Bilancio programmato	Program-planning
Linear programming	Programmation linéaire	Lineare Programmierung	Programmazione lineare	Lineaire programmering
Optimal production-plan	Plan optimum de production	Optimale Betriebsorganisation	Piano ottimale	Optimaal produktieplan
Feasible plan	Plan réalisable	Durchführbare Betriebsorganisation	Piano ammissibile	Technisch uitvoerbaar plan
Activity or process	Activité ou processus	Aktivität oder Produktionsprozess	Attività o processo produttivo	Activiteit of process
Side condition	Condition supplémentaire	Nebenbedingung	Vincolo supplementare	Nevenvoorwaarde
Side relation	Relation supplémentaire	Nebengleichung	Relazione supplementare	Nevenvergelijking
Objective function	Fonction caractéristique	Ziel-Funktion	Funzione obiettiva	Doelfunctie
Optimum feasible plan	Plan réalisable optimum	Optimale Betriebsorganisation	Piano ottimale ammissibile	Optimaal uitvoerbaar plan
Optimal solution	Solution optimale	Optimal-Lösung	Soluzione ottimale	Optimale oplossing

### III. MODÈLES DESCRIPTIFS

Descriptive model	Modèle descriptif	Deskriptives (beschreibendes) Modell	Modello descrittivo	Descriptief model
Production function	Fonction de production	Produktionsfunktion	Funzione di produzione	Produktiefunctie
Regression coefficient	Coefficient de régression	Regressionskoeffizient	Coefficiente di regressione	Regressiecoëfficiënt
Factor-analysis	Analyse factorielle	Faktoranalyse	Analisi dei fattori	Factoranalyse
Vector	Vecteur	Spalte (Vektor)	Vettore	Vector
Aspect	Aspect	Aspekt	Aspetto	Aspect
Rank	Rang	Rang (Rangfolge)	Caratteristica	Rang
Matrix	Matrice	Matrix	Matrice	Matrix
Multi-dimensional space	Espace à plusieurs dimensions	Mehrdimensionaler Raum	Spazio pluridimensionale	Meerdimensionale ruimte
Correlation	Corrélation	Korrelatie	Correlazione	Correlatie
Simultaneous economic equations	Equations économiques simultanées	Simultane ökonomische Gleichungen	Equazioni economiche simultanee	Simultane economische vergelijkingen
Uniqueness	Variance non liée	Unerklärter Rest	Frazione di varianza non spiegata	Variantie niet gebonden aan andere variabelen
Communality	Variance liée	Gebundene Varianz	Frazione di varianza spiegata	Gebonden variantie
Iso-product curve	Courbe d'isoproduit	Iso-Produkt-Kurve	Curva di isoprodotto	Curve van gelijk produkt

### IV. MODÈLES DE DÉCISION

Decision model	Modèle de décision	Entscheidungsmodell	Modello di decisione	Decisiemodel
Theory of games	Théorie des jeux	Spieltheorie	Teoria dei giochi	Speltheorie
Pay-off matrix	Matrice des règlements (matrice du jeu)	Pay-off matrix	Matrice dei risultati	Betaal-matrix
Maximin	Maximin	Maximin	Maximin	Maximin
Strategy	Stratégie	Strategie	Strategia	Strategie

# ÉTUDES

parues à ce jour dans la série « agriculture » (1)

VI/707 — N° 1

## **Les grandes régions agricoles de la C.E.E.**

Etude réalisée en commun par la C.E.E. et l'O.E.C.E.

1960. 60 p. + 5 documents cartographiques (f, d : épuisé). FB 70,—; FF 7,—

8005\* — N° 2

## **Tendances de la production et de la consommation en denrées alimentaires dans la C.E.E. (1956-1965)**

1960. 120 + 145 p. (f, d, i, n). FB 150,—; FF 15,—

8080\* — N° 3

## **Schmitt G. : Méthodes et possibilités d'établissement des projections à long terme pour la production agricole**

1961. 80 p. (d; f : épuisé). FB 120,—; FF 12,—

8020\* — N° 4

## **Priebe, Pr Dr, et Möller, Pr Dr : La politique économique régionale, condition du succès de la politique agricole**

1961. 20 p. (d, i, n; f : épuisé). FB 30,—; FF 3,—

8022\* — N° 5

## **L'augmentation de la production de viande bovine dans les pays de la C.E.E.**

1961. 216 p. (f, d). FB 250,—; FF 24,50

8025\* — N° 6

## **Étude de droit comparé sur les rapports entre bailleur et preneur à ferme dans les pays de la C.E.E.**

1961. 48 p. (f, d, i, n). FB 60,—; FF 6,—

8043 — N° 7

## **Soenen M. et Pelshenke P. F. : Problèmes relatifs à la qualité du blé, de la farine et du pain dans les pays de la C.E.E.**

