

UNIVERSITE DE MONTREAL

PROGRES TECHNIQUE ET PRODUCTIVITE
DU TRAVAIL AGRICOLE
AU QUEBEC DE 1961 A 1981

PAR

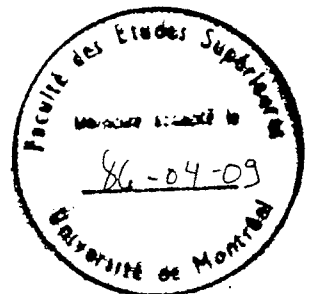
WOOLLIANA VOLTAIRE

SCIENCES ECONOMIQUES

FACULTE DES ARTS ET SCIENCES

MEMOIRE PRESENTE A LA FACULTE DES ETUDES SUPERIEURES
EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE
MAITRE ES SCIENCES (M.Sc.)

JANVIER 1986



A MES PARENTS
PRESTIL VOLTAIRE ET EMILIE THEANO
ET
MA SOEUR
CELITA BRUNO-VOLTAIRE

SOMMAIRE

Au cours de la période 1961-1981, l'agriculture québécoise a expérimenté une hausse assez substantielle dans la productivité du travail. La croissance de la productivité du travail peut être imputée à deux causes: l'augmentation dans le rapport capital/travail et l'utilisation plus efficace des ressources, c'est-à-dire le progrès technique. L'objectif principal de cette étude est d'abord de décomposer les variations de la productivité du travail en celles dues aux variations de l'intensité capitaliste de celles associées au progrès technique. Plus spécifiquement, les objectifs étaient d'examiner la nature de changement technique, de calculer l'élasticité de substitution entre le capital et le travail, d'estimer les rendements à l'échelle, de mesurer le taux annuel de progrès technique, de mettre en évidence la contribution de l'intensité capitaliste et celle du progrès technique, les deux principales sources de croissance de la productivité du travail dans cette étude, et finalement, d'examiner le taux d'utilisation des capacités du capital.

Le modèle de Solow a été employé pour mesurer le progrès technique basé sur le concept de la valeur ajoutée. Les hypothèses de déplacements neutres, au sens hicksien, de la fonction de production et des rendements constants à l'échelle sont sous-jacentes au modèle. Afin d'examiner la neutralité du changement technologique, un test prouvant

l'égalité des élasticités de substitution entre travail et capital pendant deux sous-périodes 1961-1971 et 1972-1981 a été suggéré. Un test "F" ($F = (Q_2 - Q_1) (N - P - 1) / Q_1$, où Q_2 et Q_1 représentent la somme des erreurs au carré des fonctions de production Cobb-Douglas restrictive et non-restrictive; N est le nombre d'observations; P est le nombre de variables indépendantes) a été fait afin d'examiner l'hypothèse de rendements constants à l'échelle. La fonction de production CES a été utilisée en vue de l'estimation de l'élasticité de substitution entre travail et capital. Et finalement, l'utilisation efficiente du capital a été testée au moyen de deux approches différentes, soit la productivité marginale des facteurs et d'autres fonctions de production un peu plus sophistiquées.

Mentionnons que les données utilisées dans cette étude proviennent du Bureau de la Statistique du Québec et de Statistique Canada. Les séries de valeur ajoutée, capital et taux de salaire réel annuel ont été dégonflées par leurs indices respectifs à base de 1971. Un taux de rendement réel de 6% a été choisi par hypothèse.

Les résultats des tests statistiques démontrent que durant la période étudiée, le progrès technique était neutre et l'hypothèse de rendements constants à l'échelle n'était pas tout à fait justifiée. L'élasticité de substitution entre travail et capital semble être unitaire, indiquent ainsi que l'agriculture n'aurait pas trop de difficultés à remplacer l'un des deux inputs par l'autre.

Au cours de la période d'analyse, la productivité du travail (valeur ajoutée par emploi) a augmenté de 118% entre 1961 et 1981. Les contributions de l'intensité capitaliste dans la productivité du

travail varient d'un type de capital à l'autre. Le stock d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction (SMEC) a contribué à 122%, donc un pourcentage négatif pour le progrès technique; le second type de capital, la valeur courante du capital des fermes en dollars constants (VCCC) a apporté 97% à la productivité contre 3% pour le changement technologique; enfin, la formation brute du capital fixe (FBCF), pour sa part, a fait faire un pas de 22.5% à la productivité contre 77.8% pour le progrès technique.

Enfin, les résultats démontrent qu'il existe du capital inutilisé sur les fermes en raison de contraintes imposées par le gouvernement fédéral à la production de certains produits, par exemple le lait, forçant ainsi une utilisation à moindre capacité du stock de capital disponible.

A la lumière de toutes ces observations, on peut arriver à la conclusion à savoir que l'augmentation de l'intensité capitaliste a été beaucoup plus significative dans la croissance de la productivité du travail que le progrès technique et il serait temps de réorienter la production, de considérer de meilleures techniques de production par le développement plus poussé des recherches, de l'éducation, etc., de rationaliser les investissements en capital.

REMERCIEMENTS

Je remercie M. André Raynauld, mon directeur de thèse, pour ses conseils en vue de mener à bien cette étude.

J'adresse aussi toute ma gratitude à MM. Jean-Guy Loranger et Kimon Valaskakis pour leurs commentaires et suggestions.

Par ailleurs, je dois beaucoup à l'équipe de Statistique Canada (Division de l'Agriculture) à Ottawa pour leur aide sans réserve dans la cueillette des données essentielles à la réalisation de ce travail et un merci spécial à Madame Nicole Benoit du bureau régional de Montréal pour son dévouement.

A Lucie Rondeau dont la patience a été maintes fois éprouvée par la dactylographie de ce travail, j'exprime toute ma reconnaissance.

Je ne voudrais passer sous silence la contribution hautement scientifique des écrits de MM. R.M. Solow et L.B. Lave cités dans la Bibliographie qui ont été particulièrement utilisés dans cette étude.

Enfin, tous mes remerciements à mes frères et soeurs dans le seigneur pour leur soutien dans la prière et leurs encouragements et à mon Seigneur Jésus-Christ dont je suis la servante.

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	iii
REMERCIEMENTS	vi
TABLE DES MATIERES	vii
LISTE DES TABLEAUX	xi
LISTE DES GRAPHIQUES	xiv
LISTE DES ANNEXES	xvi
LISTE DES ABREVIATIONS	xvii
INTRODUCTION	1
A. Survol historique	1
B. Objectifs de l'étude	3
C. Revue de littérature	3
D. Approche générale de l'étude	11
CHAPITRE I. CADRE THEORIQUE	14
1.1 Concepts de progrès technique	14
1.1.1 Définition du progrès technique	14
1.1.2 Caractéristiques du progrès technique	17
1.1.3 Incorporation du progrès technique au capital et au travail	18
1.1.4 Vers une nouvelle conception: le progrès technique "induit" résultat et non cause de la croissance	21
1.2 Facteurs de progrès technique	22
1.3 Formules classiques de fonctions de production	24
1.3.1 Fonction de production à facteurs complémentaires.	
1.3.2 Fonction Cobb-Douglas	25
1.3.3 Fonction de production C.E.S.	27

1.3.4	Formulation de nouvelles fonctions de production	30
1.3.4.1	Fonction C.E.S. - V.E.S.	30
1.3.4.2	Fonction de production Hilhorst	31
1.3.4.3	Fonctions de production intertemporelles	32
1.3.4.4	Conséquences pour l'ensemble des fonctions	35
CHAPITRE 2. METHODOLOGIE ET DONNEES STATISTIQUES		37
2.1	Modèles mesurant le progrès technique	37
2.1.1	Interrelations existant entre les paramètres du modèle	41
2.1.2	Explication des éléments constitutifs du modèle	42
2.1.2.1	La productivité	43
2.1.2.2	La valeur ajoutée	44
2.1.2.3	Indice géométrique de Solow ou de progrès technique	44
2.1.2.4	Intensité capitaliste	45
2.2	Procédures de calcul	45
2.2.1	Calcul de la valeur ajoutée (V.A.)	46
2.2.2	Construction des séries de stock de capital	46
2.2.3	Valeur courante du capital sur les fermes (K_2) ...	49
2.2.4	Formation brute de capital fixe (F.B.C.F.: K_3) ...	50
2.2.5	Séries de la part du SMEC dans le revenu (WK_1) ...	51
2.2.6	Séries de la part de V.C.C.C. dans le revenu (WK_2)	51
2.2.7	Séries de la part de la F.B.C.F. dans le revenu (WK_3)	52
2.2.8	Séries de la part du travail dans le revenu (WL)	52
2.3	Présentation des données	52
2.3.1	Sources de données	53
2.3.2	Critique des données	54
CHAPITRE 3. EVOLUTION DES PARAMETRES		62
3.1	Valeur ajoutée à prix constants de 1971	62
3.2	Evolution du stock d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction (SMEC)	65
3.3	Valeur courante du capital en dollars de 1971	65
3.4	Formation brute de capital fixe en dollars constants	70

3.5	Variation de la population active, de la main-d'oeuvre et du chômage agricoles	70
3.6	Evolution de la productivité de l'emploi agricole	75
3.7	Evolution quinquennale de la valeur ajoutée par agriculteur	80
3.8	Evolution du SMEC par emploi agricole	80
3.9	Evolution de la valeur courante du capital à prix constants par emploi	83
3.10	Variation de la formation brute du capital fixe en dollars constants par personne employée	88
3.11	Evolution des indices de prix	88
3.11.1	Variations de l'indice des prix des produits agricoles	91
3.11.2	Evolution de l'indice des prix des intrants agricoles	92
3.11.3	Variations de l'indice des prix de la F.B.C.F.	93
CHAPITRE 4. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS		99
4.1	Formulation du modèle	99
4.2	Résultats des calculs de la régression pour les différentes sortes de capital	100
4.3	Composantes de l'augmentation de la productivité du travail agricole	103
CHAPITRE 5. EXAMEN DES HYPOTHESES ET ESTIMATION DE LA PRODUCTIVITE MARGINALE DES RESSOURCES		109
5.1	Elasticité de substitution	109
5.2	Examen de la neutralité du progrès technique	112
5.3	Examen des rendements constants à l'échelle	115
5.4	Estimation de la productivité marginale du travail et du capital	119
CHAPITRE 6. QUELQUES EXTENSIONS DU MODELE		126
6.1	Le problème du capital inutilisé	127
6.2	Estimation empirique des modèles agrégés	132
6.3	Fonction de technologie, utilisation de méthode de premières différences	135

CHAPITRE 7. IMPLICATIONS	138
7.1 Implications des résultats empiriques	138
7.1.1 Implications au niveau des ressources	138
7.1.2 Implications au niveau des prix et recettes agricoles	139
7.1.3 Implications au niveau de la distribution du revenu	140
7.1.4 Progrès technique et croissance de productivité .	141
7.2 Implications des observations de l'étude pour la politique agricole québécoise	143
CONCLUSION GENERALE	147
ANNEXE 1. Caractéristiques de la fonction de production C.E.S. et son établissement	154
ANNEXE 2. Correspondances entre catégories de revenu et indices de prix	161
ANNEXE 3. Correspondances entre catégories de dépenses et indices de prix	163
ANNEXE 4. Fermes classées selon la taille de la ferme et l'âge de l'exploitant, 1961, 1971, 1976, 1981 Québec	165
ANNEXE 5. Tableau récapitulatif sur la valeur ajoutée, le capital, le travail, le taux de variation annuelle de progrès technique et le taux de croissance du progrès technique	167
ANNEXE 6. Rémunération totale de l'emploi; rémunération totale réelle par personne employée dans l'agriculture Québec 1961-1981	171
BIBLIOGRAPHIE	173

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Guide schématique des modèles de croissance	5
Tableau 2.	Comptes agricoles	47
Tableau 3.	Sources des données sur la valeur de la production et des consommations intermédiaires	57
Tableau 4.	Sources des données sur les indices de prix des produits agricoles et des consommations intermédiaires	58
Tableau 5.	Sources des données sur la F.B.C.F. en agriculture et des indices de la F.B.C.F.	59
Tableau 6.	Sources des données sur la valeur courante du capital des fermes	60
Tableau 7.	Sources des données sur la population active et l'emploi agricoles	61
Tableau 8.	Production, consommations intermédiaires et valeur ajoutée en dollars de 1971, Québec 1961-1981, % de variation	63
Tableau 9.	Stock de capital en machinerie et équipement et en construction en dollars de 1971, % de variation, Québec 1961-1981	66
Tableau 10.	Valeur courante du capital des fermes en dollars de 1971, variation en pourcentage, Québec 1961-1981 ..	68
Tableau 11.	Dépenses d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction en dollars de 1971, % de variation, Québec 1961-1981	71
Tableau 12.	Population active, emploi agricole et taux de chômage dans l'agriculture québécoise de 1961-1981 ...	73

Tableau 13.	Emploi et valeur ajoutée par emploi à prix constants et constants de 1971, % de variation, indice de la V.A. constante, Québec 1961-1981	77
Tableau 14.	Valeur ajoutée à prix courants et constants de 1971 par producteur pour des années spécifiques, variation en pourcentage, Québec 1961-1981	81
Tableau 15.	Stock de capital en machinerie et biens d'équipement et en construction par emploi en dollars de 1971, % de variation, Québec 1961-1981	84
Tableau 16.	Valeur courante du capital des termes par emploi en dollars de 1971, % de variation, Québec 1961-1981 ...	86
Tableau 17.	Dépenses d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction par emploi en dollars constants, % de variation, Québec 1961-1981 .	89
Tableau 18.	Indices des prix des produits et des intrants et de la F.B.C.F. agricoles, % de variation, Québec 1961-1981	94
Tableau 19.	Indices de progrès technique pour les trois types de capital, Québec 1961-1981	101
Tableau 20.	Pourcentage de la part de l'intensité du capital et du progrès technique dans la croissance de la productivité du travail agricole pour les trois catégories de capital, Québec 1961-1981	108
Tableau 21.	Estimation de l'élasticité de substitution Québec, 1961-1981	111
Tableau 22.	Résultats des tests de l'hypothèse de l'élasticité unitaire	111
Tableau 23.	Estimation de l'élasticité de substitution au cours des deux sous-périodes 1961-1971 et 1972-1981, Québec	113

Tableau 24.	Test sur l'hypothèse d'égalité des élasticités de substitution entre les deux sous-périodes 1961-1971 et 1972-1981, Québec	114
Tableau 25.	Résultats des coefficients et autres statistiques des trois régressions de la fonction de production $\hat{y} = a_i K_i^{\alpha} L_i^{\beta}$ après élimination des effets du progrès technique, Québec 1961-1981	116
Tableau 26.	Test de l'hypothèse des rendements constnats à l'échelle pour l'estimation de la fonction de production estimée, $\hat{y}/A_i = a_i K_i^M L_i^N$, Québec	118
Tableau 27.	Productivité marginale du travail en l'absence du progrès technique pour les années spécifiques	121
Tableau 28.	Productivité marginale du capital en l'absence du progrès technique pour les années spécifiques	122
Tableau 29.	Productivité marginale du travail en présence du progrès technique pour les années spécifiques	123
Tableau 30.	Productivité marginale du capital en présence du progrès technique pour les années spécifiques	124
Tableau 31.	Fonctions de production mesurant l'excédent de capacité régression de $\log(Y/L)$ sur les variables suivantes	125
Tableau 32.	Fonctions de production de premières différences régressions de $\Delta \log(K/L)$ sur les variables suivantes	136

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1.	Effet du progrès technique	16
Graphique 2.	Evolution de la production, des consommations intermédiaires et de la valeur ajoutée à prix constants de 1971. Québec 1961-1981	64
Graphique 3.	Evolution du taux de variation annuelle du stock d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction. Québec 1962-1981	67
Graphique 4.	Evolution de la valeur courante du capital des fermes en dollars de 1971. Québec 1961-1981	69
Graphique 5.	Evolution de la F.B.C.F. en dollars de 1971. Québec 1961-1981	72
Graphique 6.	Evolution de la population active et de l'emploi agricoles. Québec 1961-1981	74
Graphique 7.	Evolution du taux de chômage agricole. Québec 1961-1981	76
Graphique 8.	Evolution de l'indice de la valeur ajoutée par emploi en dollars constants. Québec 1961-1981	78
Graphique 9.	Evolution quinquennale de la valeur ajoutée à prix courants et constants de 1971 par producteur. Québec 1961-1981	82
Graphique 10.	Evolution du taux de variation du SMEC par emploi en \$ constants. Québec 1962-1981	85
Graphique 11.	Evolution du taux de variation annuelle de la V.C.C.C. par emploi en dollars constants. Québec 1962-1981	87

Graphique 12.	Evolution de la F.B.C.F. par emploi en dollars constants. Québec 1961-1981	90
Graphique 13.	Evolution de l'indice des prix des produits agricoles. Québec 1961-1981	95
Graphique 14.	Evolution de l'indice des prix des intrants agricoles. Québec 1961-1981	96
Graphique 15.	Evolution des termes de l'échange dans l'agriculture. Québec 1961-1981	97
Graphique 16.	Evolution de l'indice des prix de la F.B.C.F. Québec 1961-1981	98
Graphique 17.1	Taux de variations annuelles dans la technologie relatives au SMEC. Québec 1961-1981	104
Graphique 17.2	Taux de variations annuelles dans la technologie relatives à la valeur du capital des fermes à prix constants. Québec 1961-1981	105
Graphique 17.3	Taux de variations annuelles dans la technologie relatives aux dépenses d'immobilisations. Québec 1961-1981	106
Graphique 18.	La fonction de production à court et à long terme	128
Graphique 19.	Le rapport capital actuel sur capital potentiel comme une fonction du taux de chômage	134
ANNEXE 1.	Contient sept petits graphiques non décrits ici .	154

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1. Caractéristiques de la fonction de production
C.E.S. et son établissement 154
- ANNEXE 2. Correspondances entre catégories de revenu et
indices de prix 161
- ANNEXE 3. Correspondances entre catégories de dépenses
et indices de prix 163
- ANNEXE 4. Fermes classées selon la taille de la ferme et
l'âge de l'exploitant, 1961, 1971, 1976, 1981,
Québec 165
- ANNEXE 5. Tableau récapitulatif sur la valeur ajoutée, le
capital, le travail, le taux de variation
annuelle de progrès technique et le taux de
croissance du progrès technique 167
- ANNEXE 6. Rémunération totale de l'emploi: rémunération totale
réelle par personne employée dans l'agriculture
Québec 1961-1981 171

LISTE DES ABREVIATIONS

A.E.R.	American Economic Review
A.J.A.E.	American Journal of Agricultural Economics
F.B.C.F.	Formation brute de capital fixe
N.B.E.R.	National Bureau of Economic Research
P.P.A.	Prix des produits agricoles
P.U.F.	Presses Universitaires de France
R.A.M.	Revenu agricole moyen
R.E.S.	Review of Economics and Statistics
SMAC	Solow - Minhas Arrow - Chenery
SMEC	Stock de capital en machinerie et équipement et en construction
V.A.	Valeur ajoutée
V.E.S.	Elasticité de substitution variable (élasticité de substitution constante)
V.C.C.C.	Valeur courante du capital à prix constants (en dollars constants)
U.P.A.	Union des producteurs agricoles

INTRODUCTION

A. Survol historique

L'agriculture québécoise, au cours des deux dernières décennies, continue sa lente transformation amorcée avec le début de l'industrialisation. Cette évolution a des conséquences importantes dans l'identification des composantes de la croissance de la valeur ajoutée nette⁽¹⁾ par emploi, appelée couramment productivité du travail.

Le taux de croissance de la productivité du travail agricole a été faible et peut être dû à différents facteurs. La croissance de la productivité du travail a été caractérisée par la stabilité de la production associée à une diminution de l'emploi agricole et est due en grande partie à la spécialisation de la production animale (principalement des produits laitiers) entraînant ainsi une utilisation accrue de produits intermédiaires, entre autres, la mécanisation et la motorisation des opérations, etc.

Avec un rapport capital/travail constant, la productivité du travail et le progrès technique sont équivalents.⁽²⁾ En d'autres termes,

(1) La valeur ajoutée nette correspond à la valeur générée à l'intérieur du secteur agricole. C'est la différence entre la production brute et les consommations intermédiaires (amortissements inclus).

(2) Le progrès technique est défini comme étant une part dans la hausse de la productivité du travail après avoir déduit l'augmentation due au rapport capital/travail. Une discussion plus avancée aura lieu au chapitre 2.

L'augmentation de la productivité du travail est entièrement attribuable au changement technologique. Cependant, le capital par personne employée a eu une croissance moyenne annuelle de 14.5%, 7.75% ou 9.58% entre 1961 et 1981 suivant le type de capital considéré.⁽¹⁾ Il s'ensuit qu'une telle croissance de la productivité du travail n'est pas seulement attribuable au progrès dans la technologie agricole, mais est due aussi à une accentuation de l'intensité capitaliste au cours de cette même période. Au Québec, le SMEC est passé de 141 456 000 dollars en 1961 à 243 820 000 dollars en 1981. Le taux de croissance du SMEC par emploi a été haussé jusqu'à 303% entre 1961 et 1981. Alors, l'augmentation de la productivité du travail n'a pas été seulement affectée par le taux de croissance du capital total agricole, mais aussi par le changement dans sa composition.

L'analyse de ces observations a conduit à une explication nette, du fait que la croissance et les fluctuations dans la productivité du travail ont été influencées en grande partie par les variations dans l'utilisation du capital agricole. Bien qu'il y ait un grand nombre d'études mesurant la productivité du travail dans l'agriculture québécoise ou examinant l'apport de la composante productivité à d'autres champs de l'activité économique, peu d'attention a été accordée à l'investigation des influences contribuant aux changements dans la productivité du travail. Dans le but d'aider à la compréhension de ce sujet et d'apporter une

(1) Trois types de capital sont considérés dans cette étude: le stock d'immobilisation en machinerie et équipement et en construction (SMEC); la valeur courante du capital des fermes en dollars constants (VCCC) et la formation brute de capital fixe (FBCF). Le détail sur ces concepts sera présenté un peu plus loin.

information utile à la politique agricole québécoise, un examen approfondi et une mesure du progrès technique sont nécessaires.

B. Objectifs de l'étude

L'objet principal de cette recherche est de dissocier la contribution de l'intensité capitaliste de celle du progrès technique dans la croissance de la productivité du travail agricole au Québec de 1961 à 1981. Les objectifs plus spécifiques sont les suivants:

1. Examiner la nature du changement technologique;
2. Calculer l'élasticité de substitution entre travail et capital;
3. Estimer les rendements à l'échelle;
4. Mesurer le taux annuel de progrès technique;
5. Mettre en évidence la contribution des deux principales sources de la croissance de la productivité du travail: celle attribuable au résidu ou progrès technique et celle due à l'intensité capitaliste; et
6. Analyser l'utilisation efficace du capital.

C. Revue de littérature

Pour mieux comprendre les difficultés posées par la mesure du taux de changement technologique, il est d'une importance cruciale de présenter une brève revue de la littérature.

En prenant un recul historique, on peut s'apercevoir que l'étude de la technologie s'est développée en plusieurs étapes et de nombreuses approches ont été utilisées.⁽¹⁾ Tout d'abord, le progrès technique a été présenté comme désincorporé.⁽²⁾ Une technique de séparation du progrès technique désincorporé a été mis de l'avant par R. Solow dans une étude sur l'économie américaine de 1909 à 1949.⁽³⁾ Le méthode de Solow ne permet pas seulement de dissocier les influences des facteurs dans la croissance de la productivité, mais aussi de permettre d'utiliser des parts variables d'inputs relatives au revenu à travers le temps comparativement aux parts constantes au moyen d'une fonction Cobb-Douglas.

Son modèle requiert les hypothèses de: a) rendements constants à l'échelle; b) l'homogénéité des facteurs de production; et c) concurrence parfaite et situation d'équilibre permettant de rémunérer les facteurs au niveau de leur productivité marginale. Dans ce modèle, seul le progrès technique désincorporé y était analysé. Si le capital et/ou le travail perdent leur homogénéité, alors le progrès technique devient incorporé.⁽⁴⁾

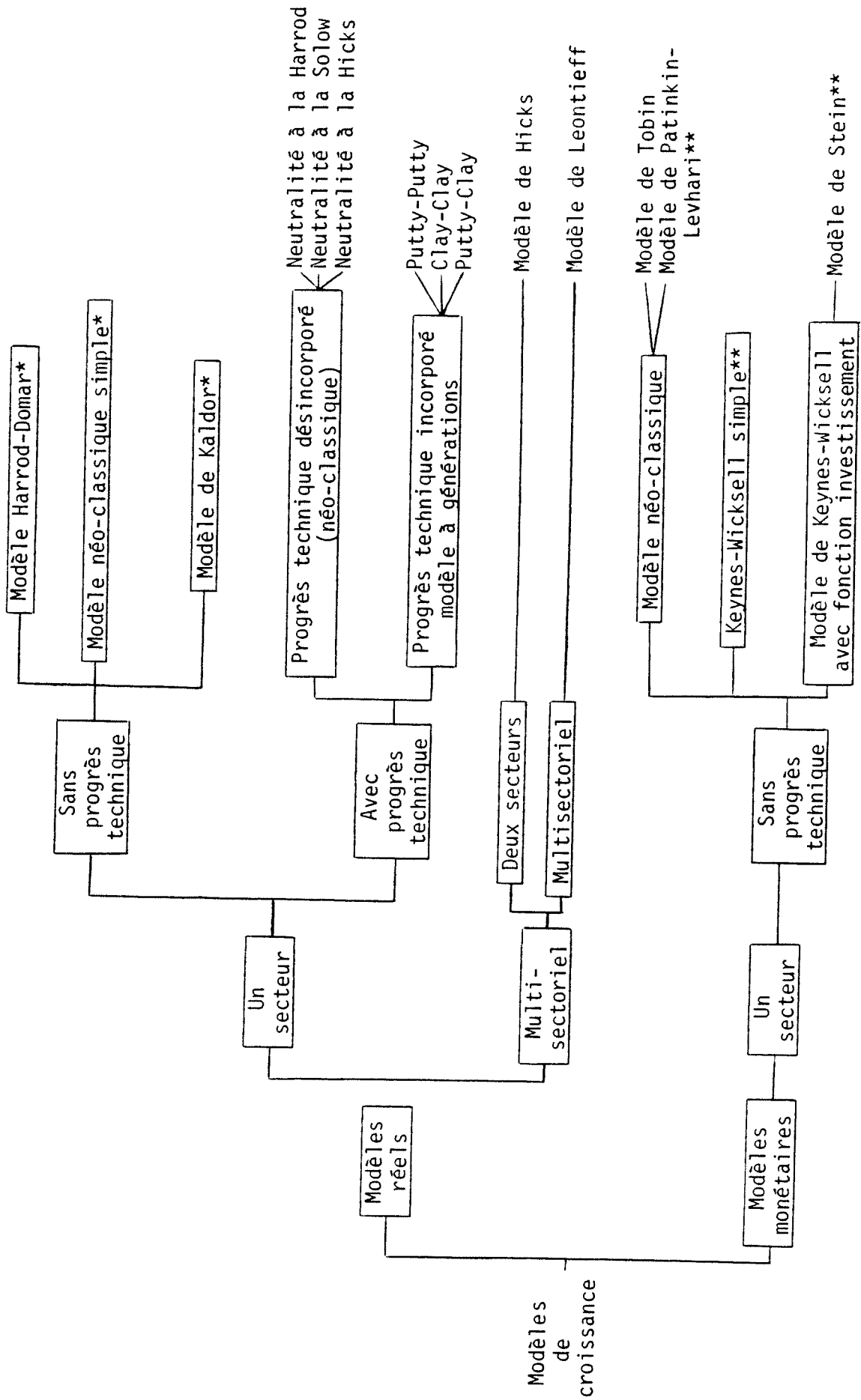
(1) Voir le Guide Schématique du Tableau 1.

(2) Le progrès technique désincorporé peut se définir comme une augmentation de la productivité résultant d'une amélioration de techniques productives, de recherche, de meilleure gestion, etc.

(3) R.M. Solow, "Technical change and the aggregate Production Function", Review of Economics and Statistics, Vol. 39, No 3, August 1957, pp. 312-320.

(4) Le progrès technique est dit incorporé s'il provoque une augmentation dans la productivité des facteurs par suite d'une amélioration de leur qualité, etc.

Tableau 1. Guide schématique des modèles de croissance



Source: David J. Ott, Attiat F. Ott, Jang H. Yoo, "Macroeconomic Theory", New-York, McGraw-Hill Book, 1975, p. 268 (Economics handbook series).

Salter introduit un modèle pour mesurer l'étendue du changement technologique incorporé.⁽¹⁾ Il soutient qu'une fois l'investissement en capital fixe fait, la fonction de production n'est plus pertinente et la substitution des facteurs devient importante. Alors, il conclut que la qualité du capital nouveau est le facteur clef en regard de l'adoption de meilleures pratiques techniques. Le progrès technique fait que la productivité des machines construites en une période récente est supérieure à celle des anciennes et donc sont économiquement plus appropriées aux prix courants des facteurs en supposant que tous les investissements nouveaux adoptent la technique optimale.

Il a cherché à expliquer comment le changement technologique peut affecter de quatre façons certaines relations importantes entre les diverses grandeurs liées à la production. La première relation est représentée par le déplacement de la courbe de production vers l'origine au fur et à mesure que le temps s'écoule.

La seconde relation est le biais à l'égard de l'épargne des facteurs. De telles tendances sont mesurées par le taux auquel le ratio des facteurs est modifié quand les prix sont constants. Cette mesure s'apparente à la définition de la neutralité du progrès technique de Hicks qui ne modifie pas la relation liant la technique en service et le coût relatif des facteurs de production.

Le rôle de l'élasticité de substitution dans la détermination de la technique optimale représente le troisième facteur.

(2) W.E.G Salter, "Productivity and technical change", Cambridge University Press, 1960.

Le dernier effet est le changement dans les prix relatifs des facteurs.

Le modèle de Salter est basé sur de nombreuses hypothèses telles par exemple: les rendements constants à l'échelle, le changement technologique incorporé dans le capital nouveau; la qualité du travail homogène à travers le temps, etc.

Étudions maintenant un cas plus proche de l'orthodoxie néo-classique: le progrès technique est incorporé mais il y a possibilité de substituer le travail au capital aussi bien ex-post qu'ex-ante. Solow a étudié ce cas en se basant sur une fonction Cobb-Douglas à rendements constants à l'échelle.⁽¹⁾ Il considère dans le stock de capital existant à une époque t tous les équipements construits à la même époque v , ($= K_v(t)$), et la main-d'oeuvre $L_v(t)$ travaillant sur ces équipements. Puisque ces équipements ont été construits à l'année v , ils "incorporent" l'état des techniques, à cette époque, état naturellement moins perfectionné que celui des années postérieures. Nous pouvons décrire ces propriétés en prenant pour fonction de production $Y_v(t)$ de ces équipements une fonction de type Cobb-Douglas:

$$Y_v(t) = e^{\beta v} L_v(t)^\alpha K_v(t)^{1-\alpha}$$

où le progrès technique de l'époque v est caractérisé par l'indice $e^{\beta v}$. On peut considérer que le progrès technique entraîne soit une réduction

(1) R.M. Solow, "Investment and Technical Progress", Mathematical Methods in the Social Sciences, 1959, ed. J.K. Arrow, S. Karlin et P. Suppes, Stanford University Press: Stanford, 1960, pp. 89-104.

progressive du coût de fabrication de machines, soit une amélioration de leur qualité; par exemple, une machine de la génération t équivaut à $(1 + \beta)$ machines de génération $t - 1$. A l'époque t considérée, la production globale n'est autre que la somme des productions des équipements de divers âges, soit:

$$Y(t) = \int_{-\infty}^t e^{\beta v} L_V^\alpha(t) K_V^{1-\alpha}(t) dv$$

Sous cette forme, la fonction de production Y n'est guère utilisable. Néanmoins, l'adoption de la fonction Cobb-Douglas permet de nombreuses simplifications. En effet, Solow a posé deux hypothèses supplémentaires pour donner une forme plus maniable à son modèle.

Hypothèse 1. Le capital se déprécie régulièrement de sorte qu'une fraction constante u du capital existant doit être remplacée chaque année.

Hypothèse 2. Le taux de salaire égal à la productivité marginale du travail est le même sur tous les équipements, quelque soit leur âge. On ne pénalise pas un ouvrier sous prétexte qu'il travaille sur une vieille machine.

Théorème

Si les hypothèses 1 et 2 sont satisfaites, la fonction de production Y peut se mettre sous la forme suivante, dite fonction de production de Solow:

$$Y(t) = L(t)^\alpha K(t)^{1-\alpha}$$

où

$$K(t) = e^{-ut} \int_{-\infty}^t e^{(u+\frac{\beta}{1-\alpha})v} I(v) dv$$

avec

β = taux de croissance du progrès technique

u = taux de dépréciation du capital

α = élasticité de la production par rapport au travail

$1-\alpha$ = élasticité de la production par rapport au capital

L'on remarquera que la caractéristique principale de cette fonction de production est que "l'effet du progrès technique à une époque est nul si l'investissement est nul: le progrès technique n'affecterait la production dans la formule que par le taux β et l'on voit que, si grand soit β , ni la production ni le capital n'augmentent lorsque l'investissement $I(v)$ est nul.

L'estimation du modèle de Solow (1960) requiert les hypothèses du changement technologique neutre, de rendements à l'échelle constants, le progrès technique est incorporé dans le capital nouveau, le travail est supposé homogène à travers le temps et distribué efficacement à travers les générations de capital, les parts du capital et du travail sont supposées constantes, durant la période; le progrès technique augmente le capital par génération; donc il a le même effet qu'une augmentation dans le stock de capital.

En 1962, Solow propose un modèle de changement technologique modifié.⁽¹⁾ Il introduisit explicitement les facteurs cycliques dans la fonction à travers le taux de chômage. Ceci lui a permis de différencier l'output potentiel et l'output observé. L'output potentiel est fonction du stock effectif du capital qui inclut le progrès technique et l'offre de travail disponible, $L(t)$. L'output observé diffère du potentiel par un facteur qui est fonction du taux de chômage, E :

$$Q(t) = F(E) F(J, L)$$

La fonction estimée était de la forme de:

$$Q = AJ^\alpha L^{1-\alpha} 10^{b+ce+de^2}$$

La fonction du chômage était $10^{b+ce+de^2}$ et $AJ^\alpha L^{1-\alpha}$ était la fonction de production d'output potentiel.

Dans ce modèle et aussi dans celui de 1959, Solow a considéré l'un ou l'autre des types de progrès technique mais jamais les deux types simultanément. C'est Phelps qui va tenter de synthétiser les deux approches sous la forme d'un modèle de croissance.⁽¹⁾ Mais il n'a fait aucun

(1) R.M. Solow, "Technical Progress, Capital Formation, and Economic Growth", American Economic Review; Papers and Proceedings, Vol. 52, No 2, Max 1962, pp. 76-92.

(2) E.S. Phelps, "The New view of investment: A neoclassical Analysis", Quarterly Journal of Economics, Vol. 76, No 4, Novembre 1962, pp. 548-567.

effort pour estimer les deux taux simultanément. C'est ce qu'Intrigilator⁽¹⁾ a essayé de faire par un modèle qui n'est autre que l'extension de celui de Phelps qui, à son tour, était la synthèse des deux modèles précédents de Solow.

Ainsi, plusieurs modèles importants pour la mesure du changement technologique ont été révisés. La plus grande contribution à cette méthodologie doit être attribuée à Solow. La résolution de ces modèles soumis à des hypothèses lourdes présentent non seulement des difficultés mathématiques considérables, mais aussi nécessitent parfois des données habituellement non disponibles. Somme toute, le progrès technique incorporé dans le capital nouveau n'a pas été généralement accepté parmi les économistes. Pour toutes ces raisons, la méthode de changement technologique désincorporé a été adoptée dans cette étude. Cette méthode a pour avantages d'exiger peu d'hypothèses et de permettre l'utilisation à la fois des parts variables de facteurs parallèlement à des parts constantes requises par une fonction de production Cobb-Douglas.

D. Approche générale de l'étude

Le cadre de l'analyse est constitué par l'agriculture québécoise. L'étude s'étend sur la période⁽²⁾ allant de 1961 à 1981. Cet intervalle

(1) M.D. Intrigilator, "Embodied technical Change and Productivity in the United States 1929-1958", Review of Economics and Statistics, Vol. 47, No 1, February 1965, pp. 65-70.

(2) Le début des années 60 marque aussi un virage socio-politico-économique important au Québec baptisé de "Révolution Tranquille".

de temps est subdivisé en deux sous-périodes (1961-1971 et 1972-1981) à cause de: a) nombreux bouleversements touchant le système monétaire international qui a été remis en question suite à la décision des autorités américaines, en août 1971, de suspendre la convertibilité du dollar en or; b) l'évolution différente de nos paramètres.

Cet essai comprend sept chapitres. L'introduction tente de décrire la problématique, préciser les objectifs de l'étude, de présenter une revue de plusieurs modèles mesurant le progrès technique et le cadre spatio-temporel de l'étude.

Dans le premier chapitre, nous essaierons de dégager l'essence de notre concept de changement technologique.

La mesure du progrès technique est exposée dans le deuxième chapitre. Nous y examinerons la dérivation des données.

Dans le troisième chapitre, nous analyserons l'évolution annuelle des différents paramètres.

Le quatrième chapitre est consacré à l'analyse et à l'interprétation des résultats.

Le cinquième chapitre est consacré à l'examen des hypothèses sous-jacentes à la mesure du changement technologique.

Une extension du modèle fera l'objet du sixième chapitre.

Dans le septième chapitre, nous examinerons les principales implications et ferons les recommandations qui s'imposent.

Finalement, une conclusion générale.

CHAPITRE 1

CADRE THEORIQUE

Pour mieux comprendre l'approche que nous favorisons dans cette recherche, il importe au moins théoriquement d'avoir, d'une part, une bonne vision du concept de progrès technique et d'établir un exposé de facteurs affectant ce changement technologique et d'autre part, de faire une présentation des principales fonctions de production agrégées.

1.1 Concepts de progrès technique

1.1.1 Définition du progrès technique

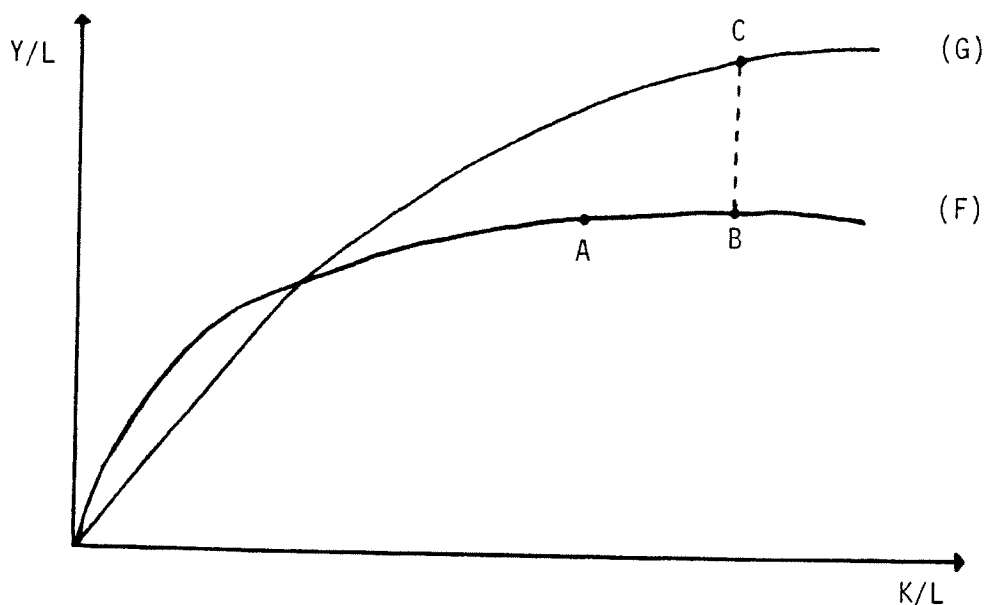
Pour les néo-classiques, "le progrès technique demeure "tombé du ciel" dans son origine, homogène dans sa mise en oeuvre par les agents économiques et le plus souvent neutre dans son impact sur les facteurs". Cette triple indétermination nous amène à rechercher par d'autres voies une problématique nouvelle du progrès technique. La voie néo-classique nous amenait en effet à la conclusion qu'il faut maximiser un changement technologique qu'on ne sait définir.

Aussi, faut-il comprendre le terme "progrès technique" dans une acception très générale: "celle de tous les effets qui, à quantités de main-d'oeuvre et d'équipements donnés, permettent d'augmenter la production nationale". D'aucuns s'amuse à voir dans le progrès technique, un accroissement de productivité ne s'évaluant qu'en dynamique, et que l'on

intègre à une fonction statique.⁽¹⁾ Dans ce cas, on aurait besoin d'un paramètre du niveau qualitatif du capital. Les relations entre le progrès technique et les facteurs sont donc forts complexes; elles posent, le problème de la dynamisation des fonctions de production par essence statique. Nous arrivons ainsi au problème de l'introduction du temps dans les fonctions de production. Cependant, le problème de la dynamisation se présente sous une double forme: doit-on introduire le temps de façon autonome, c'est-à-dire comme un progrès technique incorporé soit au capital, soit au travail ou comme un progrès technique induit, c'est-à-dire faisant corps avec l'ensemble des facteurs?