1962. 36 p. (f, d, i, n). FB 50,—; FF 5,—

8054\* — N° 8

## **La consommation des engrais dans les pays de la C.E.E.**

1962. 82 + 32 p. + 3 cartes géographiques (d; f : épuisé). FB 180,—; FF 17,50

8076\* — N° 9

## **L'organisation de la recherche agronomique dans les pays de la C.E.E.**

1963. 128 p. (f, d, i, n). FB 150,—; FF 15,—

8077\* — N° 10

## **Le marché commun des produits agricoles. Perspectives « 1970 »**

1963. 198 p. (f, d, i, n). FB 250,—; FF 24,50

8063 — N° 11

## **Effets sur les revenus, dans la république fédérale d'Allemagne, d'une baisse des prix agricoles, dans le cadre de la politique agricole commune de la C.E.E.**

1962. 86 p. (f, d, i, n, e). FB 50,—; FF 5,—

8101\* — N° 12

## **La structure du commerce des fruits et légumes dans les pays de la C.E.E. — Standardisation et système de contrôle**

1963. 48 p. (f, d, i, n). FB 60,—; FF 6,—

8099\* — N° 13

## **J. Mol : Modèles d'exploitations agricoles — Méthodes applications et possibilités d'utilisation dans le cadre de la C.E.E.**

1964. 80 p. (d, f). FB 150,—; FF 15,—

8102\* — N° 14

## **L'aide alimentaire de la C.E.E. aux pays en voie de développement — Problèmes posés et possibilités réelles**

1964. 234 p. (d, f, i, n). FB 250,—; FF 24,50

## SERVICES DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

(1) Les signes abrégatifs f, d, i, n et e indiquent les langues dans lesquelles les textes ont été publiés (français, allemand, italien, néerlandais et anglais).

## BUREAUX DE VENTE ET D'ABONNEMENTS

### BELGIQUE — BELGIË

*Moniteur belge*  
40, rue de Louvain — Bruxelles  
*Belgisch Staatsblad*  
Leuvenseweg 40 — Brussel

### DEUTSCHLAND

*Verlag Bundesanzeiger*  
Postfach — 5 Köln 1  
Fernschreiber :  
Anzeiger Bonn 8882 595

### FRANCE

*Service de vente en France*  
*des publications*  
*des Communautés européennes*  
26, rue Desaix — Paris-15<sup>e</sup>  
Compte courant postal :  
Paris 23-96

### GRAND-DUCHE DE LUXEMBOURG

*Office central de vente des publications*  
*des Communautés européennes*  
9, rue Goethe — Luxembourg

### ITALIA

*Libreria dello Stato*  
Piazza G. Verdi, 10 — Roma

#### Agences :

Roma — Via del Tritone, 61/A e 61/B  
Roma — Via XX Settembre  
(Palazzo Ministero delle Finanze)  
Milano — Galleria Vittorio Emanuele, 3  
Napoli — Via Chiaia, 5  
Firenze — Via Cavour, 46/r

### NEDERLAND

*Staatsdrukkerij- en Uitgeverijbedrijf*  
Fluwelen Burgwal 18 — Den Haag

### GREAT BRITAIN AND COMMONWEALTH

*H.M. Stationery Office*  
P.O. Box 569 — London S.E. 1

### UNITED STATES OF AMERICA

*European Community Information Service*  
808 Farragut Building  
900 - 17th Street, N. W.,  
Washington 6, D. C.  
Tel. : 296-5131

### AUTRES PAYS

*Office central de vente des publications*  
*des Communautés européennes*  
2, place de Metz — Luxembourg  
(C.C.P. n° 191.90)

SERVICES DES PUBLICATIONS DES COMMUNAUTES EUROPEENNES  
8099\*/1/V/1964/5

---

FF 15,—      FB 150,—      DM 12,—      Lit. 1 870      Fl. 11,—      £ 1.1.3      \$ 3.00

---