D'autres ont signalé que l'accumulation du capital et l'accroissement de la main-d'oeuvre ne pouvaient expliquer qu'une partie de la croissance économique du produit national. Le reste serait dû à un troisième facteur résiduel que l'on peut appeler indifféremment productivité globale ou progrès technique au sens large. Ce dernier peut entraîner au cours du temps une augmentation du complexe capital-travail, ce qui ne modifie pas la fonction de production; mais aussi une augmentation de produit par employé pour la même quantité de capital par employé (cas de progrès technique "pur"). C'est l'efficiencé du travail et du capital qui est augmenté et la fonction de production se trouve modifiée. Ce concept de changement technologique peut être illustré par le graphique 1 de la page suivante.

(1) Phelps, A new view on investment, Q.J.E., novembre 1962.



Graphique 1. Effet du progrès technique

Considérons un cas de fonction avec deux facteurs où l'output net est exprimé comme une fonction du capital et du travail et la fonction de production est homogène de degré un, alors $Y/L = b \left(\frac{K}{L} \right)^{1-a}$, c'est-à-dire que la productivité du travail est fonction de l'intensité capitalistique. Supposons que Y_1 et Y_2 représentant deux courbes de production avant et après le changement technologique respectivement, alors le progrès technique "pur" va transformer la courbe (F) en (G).

En général, les deux types de progrès sont associés. Il y a, d'une part, déplacement de l'optimum de A en B (taux supérieur du capital par tête) ensuite déplacement de B en C (augmentation du produit par tête sans augmentation du capital par employé); dans ce cas, la forme de la courbe et donc la valeur de "a" sont modifiées.⁽¹⁾

(1)_a: coefficient du travail.

1.1.2 Caractéristiques du progrès technique

Un déplacement de la fonction de production peut être neutre ou non neutre. Le changement technologique de type neutre, au sens de Hicks ne modifie pas l'équilibre entre le travail et le capital et permet ainsi la croissance à taux constant.⁽¹⁾ En d'autres termes, il y a modification de la fonction de production pour chaque combinaison capital-travail mais laissant constant le taux marginal de substitution entre capital et travail tandis que le progrès technique non-neutre fait varier le taux marginal de substitution pour chaque K/L. Dans le cadre de fonctions de production à rendements constants, si un progrès technique a un effet d'augmentation de la demande du capital, nous aurons une épargne du travail et vice-versa; par contre, s'il s'agit de la même façon sur les deux facteurs, le progrès technique sera neutre puisqu'il n'y aura aucun avantage à modifier la combinaison travail-capital.

Le progrès technique neutre au sens de Hicks diffère de celui d'Harrod. En effet, la neutralité harrodiennne suppose que le coefficient du capital reste invariant au taux d'intérêt.⁽²⁾ Le progrès technique peut être neutre à la fois selon Hicks et selon Harrod; l'élasticité de substitution entre le capital et le travail doit être alors unitaire. Pour satisfaire les deux liaisons, la répartition du revenu ne doit donc pas varier entre deux situations qui ne diffèrent que par le niveau de K.

(1) J.R. Hicks, *The Theory of Wages*, MacMillan and Co. Ltd., London, 1932, p. 121.

(2) Harrod: "Towards a dynamic Economics", MacMillan, London, 1948.

Ne nous attardons pas trop sur ces concepts de progrès technique, car la rapidité avec laquelle on remplace le capital (taux de dépréciation) et celle du renouvellement de la main-d'oeuvre jouent aussi leur rôle dans l'utilisation du progrès technique.

1.1.3 Incorporation du progrès technique au capital et au travail

Si le progrès technique s'incorpore au capital, on doit admettre qu'il faut, au changement technologique pour faire sentir ses effets, un "support matériel", c'est-à-dire un investissement nouveau permettant de mettre en oeuvre la nouvelle technique.⁽¹⁾ Par la suite, le capital perd son homogénéité (et son adaptabilité). Les machines neuves étant plus productives que les anciennes, R. Solow a remplacé le capital (nombre réel de machines utilisées par le nombre de machines pondéré par leur qualité) par le capital pondéré.⁽²⁾ Prenons à titre d'illustration, un exemple de progrès technique incorporé aux équipements de 1.3% par an. Cela voudrait dire qu'en faisant l'acquisition d'un équipement nouveau en une année donnée, cela se traduirait par un accroissement de production de 1.3%, par rapport à un équipement de même prix de l'année précédente.

Etant donné que la fonction de production Cobb-Douglas s'exprime par:

(1) L. Stoléru, "L'équilibre et la croissance économique", Dunod, 1967, p. 381.

(2) R.M. Solow, Cf. "Investment and Technical Progress", 1959.

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \alpha \frac{\Delta K}{K} \quad (\text{\`a main-d'oeuvre constante})$$

il résulte qu'un gain de production de 1.3% équivaut à une augmentation de capital de $\frac{1.3\%}{\alpha}$, soit environ 4%, si l'on considère que $\alpha \approx .33$. Pour établir une série de capital tenant compte du progrès technique, on peut considérer qu'un capital d'une valeur de 1 million de dollars en l'année $t + 1$ est équivalent à: $1 + (1.3/\alpha)$, soit 1.04 millions de dollars en l'année t . Ainsi, en se fixant à priori un rythme annuel de progrès technique incorporé dans les machines tel que 1.3, on arrive à mesurer l'apport du capital au taux de croissance d'une  conomie.

Etant donné qu'il ne s'agit pas ici de trancher cet épineux débat sur l'incorporation ou non du progrès technique, on peut néanmoins reconnaître que, extrême pour extrême, comme l'affirme M. H. Benyahia⁽¹⁾, la position des plus enthousiastes du progrès technique est aussi défendable que celle de leurs critiques si l'on considère les points suivants:

"a) Il n'est pas réaliste de considérer que tout progrès technique doit s'incorporer dans de nouveaux équipements et que tout investissement porte sur de nouveaux équipements. D'une part, l'introduction de nouvelles connaissances se fait par l'intermédiaire des équipements et c'est précisément par cette combinaison de savoir nouveau et des équipements anciens que l'on pourra fabriquer des équipements nouveaux. D'autre part, certains progrès résultent simplement d'une amélioration dans l'utilisation des facteurs sans qu'il soit besoin de mettre en oeuvre de nouveaux équipements.

(1) H. Benyahia, "La contribution de la productivité à l'économie du Québec dans la décennie '70". Rapport effectué pour l'I.N.P., Mars 1980, Groupe GAMMA.

Il faudrait alors distinguer entre savoir dont l'utilisation est gratuite, non incorporé (organisation, management, etc.) ou incorporé (équipements anciens) et savoir dont l'utilisation est onéreuse (incorporation dans les équipements neufs), le coût de l'obsolescence des équipements anciens. Mais concrètement, on ne sait pas encore chiffrer ces distinctions.

b) On sait aussi que tous les investissements ne portent pas sur les équipements nouveaux. Certains correspondent à une extension des capacités productives sur la base des techniques déjà employées ou proche d'elles. Donc, tout rajeunissement du stock de capital ne signifie pas automatiquement augmentation de son efficacité.

c) Le progrès technique incorporé dans le capital est exogène. On se le donne, mais on ne l'explique pas."

En ce qui concerne le progrès technique incorporé au travail, Denison⁽¹⁾ propose de tenir compte de l'amélioration de la qualité du travail au cours de la production. Il utilise un processus analogue à celui que nous venons de voir pour le capital. Nous n'irons pas plus loin dans cette voie car il existe des complémentarités entre les changements technologiques, l'amélioration du niveau d'éducation et l'efficacité de la répartition des ressources.

Il paraît donc préférable de mettre l'accent sur l'interdépendance des différentes variables. De ce point de vue, le progrès technique peut être considéré, du moins en partie, comme un effet de développement de l'activité économique donc un phénomène induit.

(1) E. Denison, "The sources of Economic Growth in the U.S. and the Alternative Before U.S., N.Y. Committee for Economic Development, 1962.

1.1.4 Vers une nouvelle conception: le progrès technique "induit" résultat et non cause de la croissance

Une des raisons principales qui amènent à parler de l'existence d'un progrès technique est l'existence d'un phénomène d'accélération du progrès technique dans les pays développés. Que le progrès technique soit considéré comme autonome ou comme incorporé au travail ou au capital, il n'en reste pas moins une donnée dans les conceptions précédentes: on "constate" des améliorations de productivité de la main-d'oeuvre ou des machines et on s'en sert pour apprécier la croissance future. Or, dans une perspective à long terme, le progrès technique apparaît aussi bien comme "effet" de la croissance que comme une "cause": effet technique (industries motrices) ou effet économique.

Il y aurait donc un lien entre le rythme de croissance de la productivité et le rythme de production. Dans ces conditions, on pourrait citer des fonctions comme:⁽¹⁾

$$Y = b e^{\lambda t} L^{\alpha} K^{\beta} \quad \text{Cobb-Douglas généralisée}$$

$$Y = d [a K^{-\beta} + b L^{-\beta}]^{-\rho} \quad \text{C.E.S.}$$

$$Y = (A L^a + B K^b)^{1/c} \quad \text{Hilhorst}$$

Quant à la fonction de M. Bruno, elle est déjà dynamisée:

$$Y = A e^{\lambda t} K^b L^{1-a} - Mt$$

(1) Ces quatre fonctions seront traitées plus en détail dans les prochaines sections de ce chapitre.

où λ représente le taux annuel de progrès technique. Si λ était constant, le progrès technique serait autonome, mais si λ est à son tour une fonction de la production, nous avons alors un progrès technique induit.

1.2 Facteurs de progrès technique

"Les mesures de productivité et du changement technologique sont plus représentatives de notre ignorance que de notre connaissance", s'est écrié Abramovitz.⁽¹⁾ Elles ne donnent pas le fil conducteur des raisons pour lesquelles les indices peuvent varier d'un pays à l'autre, elles ne peuvent pas expliquer non plus ce que les facteurs apportent à leur évolution. Certains économistes comme Denison (1962)⁽²⁾ et Griliches (1963)⁽³⁾ ont tenté de révoquer cette ignorance de différentes façons. Le premier devait se distinguer en inaugurant une approche empirique nouvelle qui permettait pour la première fois de démultiplier le facteur résiduel baptisé de progrès technique ou progrès en organisation en vue d'isoler et de quantifier l'apport de certaines composantes à la croissance. D'autres, comme Lave⁽⁴⁾, ont identifié sept facteurs jouant le rôle de

(1) M. Abramovitz, "Economic Growth in the U.S., A Review Article", A.E.R., 1962.

(2) E. Denison, op. cit.

(3) Zvi Griliches, "Research Expenditures Education and The Aggregate Agricultural Production Function, A.E.R. 54, December 1964, pp. 961-074.

(4) Lester B. Lave, "Technical Change: Its Conception and Measurement", Prentice-Hall Inc., New-Jersey, 1966, pp. 162-163.

déterminants du progrès technique dans l'agriculture, ce sont: (a) le type de ferme; (b) la qualité du sol; (c) les différences régionales au niveau de l'éducation; (d) les variables économiques hors de la ferme; (e) le changement dans le niveau éducationnel des fermiers et des travailleurs embauchés; (f) le changement dans le niveau d'aptitudes des opérations non relatives à l'éducation; (g) le taux d'inventions et de découvertes dans l'agriculture.

D'une certaine manière, les études de Schultz⁽¹⁾, Hayami et Ruttan⁽²⁾ semblent concorder pour identifier trois principaux facteurs responsables du développement du secteur agricole. Ce sont: les ressources naturelles, les inputs techniques et le capital humain. Ce dernier facteur, par exemple, embrasse l'individu avec la formation technique et l'éducation qu'il a investies en lui-même. En effet, la variable éducation peut être également très importante dans son influence sur le changement technologique. Mais de quelle éducation s'agit-il? Il s'agit de cette formation de base qui développe l'esprit critique et la capacité d'évaluer et d'apprécier les options offertes et de décider de façon éclairée quand et en quoi investir. Il s'agit aussi de cette formation professionnelle visant à fournir aux fermiers l'habileté nécessaire pour opérer et entretenir la machinerie et l'équipement agricoles, à leur inculquer l'ensemble des techniques agricoles incluant les éléments de

(1) T.W. Schultz, *Transforming Traditional Agriculture*, New Haven and London, Yale University Press, 1964.

(2) Y. Hayami et W.V. Ruttan, "Agricultural development: An International Perspective", The John Hopkins Press, Baltimore, Chapitre 5.

conservation du sol, la lutte contre les maladies cryptogamiques et entomologiques, l'élevage des animaux, de sorte que ces fermiers soient prêts à comprendre et à appliquer la technologie moderne.

1.3 Formules classiques de fonctions de production

On peut concevoir les fonctions de production comme des fonctions liant des outputs et des inputs. Par exemple, $Y = F(K,L)$ sera une fonction de production où Y représente la production, K et L le capital et le travail, ces derniers étant des facteurs de production.

Néanmoins, le concept même de fonction de production est loin d'être unanimement approuvé par les économistes. G. Barthes de Ruyter a pu écrire à ce propos:⁽¹⁾

"L'objet de cette thèse est de porter à un mourant, le concept de fonction de production, un coup que nous aimerions fatal: l'attitude traditionnelle des économistes de langue française s'en trouverait pleinement justifiée."

Cependant d'autres auteurs, en particulier américains comme Solow, Chenery, etc., norvégiens Aukrust, Ragnar Frisch et hollandais Theil continuent de s'occuper des fonctions de production et essaient d'améliorer ces fonctions pour qu'elles puissent s'adapter et rendre chaque fois mieux compte de la réalité des phénomènes économiques à étudier. Il semble que même si "le concept de fonction de production n'est pas indispensable à l'analyse

(1) Georges Barthes de Ruyter, "La fonction de production", Thèse, Paris, 1963.

des phénomènes de production", il rend beaucoup de services pour leur étude.

Il est intéressant de voir qu'une assez grande quantité de formules différentes de fonctions de production ont été proposées, mais que les applications semblent jusqu'ici s'être presque toutes limitées à la seule formule de Cobb-Douglas. Donnons d'abord la liste de quelques-unes des formules les plus classiques.

1.3.1 Fonction de production à facteurs complémentaires

C'est la plus simple. Y étant la production, K le capital, L le travail et U et V des coefficients constants; si les rendements à l'échelle sont constants, nous aurons:

$$Y = \min \left(\frac{K}{V}, \frac{L}{U} \right)$$

Si l'on admet qu'il y a gaspillage, soit du capital, soit du travail (jamais les deux à la fois), la fonction de production s'écrit:

$$Y = \frac{K}{V} = \frac{L}{U}$$

1.3.2 Fonction Cobb-Douglas

Le type le plus populaire des fonctions de production agrégées a été généralisé par Cobb-Douglas. L'expression mathématique choisie: $Y = b L^\alpha K^\beta$ est celle d'une fonction à deux variables, homogène et linéaire en logarithmes et pouvant s'écrire ainsi:

$$\log Y = \log b + \alpha \log L + \beta \log K$$

où Y , L , K sont des variables agrégées représentant respectivement la production⁽¹⁾, le travail et le capital. Les coefficients α et β sont aussi des élasticités de production par rapport aux facteurs travail et capital. Le coefficient "b" est une constante qui indique le niveau de la technologie durant la période d'étude. Ces coefficients sont facilement estimés par la méthode des moindres carrés ordinaires. La somme des élasticités de production ($\alpha + \beta$) indique la nature des rendements à l'échelle. Les rendements peuvent être constants si $(\alpha + \beta) = 1$; l'abandon de l'hypothèse de la linéarité ($\alpha + \beta \neq 1$) permet d'envisager soit des rendements croissants ($\alpha + \beta > 1$); soit des rendements décroissants ($\alpha + \beta < 1$).

Parmi d'autres caractéristiques, cette fonction possède une élasticité de production constante et une élasticité de substitution unitaire.⁽²⁾ La fonction ne fait aucune référence au temps; elle est donc statique. L'influence de ce dernier facteur est pourtant très importante; car elle ne peut traduire aucune évolution des structures économiques, en

(1) La formule ne contient aucune consommation intermédiaire, ce qui implique, ou bien que l'on se situe sur le plan de la production globale, ou bien qu'il s'agit d'une firme dont on considère la production nette.

(2) On aura alors $f'_L = b\alpha K^\beta L^{\alpha-1}$

$$f'_K = b\beta L^\alpha K^{\beta-1}$$

$$f''_{KL} = b\alpha\beta L^{\alpha-1} K^{\beta-1}$$

$$\text{donc } = \frac{b\alpha K^\beta L^{\alpha-1} \quad b\beta L^\alpha K^{\beta-1}}{b L^\alpha K^\beta \quad b\alpha\beta L^{\alpha-1} K^{\beta-1}} = 1.$$

particulier avec le progrès technique non plus que les fluctuations de conjoncture qui risquent de modifier la valeur des coefficients. Ceci conduit à admettre que pour d'autres périodes et pour d'autres pays, les résultats obtenus puissent être différents: la fonction n'est donc valable que pour un "certain état de la technique". Les coefficients donnés et constants varieront en fonction du progrès technique, aussi bien dans le temps que dans l'espace.

1.3.3 Fonction de production C.E.S.

Une autre formule classique est celle de la fonction C.E.S.:

$$Y = b [\alpha K^{-a} + (1-\alpha) L^{-a}]^{-v/a}$$

Cette fonction est d'un emploi très général. Elle s'applique à des situations caractérisées aussi bien par la fonction de production Léontief (c'est-à-dire à élasticité de substitution $\sigma = 0$) que par une Cobb-Douglas (à élasticité de substitution unitaire, $\sigma = 1/1 + \beta$: le capital et le travail seraient alors parfaitement substituables). Deux groupes d'auteurs ont préconisé cette fonction. Des américains comme K.J. Arrow, H.B. Chenery, B.S. Minhas et R.M. Solow (S.M.A.C.) constituent le premier groupe.⁽¹⁾ Le second est formé par M. Brown et J.S. de Cani.⁽²⁾

(1) Solow, Minhas, Arrow, Chenery, "Capital Labor substitution and Economic efficiency", R.S.E., August 1961.

(2) M. Brown et J.S. de Cani, "Technological Change and The Distribution of Income", Report 6208 EINSE.

En plus d'avoir les propriétés suivantes: homogénéité, élasticité de substitution constante entre le capital et le travail et la possibilité d'avoir des élasticités différentes, s'étendant de zéro à l'infini pour des industries différentes, cette fonction possède trois paramètres: le paramètre de substitution, le paramètre de distribution et le paramètre d'efficacité. Ce dernier varie d'après le pays, mais les deux autres sont constants pour chaque industrie.

MM. Brown et De Cani soulignent au sujet de cette fonction les 4 caractéristiques décrivant une technique donnée complète. Ce sont: l'efficacité de la technique, le degré des économies de rendement, le degré de l'intensité du capital et la facilité avec laquelle le capital est remplacé par le travail.⁽¹⁾

Puisque la fonction C.E.S. n'est pas linéaire, il faut utiliser certaines méthodes pour déterminer ses paramètres. Une méthode particulière parmi d'autres consiste à utiliser les développements en série de Taylor de la fonction C.E.S. en prenant une origine arbitraire.⁽²⁾ Soulignons qu'à cause de la somme de travail demandée par ce procédé, on se tourne le plus souvent vers la méthode des moindres carrés ordinaires pour évaluer les paramètres qui sont ensuite insérés dans la fonction C.E.S. (elle-même).

(1) Voir Annexe 1 pour plus de détail.

(2) A.P. Barken et Tjan Hok Soei, "Estimation of a non-linear relationship in a complete Economic Model", Econometric Institute Report 6126, Netherlands School of Economics, November 22, 1961.

L'équipe de SMAC a considéré une façon d'estimer cette fonction en posant Y comme la valeur ajoutée, W le revenu du travail (c'est-à-dire le total du coût de travail divisé par l'emploi) un rapport entre Y/L et W (salaire réel) détermine une fonction de production. Statistiquement (pour 20 des 24 industries testées par cette équipe, plus de 85% des variations de la productivité du travail sont expliquées par la seule variation du taux des salaires), la meilleure relation semblant être:

$$\log Y/L = \log a + b \log W$$

soit $Y = F(K, L)$ la fonction de production dans une industrie déterminée; elle est supposée linéaire et homogène, on aura alors: $Y/L = F(K/L, 1)$; si nous posons $Y/L = y$ et $K/L = x$, on pourra écrire $y = f(x)$. Les productivités marginales du capital et du travail sont $f'(x)$ et $f'(x) - xf'(x)$, respectivement.

Si les marchés du travail et du capital sont concurrentiels, on aura:

$$W = f(x) - xf'(x) \quad (I)$$

Donc l'élasticité de y par rapport à W est d'après l'équation I

$$\frac{w}{y} \frac{dy}{dw} = \frac{-f'(x)(f(x) - xf'(x))}{xf''(x)} = \sigma$$

On retrouve une fonction dérivée de l'équation logarithmique:

$$\log y = \log a + b \log W \quad (II)$$

qui donnent de bons résultats si les hypothèses suivantes sont respectées: concurrence parfaite sur les deux marchés; les données représentent une situation à l'équilibre; les rendements à l'échelle sont constants; et les prix des produits et des inputs matériels ne varient pas systématiquement avec le taux de salaire. Tout le long de cette courbe (II) l'élasticité de y par rapport à W est constante et égale à b . Dans l'agriculture, nous faisons l'hypothèse que la concurrence parfaite est respectée; il reste à vérifier celle des rendements à l'échelle.

1.3.4 Formulation de nouvelles fonctions de production

Ainsi donc, le modèle qu'on a présenté à la section précédente est un modèle d'équilibre. Les évaluations des paramètres seront soumises à toutes les difficultés inhérentes à cette hypothèse de l'équilibre.

Par la suite, des tentatives ont été faites de façon à relacher certaines hypothèses restrictives de la fonction de production C.E.S., soit à la dépasser avec une fonction de production de type Hilhorst à élasticité de substitution variable ou avec la dynamisation de la fonction de production que nous verrons un peu plus loin.

1.3.4.1 Fonction C.E.S. - V.E.S.

On a constaté dans les recherches empiriques que la relation impliquant la fonction C.E.S. n'était pas indépendante du complexe capital-travail et des économies de taille. Ceci a conduit au développement de

la fonction de production à élasticité de substitution variable (V.E.S.).⁽¹⁾

Une des formules les plus intéressantes a été proposée par MM. Tanguy de Boilley et Jean Paelinck: elle a l'avantage selon les valeurs des paramètres, de permettre de retrouver plusieurs des autres fonctions existantes. Pour l'élaboration de cette formule, les auteurs sont partis de la fonction SMAC:

$$\log Y = a - \frac{1}{b} \log \alpha K^{-b} + (1-\alpha) L^{-b} - c \left(\frac{L}{K} \right)$$

(α , a et b sont des paramètres à estimer $0 \leq \alpha \leq 1$). La formule retenue est à élasticité de substitution constante (C.E.S.) ou variable (V.E.S.) selon la valeur des paramètres.

$$\log Y = \alpha - \frac{1}{b} \log \alpha K^{-b} + (1-\alpha) L^{-b} - d \left(\frac{K}{L} \right)^{\beta}$$

(d et β sont de nouveaux paramètres).

1.3.4.2 Fonction de production Hilhorst

J.G.M. Hilhorst estime que l'on peut utiliser une fonction de type Solow⁽²⁾, hétérogène et non linéaire; ce qui représente une généralisation de la fonction de production C.E.S. Dans ce but, il prend la

(1) A. Zellner and N. Revankar, "Generalized Production functions", Review of Economics and Statistics, April 1969.

(2) J.G.M. Hilhorst, "Production functions for manufacturing industries", Statistische en Econometrische onderzoekingen Central Bureau of Statistics the Hague, 1961, pp. 180-204.

fonction de production suivante:

$$Y = (A L^a + B K^b)^{1-c}$$

dans laquelle Y est la valeur ajoutée nette (les matières premières ne figurent pas dans la production). En outre, il suppose que les coefficients a, b, c A et B sont tous positifs et qu'ils sont soumis aux contraintes suivantes:

$$0 < a < 1 \text{ et } 0 < b \leq 1 \text{ ou } 0 < a \leq 1 \text{ et } 0 < b < 1$$

Nous remarquons tout d'abord que pour cette fonction, on trouvera l'élasticité de substitution (σ) = $1/1 - a$. D'autre part, si on pose $a = b = c$, on revient à une fonction de type C.E.S. homogène et linéaire. Une autre remarque s'impose aussi. Lorsque nous avons étudié la fonction de production C.E.S., a pouvait être négatif, ici, par contre pour Hilhorst, a, b, c sont positifs. C'est une limitation importante imposée par l'auteur et entraîne des élasticités de substitution (σ) supérieures à l'unité et partant, nous ne retrouverons pas les cas où $\sigma < 1$ (c'est la zone la plus intéressante empiriquement avec une C.E.S.). Ces limitations imposées par l'auteur entraînent certainement un champ d'application plus restreint pour cette fonction que celui qu'on aperçoit à première vue.

1.3.4.3 Fonctions de production intertemporelles

Il y a d'autres tentatives qu'il est important de signaler. Les fonctions de production ont l'inconvénient d'être statiques: elles sont écrites pour un certain état de la technique. Les facteurs de production comme le capital et le travail sont supposés homogènes; enfin l'hypothèse

de malléabilité du capital, c'est-à-dire l'aptitude du capital à être combiné avec n'importe quelle quantité de travail, forte ou faible, est aussi admise. Par conséquent, elles ne tiennent pas compte du temps: il faudrait presque une formule par minute! En tout cas, une par année serait requise selon certains. Le caractère statique des fonctions de production a certes des avantages certains pour ce qui a trait au processus d'agrégation, mais il semble de plus en plus qu'il n'est pas tellement réaliste d'exclure le temps surtout si l'on veut arriver à établir, non pas forcément une mais des fonctions qui correspondent à des structures déterminées et qui puissent durer davantage. Certains auteurs ont alors ajouté un $e^{\nu t}$ en coefficient multiplicatif pour donner aux formules une allure "dynamique", c'est-à-dire dépendant du temps. Dans ces modèles, il n'y a pas distinction nette entre les inputs fixes et les inputs variables. Les inputs diffèrent uniquement de par leur coût d'ajustement. Nous étudierons un cas d'introduction du temps dans la fonction de production en nous servant du concept de valeur ajoutée pour expliquer la rémunération des ressources.

- Fonction de production généralisée de M. Bruno

M. Bruno⁽¹⁾ estime que l'on peut utiliser une fonction linéaire qui constitue une voie différente de celle de la fonction C.E.S., mais qui, comme cette dernière comprend la fonction de Cobb-Douglas (ici dynamisée

(1) Michaël Bruno, "Estimation of factor contribution to growth under Structural disequilibrium", International Economic Review, Vol. 9, no 1, février 1968.

par l'intermédiaire du temps) comme un cas particulier. L'application de cette fonction prend en considération le cas où le marché des capitaux et celui du travail ne sont pas en équilibre. Néanmoins, elle rend compte aussi (pour $m = 0$) du cas des pays développés en revenant à une fonction de Cobb-Douglas dynamisée. Pour cela, M. Bruno prend la fonction de production suivante:

$$Y = Ae^{\lambda t} K^b L^{1-a} - Mt$$

dans laquelle Y est la valeur ajoutée. Nous remarquerons que pour $m = 0$, l'élasticité de substitution (σ) devient égale à l'unité, comme dans le cas d'une fonction de production classique de Cobb-Douglas. Nous n'oublions pas que la fonction de M. Bruno tend, avec le passage du temps avec l'accroissement de la production, à devenir une fonction Cobb-Douglas dynamisée lorsque le facteur correctif m n'a plus d'importance par rapport au premier terme du second membre de la fonction. En somme, on suppose que les structures auxquelles s'applique la fonction vont évoluer vers les structures où une fonction de type Cobb-Douglas dynamisée pourra la supplanter.

Nous remarquerons aussi que comme il n'y a pas certaines contraintes concernant les paramètres de la fonction de production de M. Bruno, σ peut être supérieure ou inférieure à l'unité selon le cas, contrairement à la fonction de Hilhorst vue précédemment.

1.3.4.4 Conséquences pour l'ensemble des fonctions

Toutes les fonctions de production étudiées dans ce chapitre font appel à deux facteurs: le capital et le travail; bien entendu certaines font intervenir d'autres critères additionnels et parmi ceux-ci le temps est certainement le plus important. Les trois fonctions de production Cobb-Douglas, C.E.S. et Hilhorst que nous venons de voir ne font appel qu'au capital et au travail, celle de M. Bruno, elle, fait appel aussi au facteur temps qui introduit ainsi le progrès technique. A ce sujet, nous présentons un résumé succinct de ces quatre types de fonction.

Tableau récapitulatif des fonctions de production

	Cobb-Douglas	C.E.S.	Hilhorst	Bruno
Facteurs	K,L	K,L	K,L	K,L,t
σ	Constante	Constante	Variable	Variable
Paramètres	b, α , β	a,b, α , ν	a,b,c,A,B	a,b,m λ ,A
Caractéristiques de la fonction	Linéaire	Non-linéaire	Non-linéaire	Non-linéaire
	Homogène	Homogène	Hétérogène	Hétérogène
	Statique	Statique	Statique	Dynamique

En feuilletant quelques manuels dont à priori on pourrait penser qu'ils donnent de la fonction de production une même image, on s'aperçoit qu'il n'en est rien. Les uns parlent de macro-économie, les autres de micro-économie. Les uns font intervenir comme facteurs le capital et le travail seulement les autres font appel à beaucoup d'autres sans compter de nombreuses hypothèses restrictives, différentes les unes des autres.

Certes, les fonctions devront être quelque peu renouvelées afin de mieux s'ouvrir à l'explication des faits observés. En effet, on remarque qu'un début encourageant a conduit à des résultats intéressants pour la théorie et l'estimation des fonctions de production allant de la plus générale à l'agrégée, quoique la vérification empirique de certains essais reste à faire. Il devient nécessaire d'améliorer les modèles en examinant davantage les facteurs explicatifs des variables, tels le savoir-faire, l'organisation ou le progrès technique, etc. et surtout la méthodologie - mécanisme par lequel ces déterminants entrent dans la fonction de production - qui s'y rattache. Pour notre part dans cette étude, nous nous contenterons des fonctions de production existantes.

CHAPITRE 2

METHODOLOGIE ET DONNEES STATISTIQUES

Afin de poursuivre plus à fond notre investigation sur le comportement de la productivité du travail dans l'agriculture québécoise, nous nous proposons de clarifier la spécification de certains concepts mis en cause et la mesure des variables appropriées. En effet, la productivité du travail a augmenté de 118% au cours de la période allant de 1961 à 1981. Cette augmentation peut être vue comme un indicateur de progrès technique au sens hicksien dans la mesure où le rapport capital/travail demeure constant. Evidemment, le rôle toujours plus important que jouent le capital et le progrès général de la science et de la technologie a quelque peu favorisé cette hausse de la production par homme dans l'agriculture québécoise. Ce chapitre nous servira à présenter la formulation mathématique de nos modèles et la procédure de calcul de nos données en nous basant sur le concept de la valeur ajoutée comme point de départ et de différentes notions de capital utilisées à titre comparatif afin de mieux apprécier l'apport, s'il y a lieu, du progrès technique dans ce secteur.

2.1 Modèles mesurant le progrès technique

Le concept de progrès technique est avant tout fonction du but à atteindre. Notre objectif est de mesurer la part de l'intensité capitalis-
tique et celle du changement technologique (comme l'indice de technologie)

due soit à des innovations techniques, soit à des économies de taille ou soit à une plus grande efficacité technique.

Les principaux modèles employés dans cette étude pour mesurer le progrès technique sont tirés du modèle de Solow. L'éventail de ce choix est fait en vue de comparer plusieurs notions de capital. Les trois premiers modèles seront présentés dans ce chapitre et les deux autres (intégrant la variable: taux de chômage) et leurs dérivés seront vues au chapitre 6. Aussi, les résultats empiriques des variations technologiques annuelles seront présentés en Annexe 5 de cette étude.

Le modèle de Solow basé sur une fonction Cobb-Douglas se prêtant à une utilisation plus aisée est employé pour le calcul de l'indice net de technologie. Solow, dans son modèle (1957), préconisait une fonction de production à deux facteurs soit:

$$Y = F(K,L,t) \quad (2.1)$$

où Y représente la valeur ajoutée, K et L sont les facteurs de capital et de travail respectivement; et la variable t pour le temps apparaît dans F pour tenir compte du changement technologique. Ce dernier facteur peut être considéré à bien des égards comme une variable "fourre-tout", indiquant tout genre de déplacement de la fonction de production. Dans l'hypothèse du progrès technique neutre, c'est-à-dire si les déplacements de la fonction laissent inchangé le taux marginal de substitution malgré l'évolution de l'output à la hausse ou à la baisse pour des inputs donnés, la fonction de production prend la forme spéciale suivante:

$$Y = A(t) f(K,L) \quad (2.2)$$

Le facteur multiplicatif $A(t)$ mesure l'effet cumulé des déplacements à travers le temps. En prenant la différentielle totale de 2.2 par rapport au temps et en divisant par Y , on obtient:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + A \frac{\partial K}{\partial K} \frac{\dot{K}}{K} + A \frac{\partial f}{\partial L} \frac{\dot{L}}{L} \quad (2.3)$$

où les points au-dessus des variables indiquent la dérivée par rapport au temps. Définissons:

$$w_k = \frac{\partial Y}{\partial K} \cdot \frac{K}{Y}$$

et

$$w_L = \frac{\partial Y}{\partial L} \cdot \frac{L}{Y}$$

comme les parts relatives du capital et du travail respectivement et remplaçons dans l'équation 2.3 (notons que $\partial Y / \partial K = A \partial f / \partial K$, etc.). Le résultat donne:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + w_k \frac{\dot{K}}{K} + w_L \frac{\dot{L}}{L} \quad (2.4)$$

En supposant que les facteurs sont payés à leur productivité marginale et la fonction est homogène de degré un en K et L , on a:

$$w_L = 1 - w_K$$

Si Y/L (valeur ajoutée par emploi) = y et K/L (rapport capital/travail) = k , alors l'équation 2.4 peut s'écrire ainsi:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{y}}{y} - w_k \frac{\dot{k}}{k} \quad (2.5)$$

On peut aussi remplacer les dérivées temporelles par des variations annuelles et calculer,

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta y}{y} - W_k \frac{\Delta k}{k} \quad (2.6)$$

Cette procédure de calcul donne une série de mesures annuelles de changement technologique qui peuvent être estimées à partir des séries de données de Y , K , L et W_k . Alors par arbitrage, Solow a fixé $A(t) = 1$ pour l'année initiale afin de déterminer une série d'indices de l'effet cumulatif de déplacements de la fonction de production à travers le temps (indices de changement technologique cumulatif).⁽¹⁾

A partir du modèle original de Solow, nous estimerons dans un premier temps, trois modèles sous-types (adjacents) mettant en évidence trois séries différentes de capital. En le désignant par K_1 dans l'équation 2.7, le stock de capital physique est calculé à partir des dépenses d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction (SMEC); K_2 dans l'équation 2.8, le capital est utilisé dans le sens courant utilisé en agriculture, c'est-à-dire un stock incluant les postes de bétail, volaille et terre (V.C.C.); finalement, K_3 le flux de capital physique, c'est-à-dire l'investissement ou F.B.C.F. On obtient:

(1) Solow posait: $A(1909) = 1$. Les indices de progrès technique dans cette étude ont été calculés comme suit: $A(1961) = 1$.

$$A(1962) = A(1961) (1 + \Delta A(1961)/A(1961))$$

$$A(1963) = A(1962) (1 + \Delta A(1962)/A(1962)), \text{ etc.}$$

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{A_1}{A_1} + W_{k_1} \frac{\Delta k_1}{k_1} \quad (2.7)$$

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{A_2}{A_2} + W_{k_2} \frac{\Delta k_2}{k_2} \quad (2.8)$$

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{A_3}{A_3} + W_{k_3} \frac{\Delta k_3}{k_3} \quad (2.9)$$

Les indices 1, 2, 3 indiquent respectivement les trois espèces de capital considéré.

Par ailleurs, dans un second temps, nous utiliserons à titre de comparaison pour nos estimations au chapitre 6 une reformulation de nos principaux modèles avec une nuance que le capital employé sera remplacé par le capital potentiel mais n'incorporant pas le progrès technique. Deux nouvelles variables seront aussi introduites soit le taux de chômage et les investissements retardés.

2.1.1 Interrelation existant entre les paramètres du modèle

L'étude des équations 2.7 à 2.9 nous mène aux conclusions suivantes concernant les interrelations existant entre les paramètres de l'un ou l'autre des modèles.

- Toute augmentation de la productivité nette du travail agricole proviendra en partie du changement technologique et en partie de l'augmentation du complexe capital-travail.

- Le progrès technique étant de type neutre ne modifie pas l'équilibre entre capital et travail et permet aussi la croissance à taux constant. Donc, la technique n'est pas incorporée au capital ici, en ce sens que la formation du capital n'est pas un support au progrès technique, c'est-à-dire n'accélèrera pas l'introduction de nouvelles techniques. (1) et (2)
- L'expression $w_K \frac{\Delta K}{K}$ constitue l'effet de l'intensité du capital pondéré par le prix du capital égal à la rente. Toute hausse de cette masse aura pour conséquence de diminuer le poids du changement technologique dans la productivité du travail agricole.

En outre, plus le rapport $\Delta y/y$ est grand, plus la part du revenu agricole allant à la rémunération des facteurs de production (capital et travail) est élevée. Donc mieux, l'agriculture rémunère ses ressources.

2.1.2 Explication des éléments constitutifs du modèle

La mesure du progrès technique par l'utilisation des équations 2.7 à 2.9 requiert des séries de données sur la valeur ajoutée Y , l'élasticité de l'output par rapport au capital de premier type (w_{K_1}), le SMEC (K_1); l'élasticité de l'output par rapport à la valeur courante du capital en dollars de 1971 (w_{K_2}), la valeur courante du capital en dollars constants

(1) Voir Solow (1960, 1962); Phelps (1962), Intriligator (1965), Slater (1960) et

(2) Eitan Berglas, "Stimulating Investment Technological Change and Growth, University of Chicago, 1963. Dissertation.

(VCCC), (K_2); la part de la F.B.C.F. dans le revenu (WK_3) et la F.B.C.F. (K_3); et finalement le travail agricole (L). Expliquons brièvement les définitions des principaux éléments de notre modèle.

2.1.2.1 La productivité

La productivité, qui était considérée jusqu'alors comme la faculté de produire, est aujourd'hui définie de façon plus précise comme le rapport de l'effet au moyen. Elle représente une fraction dont le numérateur symbolise le résultat et le dénominateur détermine un ou plusieurs facteurs de production utilisés pour obtenir ce résultat dans une unité de temps.

On peut dire qu'il y a accroissement de la productivité:

- quand on obtient de meilleurs résultats (en quantité et/ou qualité) sans augmenter les moyens utilisés;
- ou lorsqu'on arrive au même résultat en diminuant les moyens employés.

La productivité peut être calculée pour l'ensemble des facteurs de production (productivité globale) ou pour un seul d'entr'eux (productivité partielle). De plus, on peut la considérer pour une usine, un secteur ou une nation. Dans notre cas, c'est la productivité d'un seul facteur en l'occurrence le travail qui est prise en considération.

2.1.2.2 La valeur ajoutée

Toute unité de production est une combinaison de facteurs: travail, capital humain, capital physique... - qui produit des biens et services à partir ou au moyen des matières premières ou biens intermédiaires. Elle représente, comme toute, la valeur de la contribution des facteurs primaires de production. C'est donc la rémunération du capital et du travail dans le secteur (agricole).

2.1.2.3 Indice géométrique de Solow ou de progrès technique

L'apport quantitatif des facteurs de production ne semble plus en mesure d'expliquer, à lui seul, le processus de la croissance et, de ce fait une attention particulière devrait être accordée à l'efficacité globale (des facteurs). En effet, l'accumulation du capital et l'accroissement de la main-d'oeuvre ne peuvent expliquer qu'une partie de la croissance du produit national. Ainsi se trouve confirmé ce qu'il a été convenu d'appeler "l'énigme de la productivité". A ce sujet, J. Fourastié n'a pas moins dit lorsqu'il a déclaré:⁽¹⁾ "la productivité est une mesure du progrès technique" en ce sens que ce facteur résiduel, progrès technique, baptisé aussi de progrès en organisation, est une véritable source de gains de productivité.

(1) Jean Fourastié, "La productivité", Collection "Que sais-je?", P.U.F., Paris, 1959, 42, p. 11.

2.1.2.4 Intensité capitaliste

Le rapport capital/travail, comme nous l'avons déjà mentionné, démontre l'importance du capital dans le processus de production. La mécanisation de plus en plus généralisée dans le processus de production a tendance à remplacer le manque de main-d'oeuvre quittant l'agriculture pour se diriger vers les autres secteurs. Il en résulte une accumulation du capital qui réduit la rareté et donc le prix. Selon Twenteen⁽¹⁾, initialement c'est dans l'industrie qu'on observe cette augmentation du complexe capital-travail, mais l'effet sur le prix relatif du travail par rapport au capital amène les autres branches d'activité, entre autre l'agriculture, à substituer du capital au travail. En définitive, cet accroissement des quantités de facteurs de production correspond à des mouvements le long de la fonction de production (Cobb-Douglas).

2.2 Procédures de calcul

Pour chaque année, on a calculé:

- $\Delta y/y$ à partir du rapport valeur ajoutée/emploi;
- $\Delta A/A$ en soustrayant du taux de croissance de la productivité du travail, celui du capital par employé;
- $W_K \Delta k/k$ en prenant chaque catégorie de capital.

(1) Luther G. Twenteen, "Theories explaining the persistence of Low resource return in a growing Farm Economy", A.J.A.E., November 1969, pp. 798-817.

2.2.1 Calcul de la valeur ajoutée (V.A.)

Nous avons opté pour une méthode particulière différente des procédés utilisés par Statistique Canada et du Bureau de la Statistique du Québec (B.S.Q.). Le tableau 2 indique en quoi divergent nos résultats de ces deux sources précédemment citées.⁽¹⁾ La valeur ajoutée nette (V.A.N.) correspond à la valeur générée à l'intérieur du secteur agricole. C'est la différence entre la production brute et les consommations intermédiaires (amortissements inclus). On peut la considérer comme une mesure de l'activité sectorielle. On a dégonflé cette série par un indice de prix des produits agricoles. Le facteur nature n'est pas pris en considération dans notre étude. Par contre, dans le cas d'une province dont la production est à dominance végétale, on ne pourrait pas s'en passer si l'on voulait éliminer les aléas atmosphériques.

2.2.2 Construction des séries de stock de capital

Le stock est un volume existant à un moment donné sans dimension temporelle. On a préféré calculer le stock de capital (SMEC) ventilé en construction non résidentielle, en machinerie et équipement de façon à tenir compte de la durée de vie mentionnée ci-dessous. La

(1) Cette procédure de calcul a été utilisée par Danielle Lafrenière dans sa thèse de maîtrise "Les composantes prix et productivité du Revenu agricole moyen au Québec de 1961 à 1976", Université Laval, Septembre 1978, p. 50.

Tableau 2. Comptes agricoles

M.A.Q.	DIFFERENCE	STATISTIQUE CANADA	DIFFERENCE	METHODE SUIVIE
Valeur des ventes + Revenu en nature + Variations d'inventaire + Paielements supplémentaires		Valeur des ventes + Revenu en nature + Variation d'inventaire + Paielements supplémentaires	Valeur locative du logement Paielements supplémentaires	Valeur des ventes + Autoconsommation + Variation d'inventaire
Revenu brut	Loyer agric. Salaires payés Impôts Intérêts	Revenu brut	Loyer agric. Salaires payés Impôts fonciers Intérêts sur la dette	Produit brut
Consommations intermédiaires		Dépenses d'exploitation**		Consommations intermédiaires*
Produit agricole brut		Revenu brut		Valeur ajoutée brute (1)
Amortissement		Amortissement		Amortissement
Produit agricole net		Revenu net (2)		Valeur ajoutée nette
** > *		(1) > (2)		

méthode de calcul est celle-ci:⁽¹⁾

$$K_t = K_{t-1} + I_t - KD_t$$

où

K_t = stock net de capital à la fin de la période t

I_t = investissement brut durant l'année t

KD_t = capital consommé durant l'année t ou amortissement

Soi T, la durée de vie de la catégorie de capital considéré. Nous supposons que le stock est consommé de façon uniforme durant les durées de vie utile, c'est-à-dire une fraction $\delta = 1/T$ du stock est consommée chaque année:

$$K_t = K_{t-1} + I_t - \delta K_{t-1}$$

$$K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + I_t$$

Si l'on dispose de la série des investissements pour les années $t = 1, \dots, n$, il suffit alors de connaître la valeur de K_t ⁽²⁾ pour l'une des années t pour pouvoir construire la série de stocks de capital. Le problème consiste à résoudre une suite d'équations aux différences infinies:

(1) Vittorio Corbo, NBER et Université Concordia et Jean-Marie Dufour, University of Chicago, "Fonctions de production dans l'économie du Québec, Actualité Economique # 54, Avril-Juin 1978, No 2, pp. 192-197.

<u>Durée de vie (agriculture)</u>	<u>Taux de dépréciation</u>
Construction 40 ans	0.025
Machinerie 13.8 ans	0.072

(2) Etant donné que le taux de dépréciation (δ) s'applique au stock réel de capital, l'investissement et le capital doivent être mesurés en dollars constants.

$$K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + I_t \quad t = 1, \dots, n$$

$$K_{t_0} = \bar{K} \quad \text{où } t_0 \in \{0, 1, \dots, n\}$$

Lorsqu'on ne dispose pas d'une valeur de base K_{t_0} pour l'économie considérée, une façon qui a été proposée consiste à utiliser le rapport capital/output observé pour une économie ayant atteint un degré de développement comparable:

$$K_{t_0} = \frac{K}{P_{t_0}} P_{t_0}$$

où P_{t_0} = produit intérieur brut durant l'année t

$\frac{K}{P_{t_0}}$ = rapport capital/output pour l'année t

2.2.3 Valeur courante du capital sur les fermes (K_2)

La mesure des intrants en termes de services producteurs aurait été préférable, si la chose avait été possible. Malheureusement, les données ne sont pas disponibles. Un artifice utilisé par Solow est la pondération des séries de capital par la fraction de travail employé. La raison fondamentale avancée par cet auteur pour expliquer son geste est de tenir compte des facteurs cycliques affectant le travail et le capital. De telles hypothèses sont extrêmement rigides puisque le travail et le capital existant peuvent être substituables. Si ceci est vrai, le capital serait toujours utilisé de façon optimale à moins que la valeur de sa productivité ne tombe à zéro. De ce point de vue, la valeur courante du capital sur les fermes utilisée dans cette étude est une approximation.

Elle est composée de trois postes: bétail et volailles, bâtiment et terrain et construction et équipement. Elle est mesurée en valeur réelle sous l'hypothèse que la dépréciation est une mesure incomplète des pertes de l'efficience productive.

2.2.4 Formation brute de capital fixe (F.B.C.F.: K_3)

Le concept de "formation brute de capital fixe" n'exprime que partiellement l'utilisation totale de capital en agriculture; en effet, il ne recouvre ni les investissements en bétail, qui peuvent être importants dans les pays où l'élevage est en expansion rapide, ni l'utilisation du capital circulant qui se développe fortement, surtout à cause de l'accroissement considérable des achats de moyens de production en dehors du secteur agricole. L'analyse faite en termes de flux d'investissements bruts ignore le poste le plus important de l'actif de l'agriculture: la terre. Celle-ci est au centre des questions du capital et du financement de l'agriculture et elle soulève des problèmes d'une nature bien différente de ceux posés par les autres catégories de capital. En outre, comme le concept de la F.B.C.F. porte sur les investissements, il n'indique pas l'évolution du volume de capital engagé dans l'agriculture. Or, celui-ci n'augmente que lentement dans les pays où l'agriculture est déjà très développée car la part des amortissements dans les investissements bruts tend à s'accroître lorsque le volume de capital est déjà élevé et que le rythme d'augmentation de nouveaux investissements se ralentit.

Donc, à cause de ses nombreuses limitations, le flux de capital employé dans cette étude n'est strictement utilisé qu'à titre comparatif.

2.2.5 Séries de la part du SMEC dans le revenu (WK₁)

Il existe deux méthodes différentes pour mesurer la part du capital dans le revenu. L'une d'elles consiste à calculer d'abord la part du travail dans l'output total en multipliant la force totale de travail employé par le salaire du marché; ensuite, la part de capital dans le revenu est calculée par la différence entre l'unité et la part de travail sous l'hypothèse de rendements constants à l'échelle. Cependant, l'utilisation de ce procédé est sujette à la restriction que le travail est payé exactement à la valeur de sa productivité marginale. Si le travail était payé plus que la valeur de sa productivité marginale, alors il y aurait sous-estimation de la part du capital et une surestimation du progrès technique s'ensuivrait. Inversement, si le travail était payé à un coût moindre que la valeur de sa productivité marginale, il y aurait une surestimation de la part du capital et le changement technologique serait biaisé vers le bas.

L'autre méthode de mesure de la part du capital dans le revenu invoque l'hypothèse que le capital dans l'agriculture contribue à un rendement annuel égal au taux d'intérêt du marché. Cette étude utilise la seconde méthode et suppose un taux de rendement réel de 6%.

2.2.6 Séries de la part de V.C.C.C. dans le revenu (WK₂)

Selon l'hypothèse que les inputs en capital sont payés aux prix équivalant à leurs productivités marginales, la série de données sur la part de la valeur courante du stock de capital sur les fermes (en dollars constants) est calculée de la même façon que précédemment.

2.2.7 Séries de la part de la F.B.C.F. dans le revenu (WK₃)

Pour les mêmes raisons citées ci-haut, on conclut que la part de la F.B.C.F. dans le revenu équivaut au taux d'intérêt (réel) du marché choisi dans cette étude.

2.2.8 Séries de la part du travail dans le revenu (WL)

Selon l'hypothèse de rendements constants à l'échelle, ces séries sont déduites en soustrayant la part du capital dans le revenu de "un", puisque la somme des deux est égale à l'unité par hypothèse.

2.3 Présentation des données

Les statistiques et en particulier les indices constituent généralement une pierre d'achoppement pour ceux qui étudient les phénomènes socio-économiques à partir des séries chronologiques. Elles sont soit incomplètes, soit trop agrégées, soit établies à partir d'une base trop vétuste pour permettre d'apprécier de façon réaliste l'évolution des situations. Cette insuffisance de données pèse, dans une certaine mesure, sur les résultats des travaux de recherche.

Notre étude n'échappe pas à cette contrainte des données. Nous avons dû construire à certaines occasions nos propres séries chronologiques à partir des chiffres officiels afin de faire correspondre les observations à notre formulation conceptuelle. Toutefois, même si la carence des statistiques n'a pas constitué un goulot d'étranglement dans notre cas, nos conclusions auraient gagné en précision si l'on disposait de

certaines renseignements. Dans la présente section, nous traiterons des sources de données et des critiques de celles-ci:

- D'abord, nous avons relevé pour les statistiques utilisées et pour chacune des années de l'étude, la source et la date de parution, l'organisme responsable de la publication ainsi que le numéro de catalogue, s'il y a lieu.
- Ensuite, nous avons tenté de mettre en relief les principales faiblesses de nos données.

2.3.1 Sources de données

Nos données proviennent en partie des publications de Statistique Canada. On trouvera dans les tableaux 3, 4, 5, 6 et 7 les différentes sources des statistiques utilisées pour chacune des années de l'étude et ainsi que leur date de publication.

Les données concernant la valeur ajoutée telle que nous la formulons dans cette étude n'est pas compilée. Nous avons dû travailler avec les données primaires - sur la production et les consommations intermédiaires en valeur absolue qui sont tirées du "Revenu net agricole", du "Handbook of Agricultural Statistics - pour les transformer dans un deuxième temps, tel que notre étude l'exige. Les données sur les indices des prix de produits⁽¹⁾ et des intrants agricoles⁽²⁾ correspondant sont obtenues à partir des catalogues 62-003, 62-004 respectivement.

(1) Statistique Canada (S.C.).

(2) Statistique Canada (S.C.).

Les données sur le SMEC, c'est-à-dire le stock de capital en machinerie et équipement et en construction ont été calculées à partir des données sur la F.B.C.F. obtenues de S.C. mais non publiées (celles disponibles dans les catalogues incluant la pêche). Le calcul du SMEC a été fait par nous afin de tenir compte de la durée de vie des équipements et de la construction soit 13.8 ans et 40 ans respectivement.

Celles sur la valeur courante du capital sont tirées du catalogue no 21-003.

Les données sur la main-d'oeuvre sont obtenues à partir du catalogue no 71-001. Par contre, celles concernant le taux de chômage ne sont pas disponibles. Nous les avons déduites des données sur la population active agricole et l'emploi dans ce secteur publiées par S.C.

Finalement, les séries de gain annuel des travailleurs ne sont pas publiées non plus. Nous les avons calculées à partir d'un procédé expliqué au chapitre 4.

2.3.2 Critique des données

La manière dont on a calculé les indices pour les différentes catégories d'intrants (à partir des indices correspondant pour l'Est et l'Ouest du Canada) sous-estime de façon non négligeable la vraie valeur des indices des consommations intermédiaires et donc surestime la valeur de l'output.

Mentionnons aussi que la non disponibilité des inputs en terme de services producteurs introduit un certain biais dans nos résultats.

D'autre part, les statistiques à notre disposition ne considèrent que l'amortissement comptable et non l'amortissement économique qui est une estimation plus précise de l'usure et de l'obsolescence de l'équipement utilisé. Le manque d'information perpétue l'utilisation des méthodes usuelles de dépréciation en agriculture.

Dans une étude sur la "valeur de la machinerie agricole"⁽¹⁾ présentée à l'Université du Michigan, David L. Peacock soutient que la valeur résiduelle officielle (après dix ans d'usage) attribuée à la machinerie est de 2 à 3 fois inférieure à la vraie valeur de l'équipement. Selon lui, la perte de valeur de la première année serait supérieure à celle retenue par les méthodes usuelles de dépréciation alors qu'elle (la perte de valeur) serait inférieure pour les autres années à celle mentionnée dans les publications gouvernementales.

Dans nos estimations, nous n'avons pas tenu compte de l'existence de différences dans la qualité de la main-d'oeuvre (c'est-à-dire qu'elle n'a été ventilée ni par âge, ni par sexe, ni par niveau de scolarité), ceci à cause du manque de données.

Jusqu'à présent, nous avons présenté le cadre physique de notre étude auquel nous avons greffé une analyse conceptuelle prolongée par une

(1) David L. Peacock, "An Economic Analysis of Farm Machinery Values", A Thesis submitted to Michigan State University for the degree of Master of Sciences, 1967.

critique de données. Ce préalable nous sert de point d'appui pour la présentation et l'analyse de nos résultats. Ce travail sera fait en deux temps; nous examinerons d'abord l'évolution des paramètres de l'étude avant de passer l'interprétation des résultats des modèles dans une seconde phase. Il s'agit de deux approches complémentaires:

- L'une globale considère l'agriculture comme un secteur et tend à déterminer l'apport des facteurs de production dans la croissance de la productivité du travail.
- L'autre analytique étudie de façon détaillée l'évolution suivie par chacun des paramètres au cours de l'intervalle de temps retenu dans l'étude.

Tableau 3. Sources des données sur la valeur de la production
et des consommations intermédiaires

ANNEE	SOURCES ET DATE DE PUBLICATION	ORGANISME RESPONSABLE DE LA PUBLICATION	NO CATALOGUE
1960-1981	Handbook of Agricultural Statistics	Statistique Canada	25-511
1960-1981	Farm Net Income	Statistique Canada	21-202

Tableau 4. Sources des données sur les indices de prix des produits agricoles et des consommations intermédiaires

ANNEE	SOURCES ET DATE DE PUBLICATION	ORGANISME RESPONSABLE DE LA PUBLICATION	NO CATALOGUE
1960-1981	Nombres - Indices des prix des produits agricoles	Statistique Canada	62-003
1960-1981	Indices des prix des consommations intermédiaires agricoles	Statistique Canada (non publiées)	-
1960-1981	Farm Net Income Août 1978	Statistique Canada	62-004

Tableau 5. Sources des données sur la F.B.C.F. en agriculture
et des indices de la F.B.C.F.

ANNEE	SOURCES ET DATE DE PUBLICATION	ORGANISME RESPONSABLE DE LA PUBLICATION	NO CATALOGUE
1960-1981	Investissements privés et publics au Québec	Statistique Canada (non publiées)	-
1960-1981	Flux et stocks de capital fixe	Statistique Canada	13-211 (annuel) 1973-1977

Tableau 6. Sources des données sur la valeur courante du capital des fermes

ANNEE	SOURCES ET DATE DE PUBLICATION	ORGANISME RESPONSABLE DE LA PUBLICATION	NO CATALOGUE
1960-1981	Bulletin trimestriel de la statistique agricole	BSQ Statistique Canada	21-003

Tableau 7. Sources des données sur la population active et l'emploi agricoles

ANNEE	SOURCES ET DATE DE PUBLICATION	ORGANISME RESPONSABLE DE LA PUBLICATION	NO CATALOGUE
1961-1974	Population active agricole (P.A.A.)	Statistique Canada (Non publiées)	-
1975-1981	Moyennes annuelles de la P.A.A.	Statistique Canada	71-529 (hors série)
1960-1981	Emploi agricole	Statistique Canada	71-001

CHAPITRE 3

EVOLUTION DES PARAMETRES

3.1 Valeur ajoutée à prix constants de 1971

D'après notre définition de la valeur ajoutée présentée au tableau 2, celle-ci est la différence entre la valeur de la production et celle des consommations intermédiaires. On trouvera au tableau 8 et au graphique 2 une illustration des fluctuations subies par ces trois variables durant la période retenue.

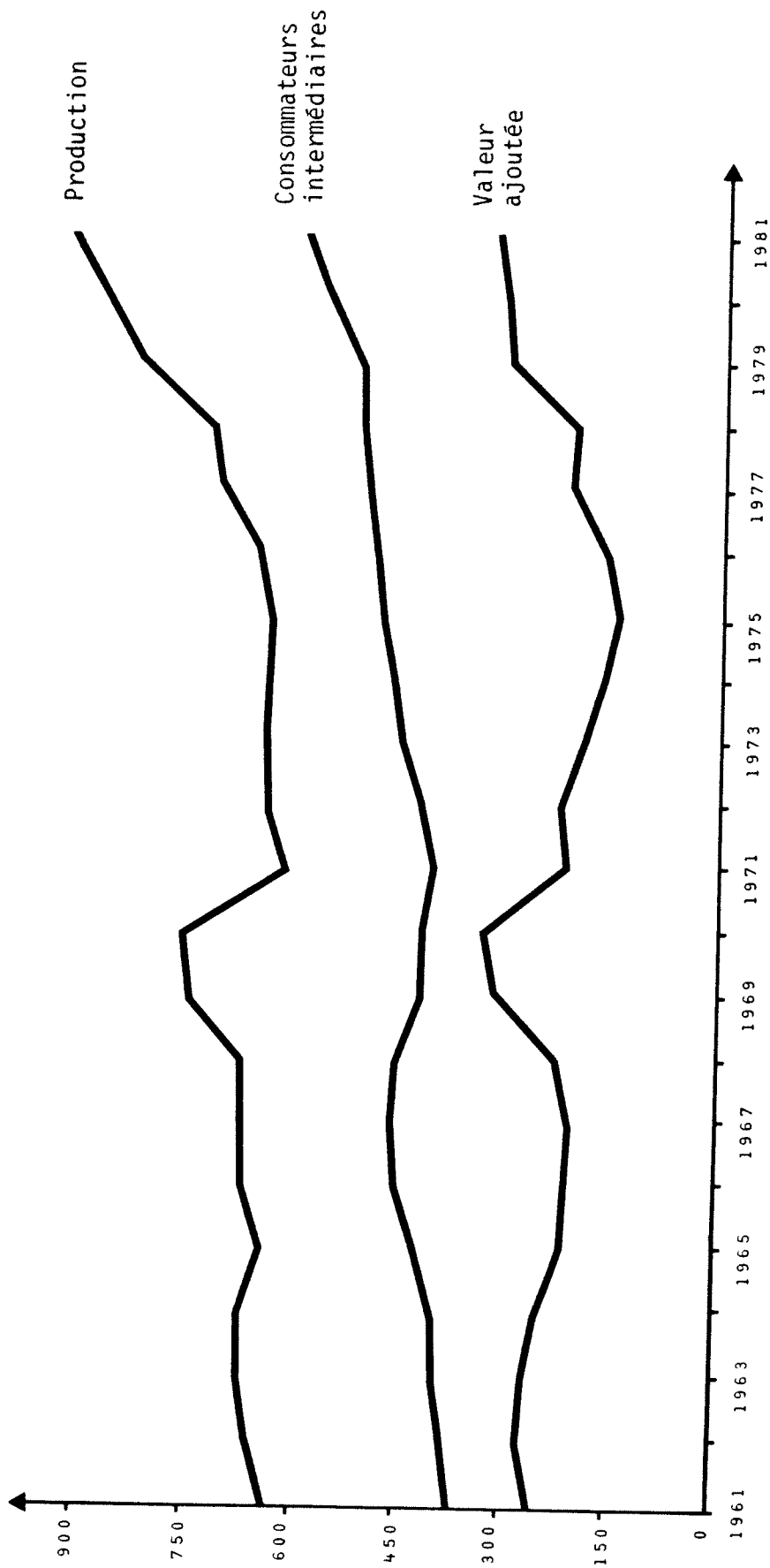
Au Québec, malgré quelques sursauts d'appréciation en 1968, 1969, 1976, 1977 et 1979, la valeur ajoutée agricole n'a augmenté que très lentement. La période 1963 à 1967 et la première moitié de la décennie 70 illustrent bien cette baisse substantielle de la valeur ajoutée. Si l'on se réfère aux variations quinquennales, on peut constater que la valeur ajoutée a connu quatre périodes distinctes:

1. 1961-1965 Croissance négative de V.A. de l'ordre de 16%.
2. 1966-1970 Une hausse sensible de V.A. de 56%.
3. 1971-1975 Dépression de la valeur ajoutée de 30%.
4. 1976-1981 Hausse substantielle de V.A. de 102%.

Tableau 8. Production, consommations intermédiaires
et valeur ajoutée en dollars de 1971,
Québec 1961-1981, % de variation
(en millions de dollars)

ANNEE	PRODUCTION	CONSOUMATIONS INTERMEDIAIRES	VALEUR AJOUTEE	%
1961	631	367	264	-
1962	661	379	282	6.9
1963	672	398	274	- 2.7
1964	667	410	257	- 6.2
1965	645	424	221	-13.0
1966	668	452	216	- 2.3
1967	676	466	210	- 2.9
1968	684	452	232	10.4
1969	752	425	327	41.2
1970	764	426	338	3.0
1971	618	408	210	-38.0
1972	646	424	222	6.0
1973	642	451	191	-14.0
1974	632	470	162	-15.0
1975	633	486	147	- 9.0
1976	653	490	163	10.0
1977	712	501	211	29.0
1978	724	516	208	- 1.0
1979	821	515	306	47.0
1980	871	559	312	2.0
1981	925	596	329	5.0

Sources: Calculées d'après les correspondances établies en Annexes 2 et 3.



Graphique 2. Evolution de la production, des consommations intermédiaires et de la valeur ajoutée à prix constants de 1971. Québec 1961-1981 (en millions \$)

3.2 Evolution du stock d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction (SMEC)

Bien que ce soit de façon irrégulière, le SMEC s'est accru sensiblement au Québec entre 1961 et 1981 (les variations annuelles ont toujours été positives).⁽¹⁾ A partir de 1961, il a évolué comme suit:

1. 1961-1965 Augmentation sensible du SMEC de 25%.
2. 1966-1970 Faible hausse de 18%.
3. 1971-1975 Augmentation moins marquée de 16%.
4. 1976-1981 Léger relèvement de 20%.

Le stock d'immobilisations entre 1961 et 1975 a progressé de façon décroissante sur une base quinquennale mais a repris quelque peu de 1976 à 1981.

3.3 Valeur courante du capital en dollars de 1971

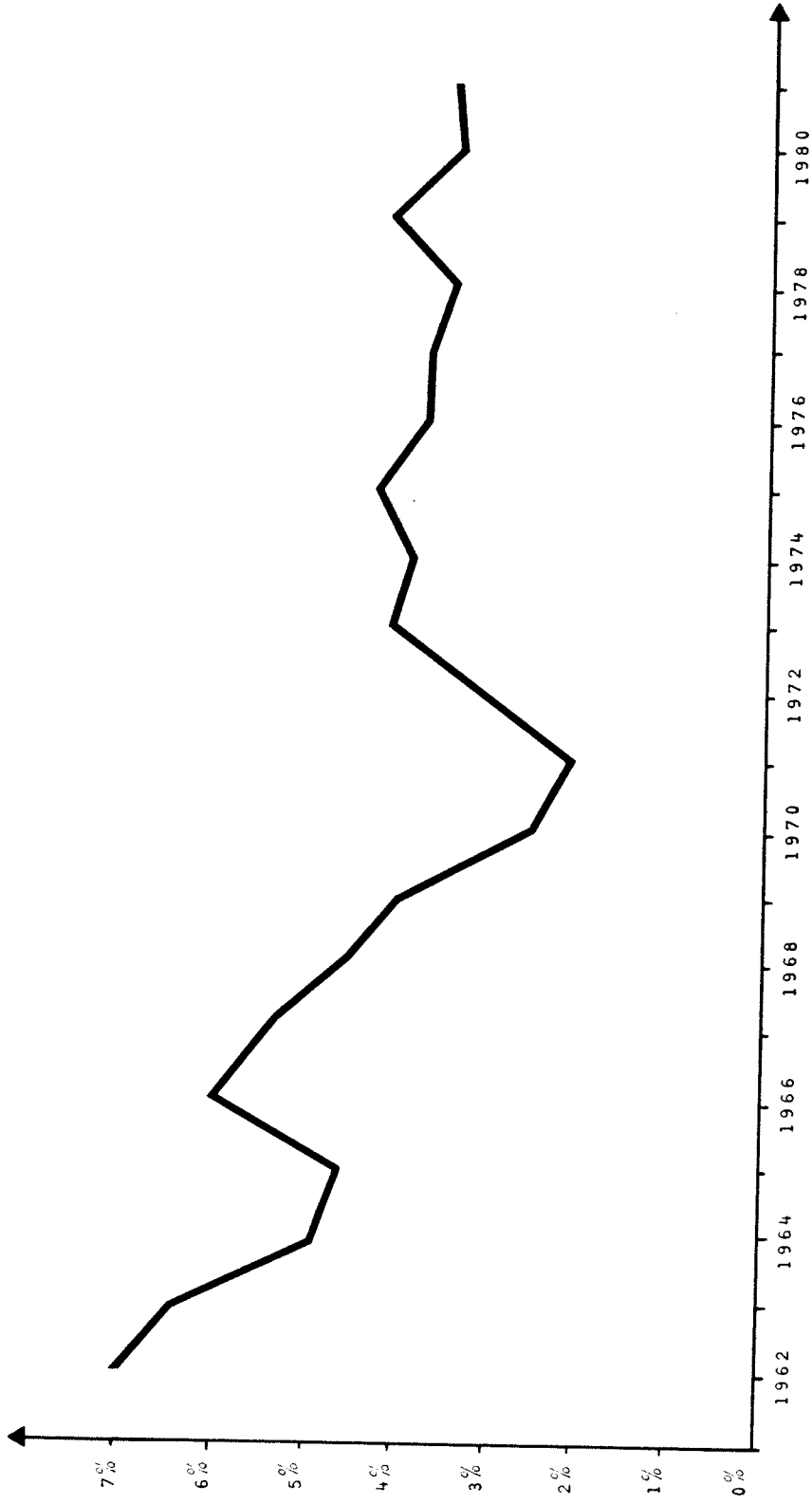
Au Québec, la valeur courante du capital des fermes en dollars de 1971 a oscillé entre une baisse du taux d'accroissement de 7.7% en 1971 et une élévation de 14.7 en 1977 (tableau 10). Cette augmentation peut être due à une hausse de la composante terrain et bâtiments (passant de 61% à 67% du total pendant cette même période) contre une baisse de la valeur du bétail et des volailles de 20 à 14%; la part de l'équipement et de la machinerie semble varier d'un infime pourcentage de 19 à 20%. On peut tout de même noter que la valeur courante du capital à prix constants en terme absolu a atteint son point culminant en 1980 (graphique 4) soit une augmentation de 53% par rapport à 1961.

⁽¹⁾ Cf. tableau 8 et graphique 3.

Tableau 9. Stock de capital en machinerie et équipement et en construction en dollars de 1971,
% de variation, Québec 1961-1981
(en millions de dollars)

ANNEE	SMEC EN \$ CONSTANTS	VARIATION EN %
1961	1283	-
1962	1374	7.0
1963	1462	6.4
1964	1533	4.9
1965	1604	4.6
1966	1700	6.0
1967	1794	5.5
1968	1876	4.6
1969	1952	4.0
1970	2001	2.5
1971	2043	2.1
1972	2109	3.2
1973	2195	4.1
1974	2283	3.2
1975	2380	4.2
1976	2470	3.8
1977	2565	3.8
1978	2655	3.5
1979	2767	4.2
1980	2861	3.4
1981	2963	3.5

Sources: Nos calculs.

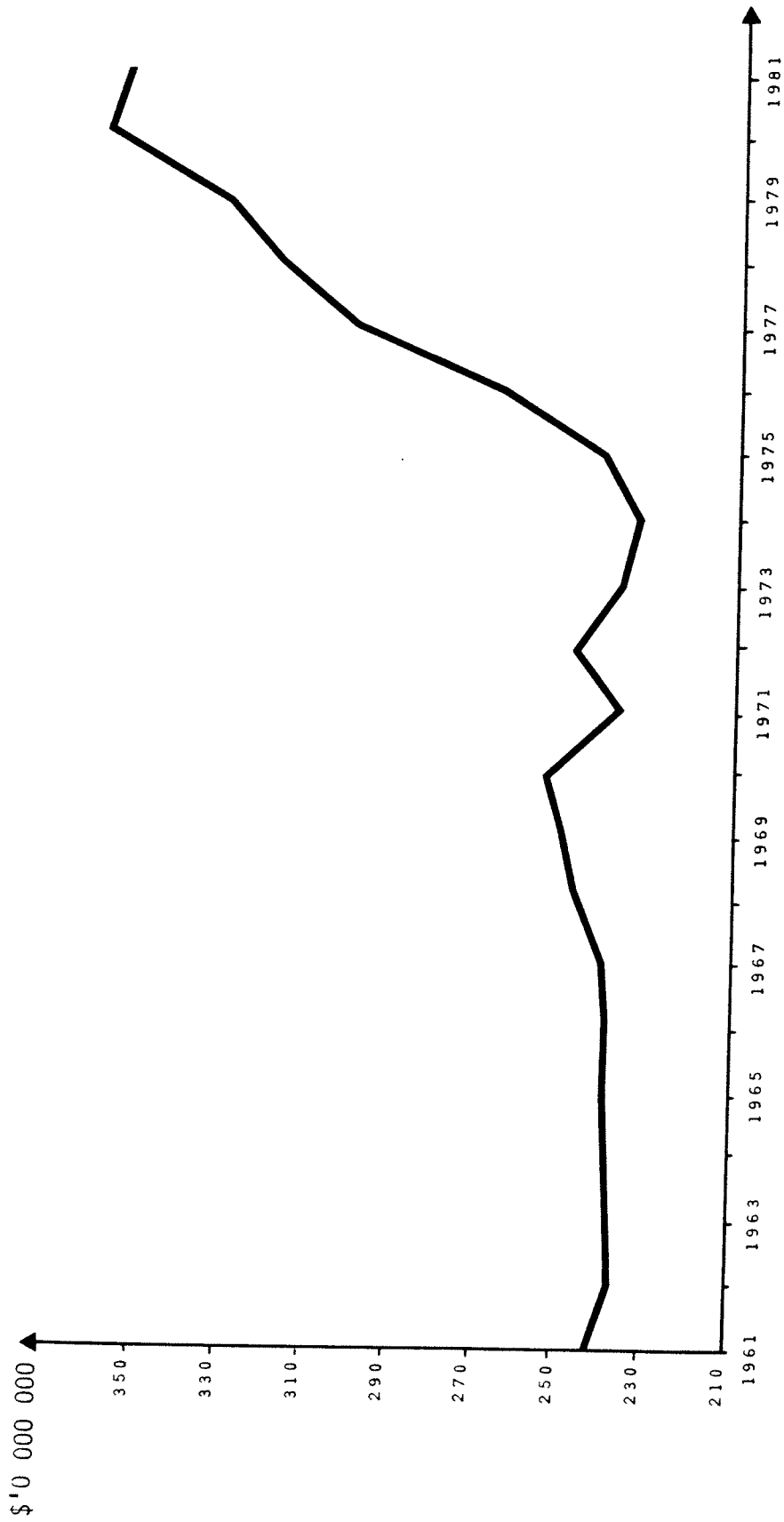


Graphique 3. Evolution du taux de variation annuelle du stock d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction. Québec 1962-1981

Tableau 10. Valeur courante du capital des fermes
en dollars de 1971, variation en pourcentage,
Québec 1961-1981
(en millions de dollars)

ANNEE	VALEUR COURANTE DU CAPITAL	VARIATION EN %
1961	2212	-
1962	2175	-1.7
1963	2188	0.6
1964	2197	0.4
1965	2207	0.5
1966	2196	-0.5
1967	2205	0.4
1968	2261	2.6
1969	2310	2.1
1970	2347	1.6
1971	2167	-7.7
1972	2283	5.3
1973	2170	-5.0
1974	2136	-1.6
1975	2226	4.2
1976	2456	10.3
1977	2818	14.7
1978	2987	6.0
1979	3116	4.3
1980	3392	9.0
1981	3326	-2.0

Sources: Nos calculs.



Graphique 4. Evolution de la valeur courante du capital des fermes
 en dollars de 1971. Québec 1961-1981
 (en dizaine de milliers de dollars)

3.4 Formation brute de capital fixe en dollars constants

De 1951 à 1961, les dépenses d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction sont passées de 140 millions dollars à 141 millions de dollars, soit une faible hausse de 0.4%. Le tableau 11 et le graphique 5 nous montre les quelques faibles soubresauts de la F.B.C.F. pendant les années 1966, 1972, 1973 et 1979 contre des années de fortes baisses et ce jusqu'en 1971. Au cours des trois dernières décennies, l'année 1954 est considérée comme une année de profonde dépression: la F.B.C.F. avait chuté à 124 millions de dollars. A partir de 1972, elle a repris quelque peu son souffle mais continue quand même à fluctuer. Un coup d'oeil rapide sur le résumé ci-dessous nous fournit de plus amples informations:

1. 1961-1965 Une baisse de 6.5% de la F.B.C.F.
2. 1966-1970 Une baisse marquée de 31%.
3. 1971-1975 Une augmentation de l'ordre de 24%.
4. 1976-1981 Une croissance assez substantielle de 119%.

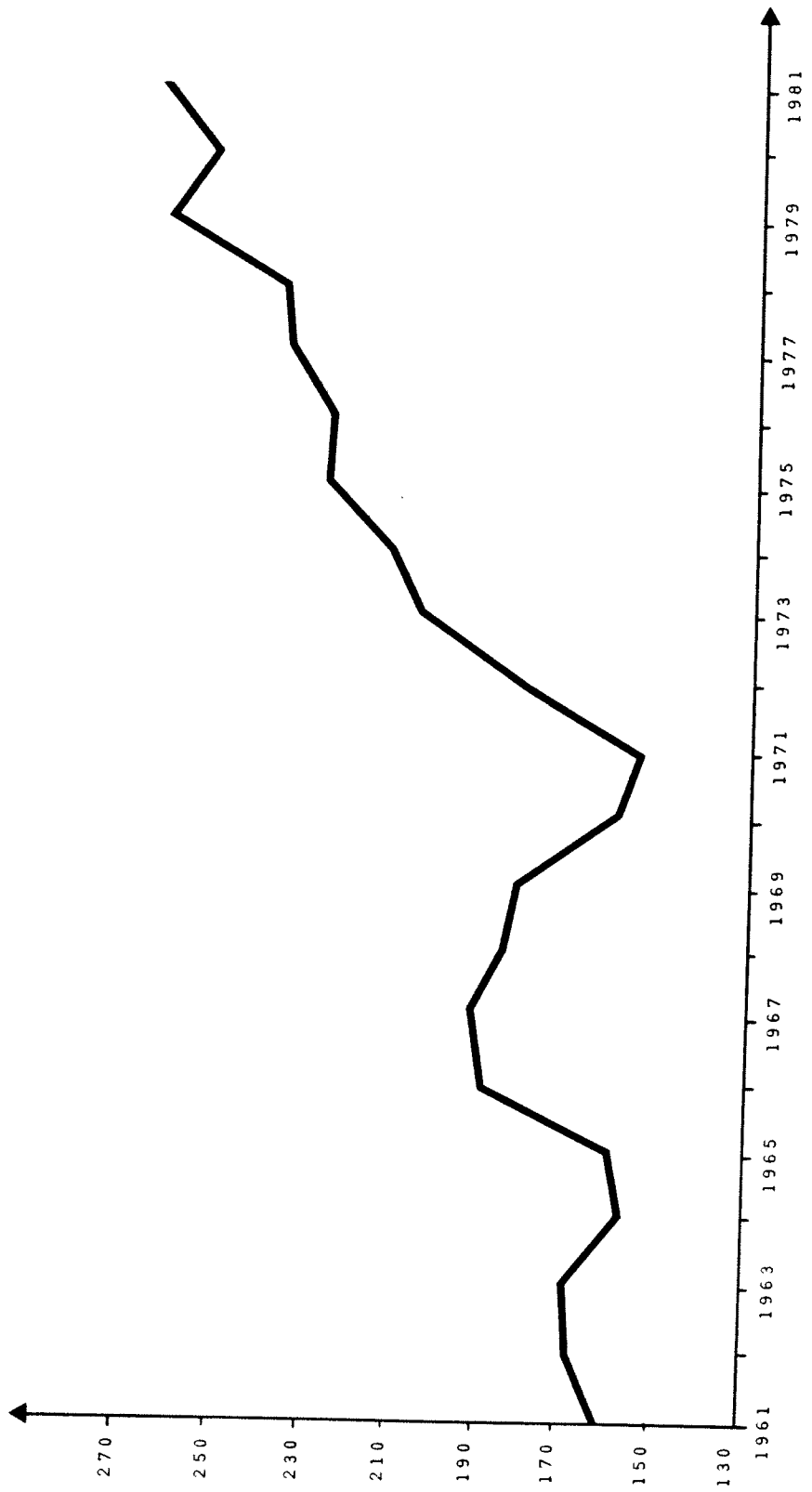
3.5 Variation de la population active, de la main-d'oeuvre et du chômage agricoles

De 1961 à 1975, on constate une diminution importante de la population active agricole au Québec. L'emploi a subi une baisse de plus de 50% de 1961 à 1979. A partir de l'année 1980, on dénote un ralentissement de ce mouvement à la baisse. Le tableau 12 et le graphique 6 donnent une bonne représentation de ces différentes tendances. Le fléchissement de l'emploi agricole de plus de 70% entre 1951 à 1979

Tableau 11. Dépenses d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction en dollars de 1971,
% de variation, Québec 1961-1981
(en millions de dollars)

ANNEE	CONSTRUCTION	%	MACHINERIE ET EQUIPEMENT	%	TOTAL	%
1961	62	-	79	-	141	-
1962	69	4.0	85	6.9	149	5.7
1963	63	- 2.2	87	3.1	510	0.8
1964	54	-14.3	84	- 3.4	138	- 8.0
1965	58	6.5	84	- 0.4	142	2.3
1966	77	3.4	93	10.9	170	20.0
1967	73	- 5.1	99	6.5	172	7.2
1968	68	- 7.8	97	- 1.7	165	- 4.3
1969	61	- 9.3	101	4.0	162	- 1.4
1970	53	-14.0	87	-13.7	140	-13.9
1971	45	-14.4	90	3.0	135	- 3.6
1972	52	15.8	109	21.0	161	19.3
1973	55	5.9	129	18.5	184	14.4
1974	51	- 7.9	140	8.3	191	3.5
1975	56	9.3	151	7.6	207	8.0
1976	42	-24.8	163	8.2	205	- 0.7
1977	51	22.7	165	0.7	216	5.4
1978	63	22.6	153	- 6.8	216	0.0
1979	69	9.2	175	14.1	244	12.7
1980	77	12.0	155	-11.6	232	- 4.9
1981	92	19.6	152	- 0.2	244	5.2

Sources: Statistique Canada, Investissements privés et publics au Québec 1961-1981; données non publiées.



Graphique 5. Evolution de la F.B.C.F. en dollars de 1971. Québec 1961-1981
(en millions de dollars)

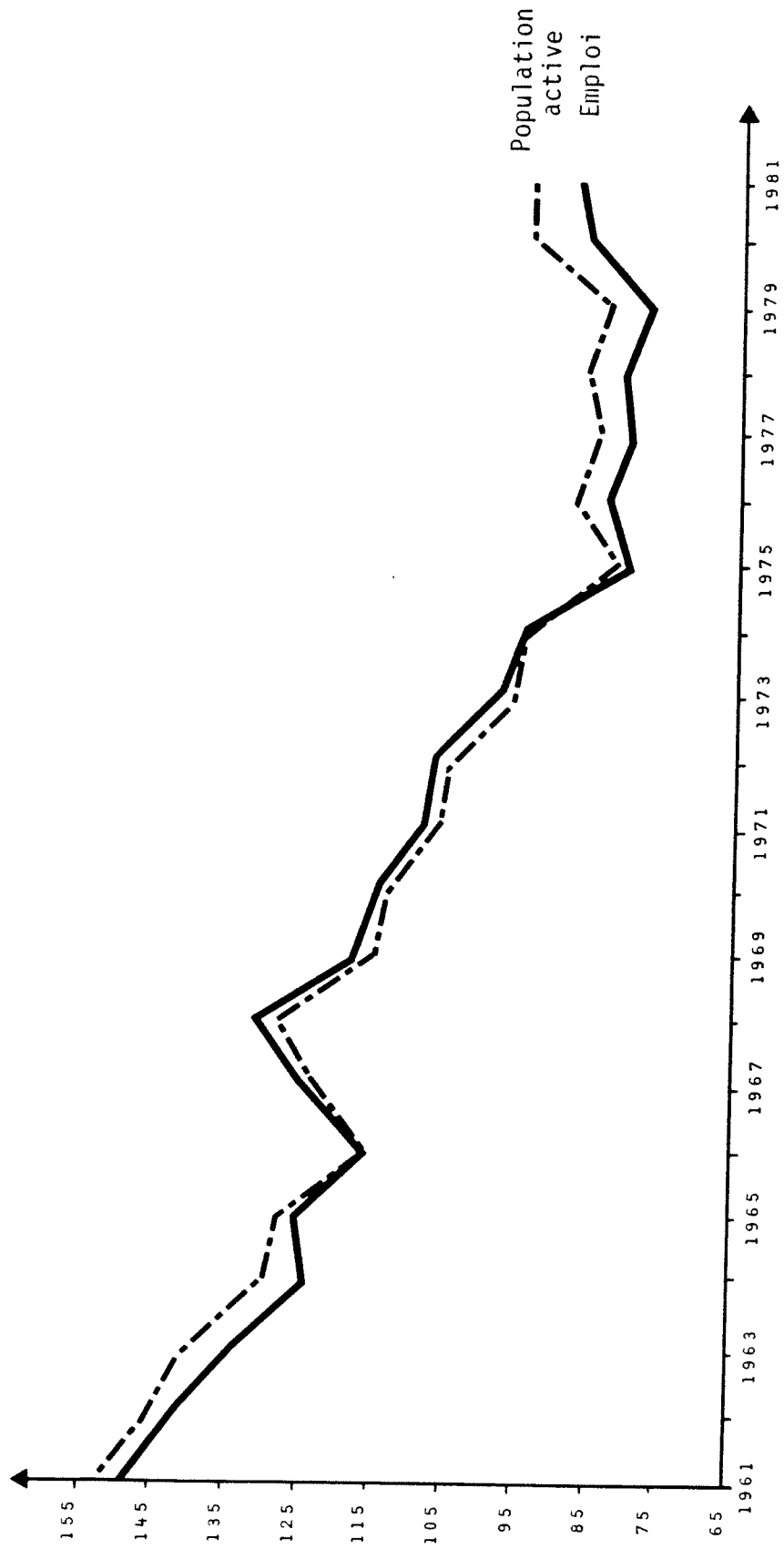
Tableau 12. Population active, emploi agricole et taux de chômage dans l'agriculture québécoise de 1961-1981
(en milliers)

ANNEE	POPULATION ACTIVE(1)	%	EMPLOI(2)	%	TAUX DE CHOMAGE(3)
1961	142	-	138	-	2.8
1962	136	- 4.2	132	- 4.3	2.9
1963	129	- 5.1	124	- 6.1	3.9
1964	119	- 7.8	114	- 8.1	4.2
1965	118	- 0.8	116	1.8	1.7
1966	106	-10.0	106	- 8.6	0.0
1967	113	6.6	114	7.5	-0.8
1968	118	4.4	121	6.1	-2.5
1969	106	-10.0	107	-11.6	-0.9
1970	104	- 1.9	105	- 1.9	-0.9
1971	96	- 7.7	98	- 6.7	-2.0
1972	95	- 1.0	97	- 1.0	-2.1
1973	86	- 9.4	88	- 9.3	-2.3
1974	84	- 2.3	85	- 3.4	1.1
1975	72	-14.2	70	-17.7	2.7
1976	78	8.3	74	5.7	5.1
1977	75	- 3.8	71	- 4.1	5.3
1978	77	2.7	72	- 1.4	6.4
1979	74	- 3.9	68	- 5.6	8.1
1980	85	14.9	77	13.2	9.4
1981	85	0.0	79	2.6	7.0

Sources: (1) Données non publiées pour 1961-1974; S.C.: 1975-1981: moyennes annuelles, cat. #71-529 (hors série)

(2) Statistique Canada. La population active, cat. #71-001.

(3) Données non publiées, calculées à partir de (1) et (2).



Graphique 6. Evolution de la population active et de l'emploi agricoles. Québec 1961-1981
(en milliers de personnes)

(233 000 à 68 000 hommes) peut être attribué à la fuite ininterrompue de petits exploitants⁽¹⁾ et à la forte capitalisation dans les fermes. Soulignons toutefois que la faiblesse du revenu agricole et l'âge relativement avancé des producteurs (26.3% avaient plus de 55 ans en 1981)⁽²⁾ ont fortement contribué à la réduction de l'emploi agricole. A ce fait, s'ajoute apparemment la réduction des heures de travail. Actuellement, le seul frein au transfert vers les secteurs non-agricoles est le niveau de chômage comme nous semble l'indiquer le graphique 7. L'augmentation du chômage par la mise à pied de travailleurs (les moins spécialisés sont les plus touchés, les derniers arrivants aussi selon le principe "last in, first out") amène un retour des travailleurs en agriculture. Pour le même niveau de chômage, à partir de 1975, l'agriculture emploiera 68 000 personnes de moins qu'avant 1961. Vers les années 70, les niveaux de prestations d'assurance-chômage ont augmenté et les critères se sont assouplis. L'écart représenterait alors le groupe de travailleurs pour qui le revenu agricole espéré aurait été inférieur au niveau de prestations accordées.

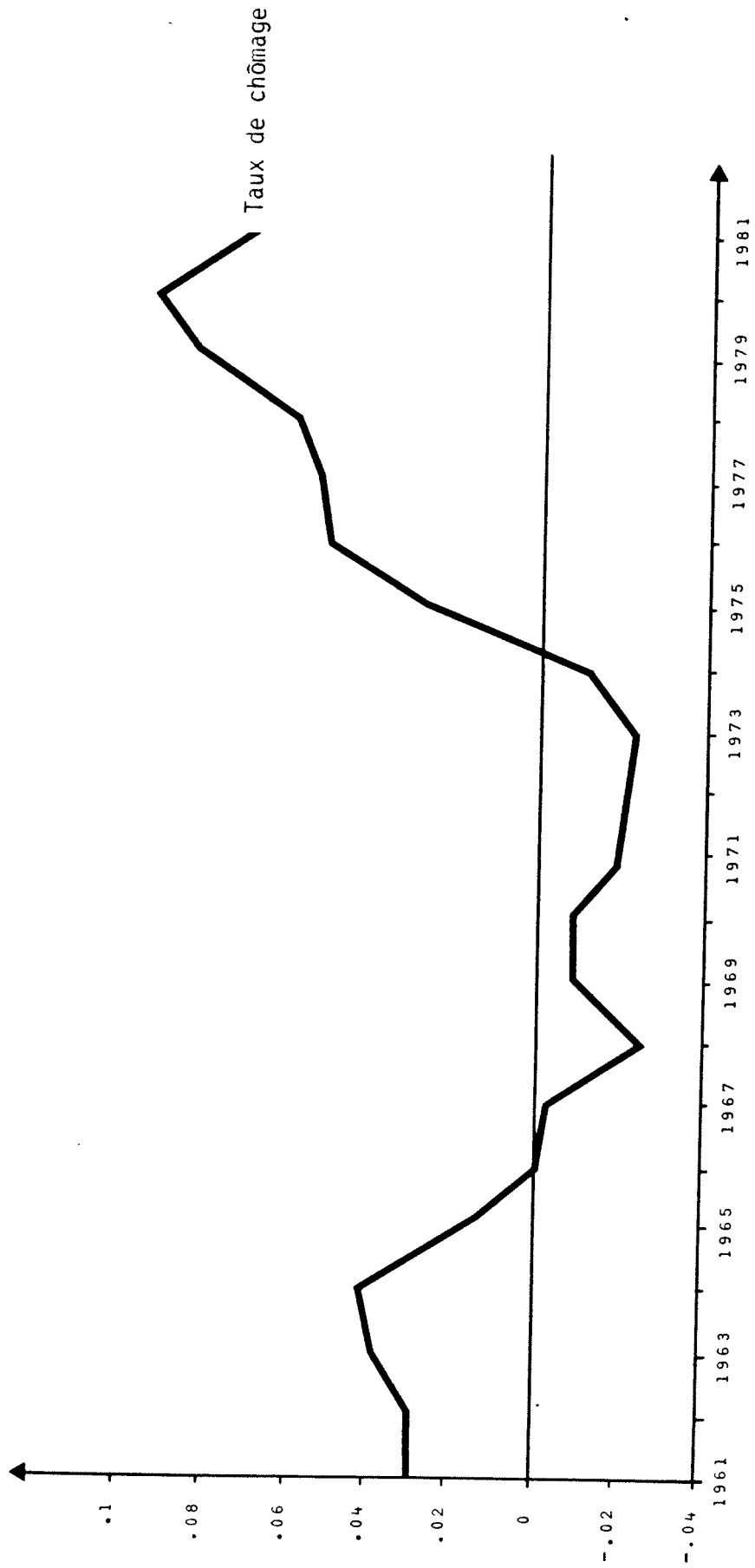
3.6 Evolution de la productivité de l'emploi agricole

Il se dégage de l'étude du tableau 13 ainsi que du graphique 8 qu'une des caractéristiques principales de cette variable est la forte fluctuation de l'indice de la valeur ajoutée moyenne.⁽³⁾ Ainsi, la

(1) Selon l'Office du crédit agricole du Québec un "exploitant agricole": toute personne physique dont l'agriculture est la principale occupation.

(2) Voir Annexe 4.

(3) L'indice de la valeur ajoutée présenté à la colonne 6 du tableau 13 est calculé en prenant comme base 1971 = 100.



Graphique 7. Evolution du taux de chômage agricole. Québec 1961-1981

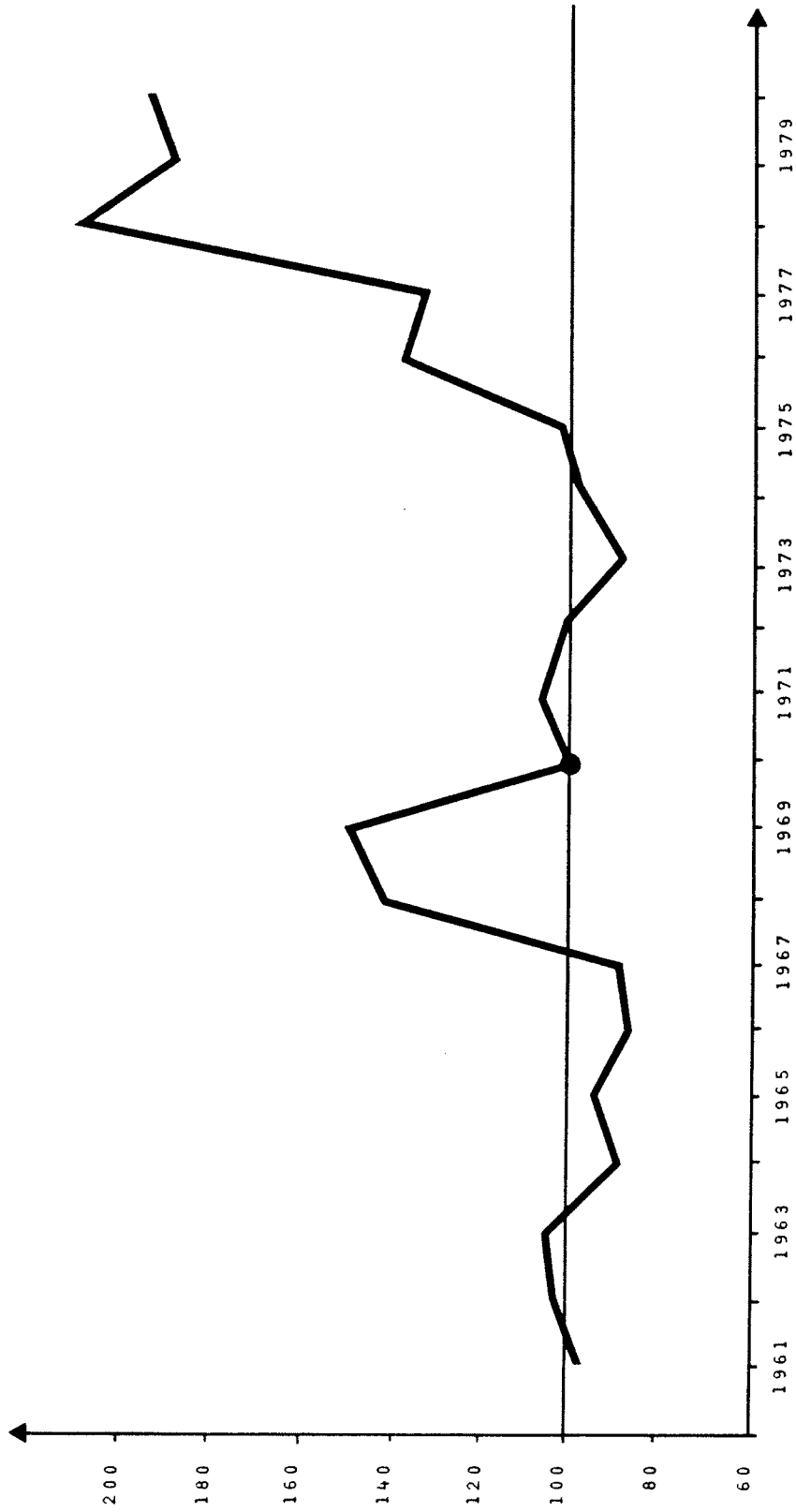
Tableau 13. Emploi et valeur ajoutée par emploi à prix constants et constants de 1971, % de variation, indice de la V.A. constante, Québec 1961-1981

ANNEE	EMPLOI ('000)	%	V.A./EMPLOI \$ COURANTS	%	V.A./EMPLOI \$ CONSTANTS	1971 = 100 (1)
1961	138	-	1338	-	1908	-
1962	132	- 4.30	1462	9.20	2134	0.00
1963	124	- 6.10	1425	- 2.53	2210	103.07
1964	114	- 8.10	1446	1.47	2254	105.13
1965	116	1.80	1528	5.67	1906	0.89
1966	106	- 8.60	2029	32.79	2039	0.95
1967	114	7.50	1707	-15.87	1841	0.86
1968	121	6.10	1718	0.64	1917	0.89
1969	107	-11.60	2898	68.68	3062	142.81
1970	105	- 1.90	2841	- 1.97	3212	149.81
1971	98	- 6.70	2144	-24.53	2144	100.00
1972	97	- 1.00	2831	32.04	2236	106.62
1973	88	- 9.30	3886	37.27	2170	101.21
1974	85	- 3.40	3930	1.13	1908	0.89
1975	70*	-17.65	5843	48.45	2107	0.89
1976	74*	5.71	5294	- 9.26	2201	102.65
1977	71*	- 4.10	6400	20.89	2970	138.52
1978	72*	1.41	8158	27.47	2887	134.65
1979	68*	- 5.56	11876	33.32	4492	209.51
1980	77*	13.24	10436	-12.13	4054	189.08
1981	79*	2.60	11955	14.56	4164	194.21

Sources: S.C., La population active agricole (71-001) (B.S.Q.)

* Depuis 1975, les données sur la main-d'oeuvre ont été touchées par deux changements majeurs. D'une part, d'importantes modifications à l'enquête de 1975: l'échantillon est élargi et le nombre de questions augmentées. De plus, la définition de la MDO comprend maintenant la population de 15 ans et plus au lieu de celle de 14 ans et plus. D'autre part, on effectue un redécoupage des régions agricoles. Le dernier découpage remonte à 1961, la population agricole ayant été surestimée au cours des dernières années.

(1) Calculée d'après la valeur ajoutée par emploi en dollars de 1971.



Graphique 8. Evolution de l'indice de la valeur ajoutée par emploi en dollars constants. Québec 1961-1981 (Base 1971 - 100)

première moitié des années 60 est marquée par une baisse suivie d'une élévation sensible de l'indice de la productivité du travail en 1969 et 1970. Cette courte expansion s'accompagna d'une période de ralentissement de 1971 à 1976. Ces six années ont été témoins de revirement spectaculaire dans l'agriculture québécoise. On assista à une diminution quasi générale de la productivité du travail. Cette baisse peut s'expliquer par le fait que les producteurs ont dû dans un premier temps vendre leurs productions à perte et réduire celles-ci dans une deuxième phase. Mentionnons qu'au début des années 70, un fort accroissement des troupeaux ont fait leur entrée dans les fermes québécoises - décision due à une nouvelle orientation de la politique gouvernementale. Cette augmentation de la population animale devait coïncider avec le quadruplement du prix des provendes dans l'Ouest. Comme les produits animaux ne bénéficiaient pas de la situation de demande exceptionnelle dont jouissaient les céréales et que les consommateurs n'étaient pas disposés à les payer au prix demandé, les producteurs se sont trouvés dans l'obligation de réduire leurs productions.⁽¹⁾

Par ailleurs, après cette période d'accalmie, l'indice de la valeur ajoutée par emploi accuse un taux d'augmentation assez sensible à cause des meilleurs prix à la ferme. Toutefois, pendant les années terminales de l'étude, cette progression s'est quelque peu ralentie à cause du faible écart entre l'accroissement des prix reçus et des prix payés et donc des termes de l'échange.

(1) Qu'on se rappelle les manifestations de l'U.P.A. durant l'automne 1974.

3.7 Evolution quinquennale de la valeur ajoutée par agriculteur

Le tableau 14 et le graphique 9 donnent une idée des variations subies par la valeur ajoutée par agriculteur⁽¹⁾ (à prix courants et à prix constants) sur une base quinquennale. L'analyse comparative des courbes décrivant l'évolution de la V.A. par exploitant à prix courants et constants nous suggère certaines observations.

Le revenu agricole par producteur à prix courants s'accroît de façon remarquable malgré la croissance à un taux décroissant pendant la période 1966 à 1971. L'évolution de cette variable en termes constants donne une image diamétralement opposée. Cette différence est attribuable à l'effet de l'inflation sur le revenu nominal.

En dépit des fluctuations indiquées au tableau 14, la valeur ajoutée par exploitant à prix constants a sensiblement augmenté sous l'effet de la diminution du nombre d'exploitations. Celles-ci sont surtout marginales quant au revenu réalisé.

3.8 Evolution du SMEC par emploi agricole

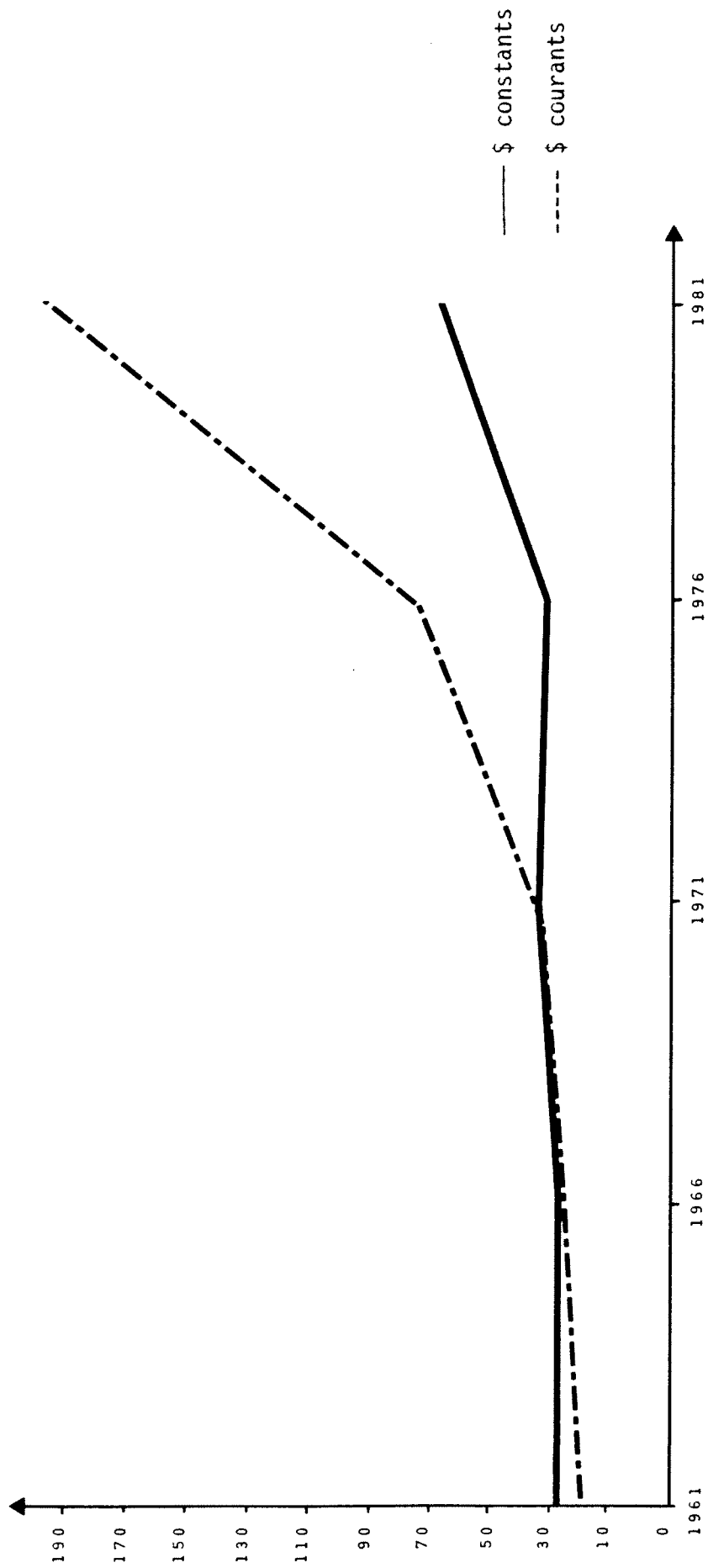
On constate une certaine similitude dans le comportement du stock de capital en machinerie et équipement et en construction (SMEC) à prix constants et du SMEC par personne employée, à l'exception de quelques années. En effet, l'évolution parallèle du SMEC à prix constants et du

(1) Dans la présente étude, on utilisera indifféremment les termes revenu agricole par producteur, revenu agricole par exploitant, pour désigner la valeur ajoutée par agriculteur.

Tableau 14. Valeur ajoutée à prix courants et constants de 1971
par producteur pour des années spécifiques, variation
en pourcentage, Québec 1961-1981

ANNEE	VALEUR AJOUTEE PAR PRODUCTEUR \$ COURANTS	%	VALEUR AJOUTEE PAR PRODUCTEUR \$ CONSTANTS	%
1961	1928	-	2749	-
1966	2678	39.0	2692	- 2.0
1971	3430	28.0	3430	27.0
1976	7594	121.0	3157	- 8.0
1981	19618	158.0	6833	116.0

Sources: Calculée à partir de la valeur ajoutée et du nombre de producteurs présenté en annexe 4.



Graphique 9. Evolution quinquennale de la valeur ajoutée à prix courants et constants de 1971 par producteur. Québec 1961-1981 (en centaines)

SMEC par emploi devient dichotomique dès que le niveau d'emploi s'accroît de façon notable. Par exemple, au cours des années 1968, 1976 et 1980, le taux de variation du SMEC⁽¹⁾ était de 4.6, 3.8 et 3.4% respectivement contre une hausse de 6.1, 5.7 et 13.2% au niveau de la main-d'oeuvre agricole. De façon générale, le SMEC par emploi a connu un bond de 303% à travers toute la période.

3.9 Evolution de la valeur courante du capital à prix constants par emploi

Les fluctuations à la hausse enregistrées dans la main-d'oeuvre ont entraîné un certain flottement de la valeur courante du capital sur les fermes en dollars constants par emploi (K /L).⁽²⁾ Le graphique 11 montre que le plus fort fléchissement de cette variable a eu lieu en 1967 tandis que l'année 1975 a marqué la plus forte variation. Dans l'ensemble de la période, K /L a augmenté de façon considérable passant de \$16 029 à \$42 102 en dollars constants, soit un taux de variation de 162% ou un taux de 8% par an.

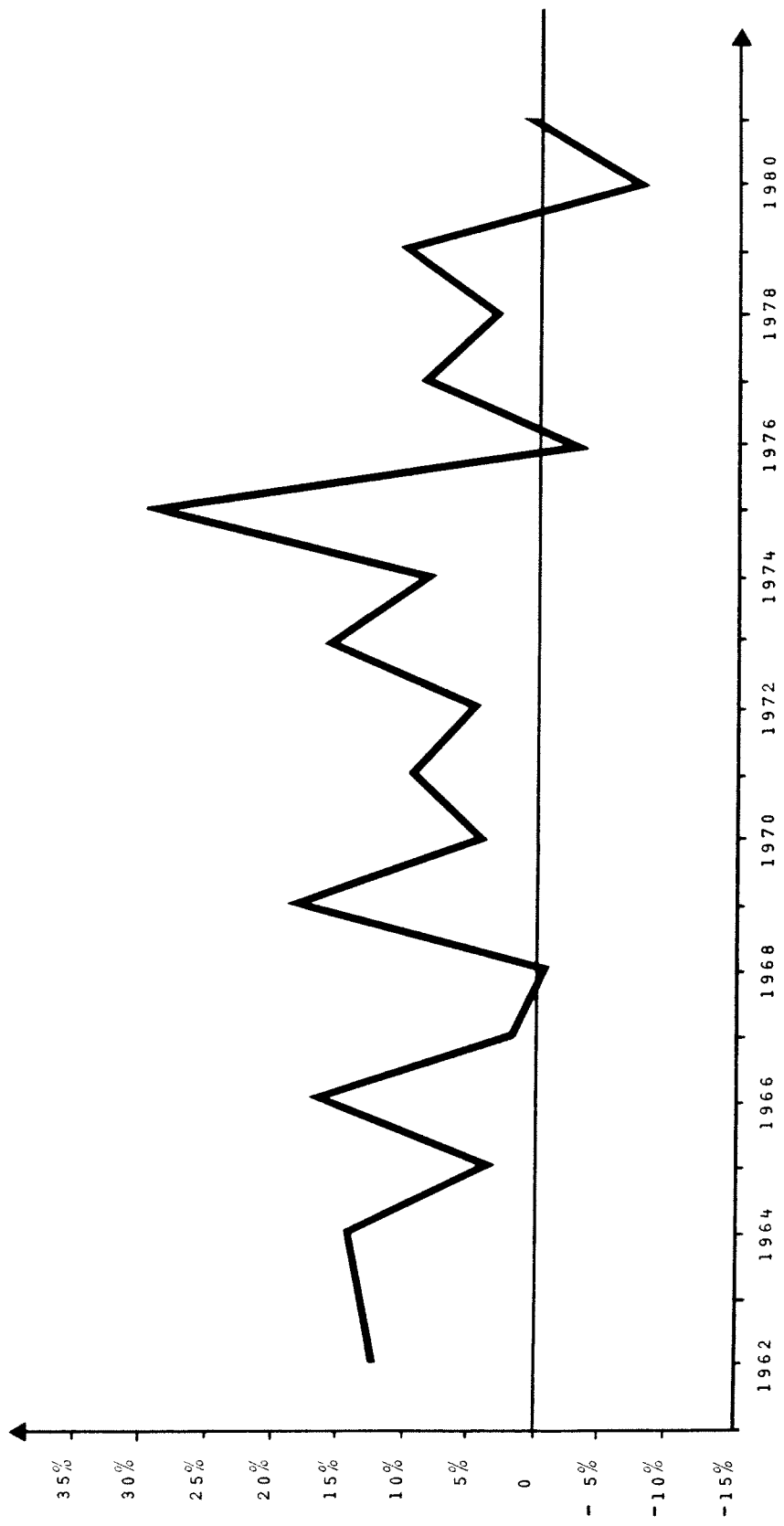
(1) Voir le tableau 15 et le graphique 10.

(2) Cf. tableau 16 et graphique 11.

Tableau 15. Stock de capital en machinerie et biens d'équipement
et en construction par emploi en dollars de 1971,
% de variation, Québec 1961-1981

ANNEE	SMEC/EMPLOI	%
1961	9300	-
1962	10409	12.0
1963	11787	13.0
1964	13445	14.0
1965	13824	2.8
1966	16035	16.0
1967	15734	1.9
1968	15502	- 1.4
1969	18239	18.0
1970	19058	4.0
1971	20850	9.0
1972	21746	4.0
1973	24945	15.0
1974	26853	8.0
1975	34000	27.0
1976	33383	- 7.8
1977	36132	8.0
1978	36876	2.0
1979	40969	10.0
1980	37160	- 9.0
1981	37502	0.9

Sources: Nos calculs.

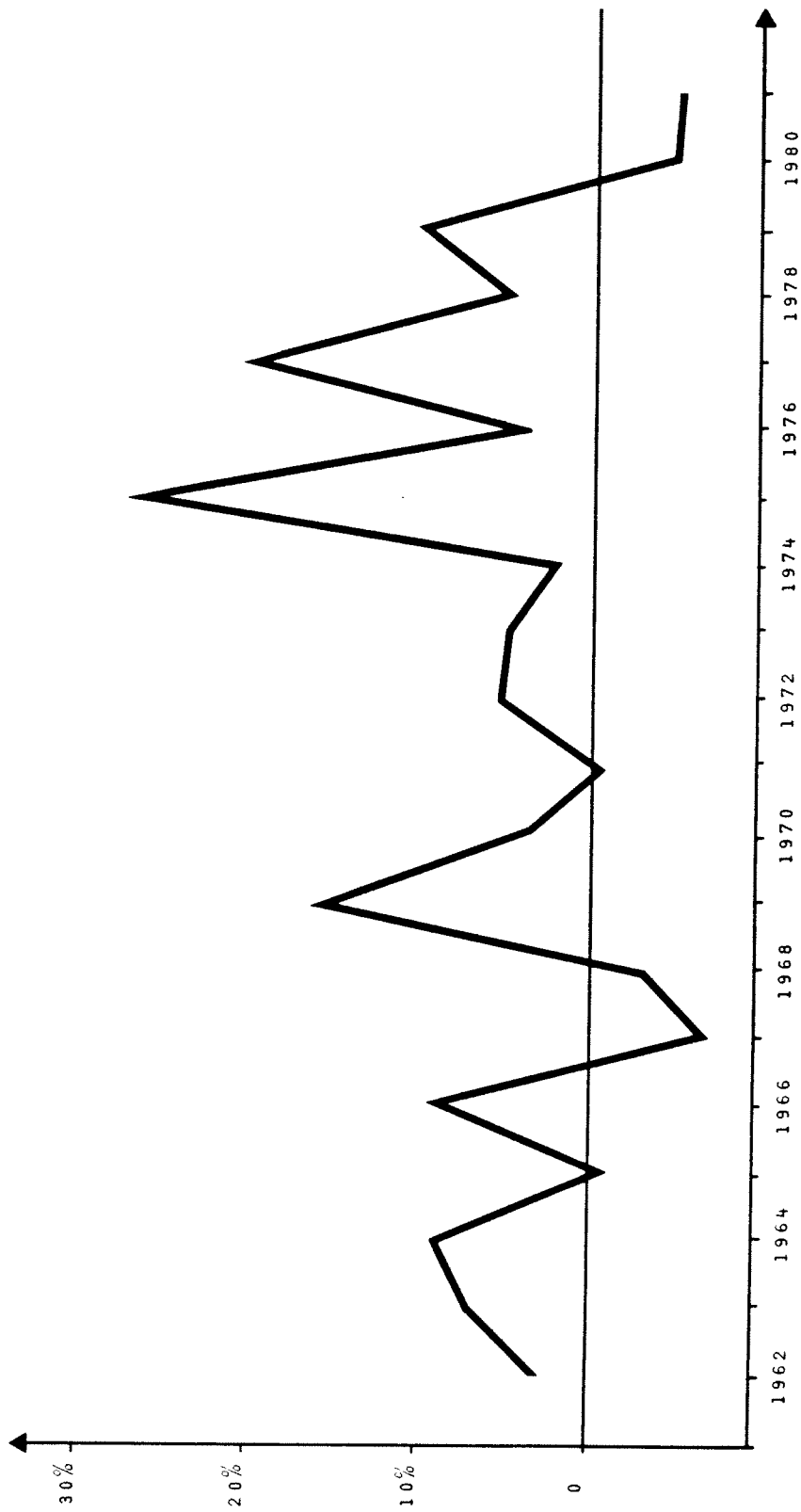


Graphique 10. Evolution du taux de variation du SMEC par emploi en \$ constants. Québec 1962-1981

Tableau 16. Valeur courante du capital des fermes par emploi en dollars de 1971, % de variation, Québec 1961-1981

ANNEE	VALEUR DU CAPITAL/EMPLOI	%
1961	16029	-
1962	16475	2.8
1963	17646	7.0
1964	19275	9.0
1965	19030	- 1.0
1966	20718	9.0
1967	19339	- 7.0
1968	18687	- 3.0
1969	21584	16.0
1970	22355	4.0
1971	22113	- 1.0
1972	23537	6.0
1973	24658	5.0
1974	25130	2.0
1975	31797	27.0
1976	33195	4.0
1977	39685	20.0
1978	41481	5.0
1979	45831	10.0
1980	44048	- 3.9
1981	42102	- 4.4

Sources: Nos calculs.



Graphique 11. Evolution du taux de variation annuelle de la V.C.C.C. par emploi en dollars constants. Québec 1962-1981

3.10 Variation de la formation brute du capital fixe en dollars constants par personne employée

Durant la première décennie de notre étude, soit de 1961 à 1971, la F.B.C.F. par emploi, dans le domaine agricole québécois, a fait un grand bond de 32% en 1966 résultat de l'effet conjugué d'une hausse des dépenses en immobilisations de 20% et d'une baisse de la main-d'oeuvre agricole de 8.6%. La F.B.C.F. a connu un certain affaïssement au cours des années 68 et 70 à cause d'une chute de 4 à 13% respectivement des investissements en construction et en machinerie. Par contre, au début de la décennie 1971 à 1981, la F.B.C.F. moyenne s'est accrue de façon constante suite à la baisse enregistrée de la main-d'oeuvre agricole, principalement en 1975, qui a été de 17.6%. La deuxième moitié de cette décennie s'est effectuée en dents de scie. A quelques exceptions près, on peut remarquer une grande similitude entre la courbe décrivant l'évolution de la F.B.C.F. à prix constants du graphique 5 et celle de la formation brute du capital fixe par personne employée présentée au tableau 17 et au graphique 12.

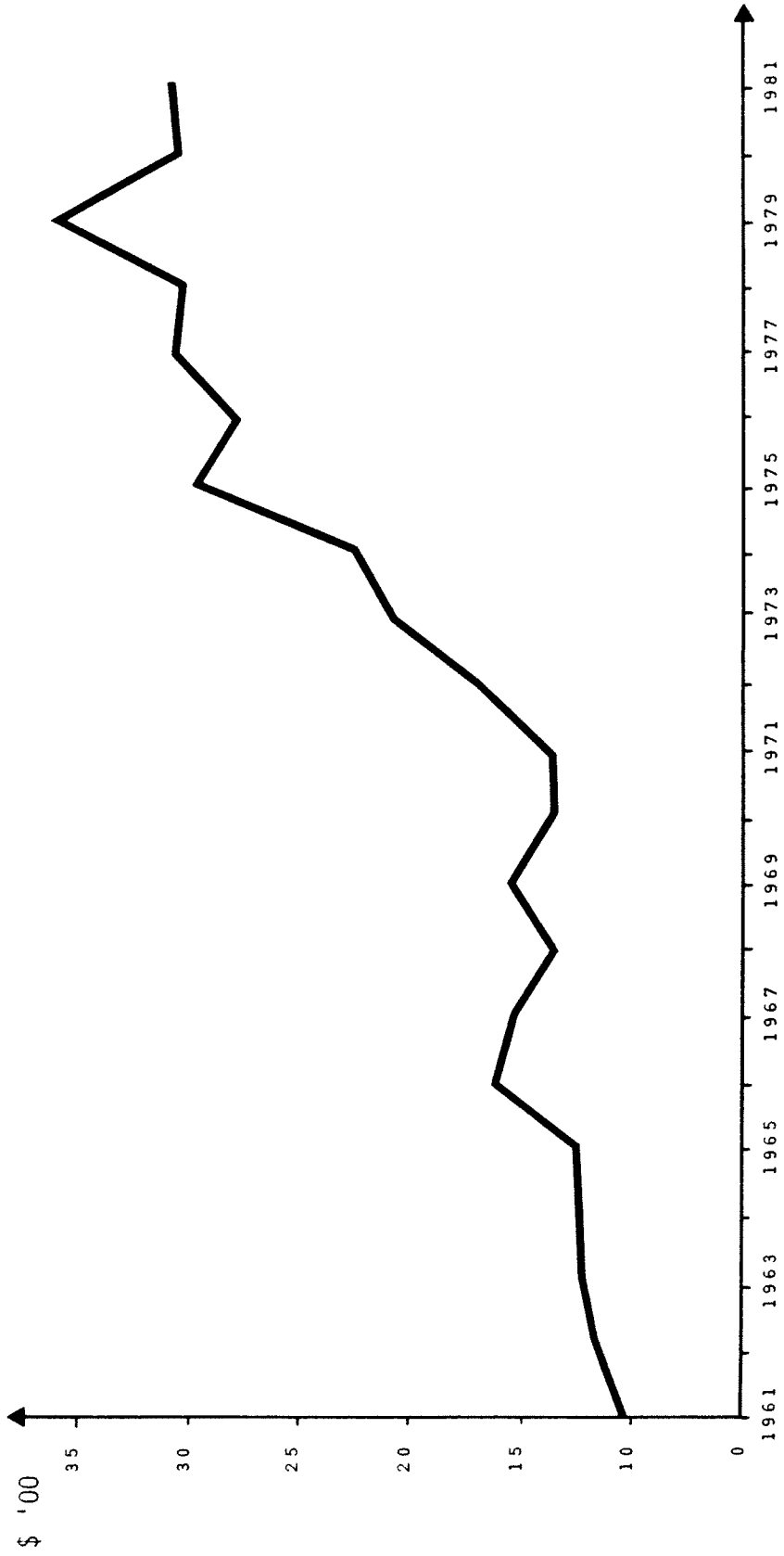
3.11 Evolution des indices de prix

Les indices de prix utilisés dans cette étude sont pondérés par l'importance relative des divers éléments constitutifs de chaque série. Ce sont des indices-prix qui expriment les prix courants en pourcentage des prix de 1971, cette année étant l'année de base. L'indice mesure l'effet du changement de prix sur le coût d'achat de biens et de services de quantité et de qualité déterminées. Les graphiques 13, 14 et 15 ainsi que le tableau 18 nous donnent une idée des variations qu'ont subies les prix dans le secteur agricole québécois entre 1961 et 1981.

Tableau 17. Dépenses d'immobilisations en machinerie et équipement
et en construction par emploi en dollars constants,
% de variation, Québec 1961-1981

ANNEE	F.B.C.F./EMPLOI	%
1961	1025	-
1962	1133	10.0
1963	1215	7.0
1964	1215	0.0
1965	1222	0.5
1966	1608	32.0
1967	1513	- 6.0
1968	1364	-10.0
1969	1521	11.0
1970	1335	-12.0
1971	1379	3.0
1972	1663	20.0
1973	2098	26.0
1974	2248	7.0
1975	2949	37.0
1976	2771	- 6.0
1977	3039	9.7
1978	3003	- 1.0
1979	3584	19.0
1980	3011	-16.0
1981	3086	2.5

Sources: Nos calculs.



Graphique 12. Evolution de la F.B.C.F. par emploi en dollars constants. Québec 1961-1981

3.11.1 Variations de l'indice des prix des produits agricoles

Le début des années 60 a vu la naissance d'une certaine concertation entre les producteurs agricoles, pour une meilleure gestion de l'offre. Mise à part l'inflation des années 65-66, on constate une certaine stabilité de l'indice des prix des produits agricoles.⁽¹⁾ Le rodage des nouvelles structures de contrôle mises en place n'a pu se faire sans quelques accrocs ayant des répercussions sur les prix. Ainsi, au cours de cette période, le rapport des prix reçus/prix payés (termes d'échange) se trouve inversé au bénéfice des consommations intermédiaires. Ce n'est qu'à partir de 1972 que l'indice des P.P.A., grâce à une montée fulgurante, dépasse à nouveau celui des entrées dans l'agriculture québécoise et ce, jusqu'au début des années 80.⁽²⁾ Toutefois, il est loin d'être assuré que cette situation persistera dans le futur puisqu'à l'année 81, les deux indices chevauchent côte à côte. Aussi doit-on s'attendre à un ralentissement du rythme de croissance des prix agricoles - exception faite de 1978 - comparativement à l'évolution des prix des fournisseurs agricoles.

(1) On utilisera indifféremment prix agricoles ou prix à la ferme pour désigner les prix des produits agricoles (P.P.A.).

(2) Cf. tableau 18 et graphique 13.

3.11.2 Evolution de l'indice des prix des intrants agricoles

On remarque que l'indice des prix des intrants agricoles n'a pas connu vraiment de point d'inflexion.⁽¹⁾ Par ailleurs, le graphique 15 de notre étude nous montre, qu'au cours de la première décennie, exception faite des périodes de relèvement pendant les années 1966, 1967 et 1969, il y a eu détérioration des termes d'échange (prix reçus/prix payés) dans le secteur agricole québécois. On constate également une hausse générale des prix des fournitures agricoles au Québec entre 1971 et 1976. En effet, le prix des intrants s'est accru de façon vertigineuse à cause d'une demande exceptionnelle sur le marché international au cours de cette même période. Le Québec étant surtout une zone de production animale, il devient évident que tout accroissement du prix des grains de provende se répercute sur les coûts de production.

En règle générale, l'indice des prix des inputs a connu une augmentation soutenue pendant presque toute la période de l'étude. On remarque, que même durant la seconde décennie où l'indice des P.P.A. est supérieur à celui des intrants (c'est-à-dire des termes d'échange plus favorables), l'indice des prix des inputs enregistre néanmoins une ascension constante.

⁽¹⁾Cf. graphique 14.

3.11.3 Variations de l'indice des prix de la F.B.C.F.

L'indice recherché ne correspond pas à la variation des prix telle que nous l'avons définie précédemment.⁽¹⁾ L'indice de prix implique pour l'ensemble des éléments relié à la valeur réelle des dépenses d'immobilisations agricoles au Québec est un indice Paasche construit en dégonflant chaque composante de la F.B.C.F. par leur indice respectif. Le poids de chacune d'elles varie donc d'année en année en ligne avec son importance relative pour l'année courante. En d'autres termes, l'indice calculé, basé sur l'année 1971, donne pour chaque année combien vaut la F.B.C.F. de l'année par rapport à ce qu'elle vaudrait si les prix étaient ceux de 1971.

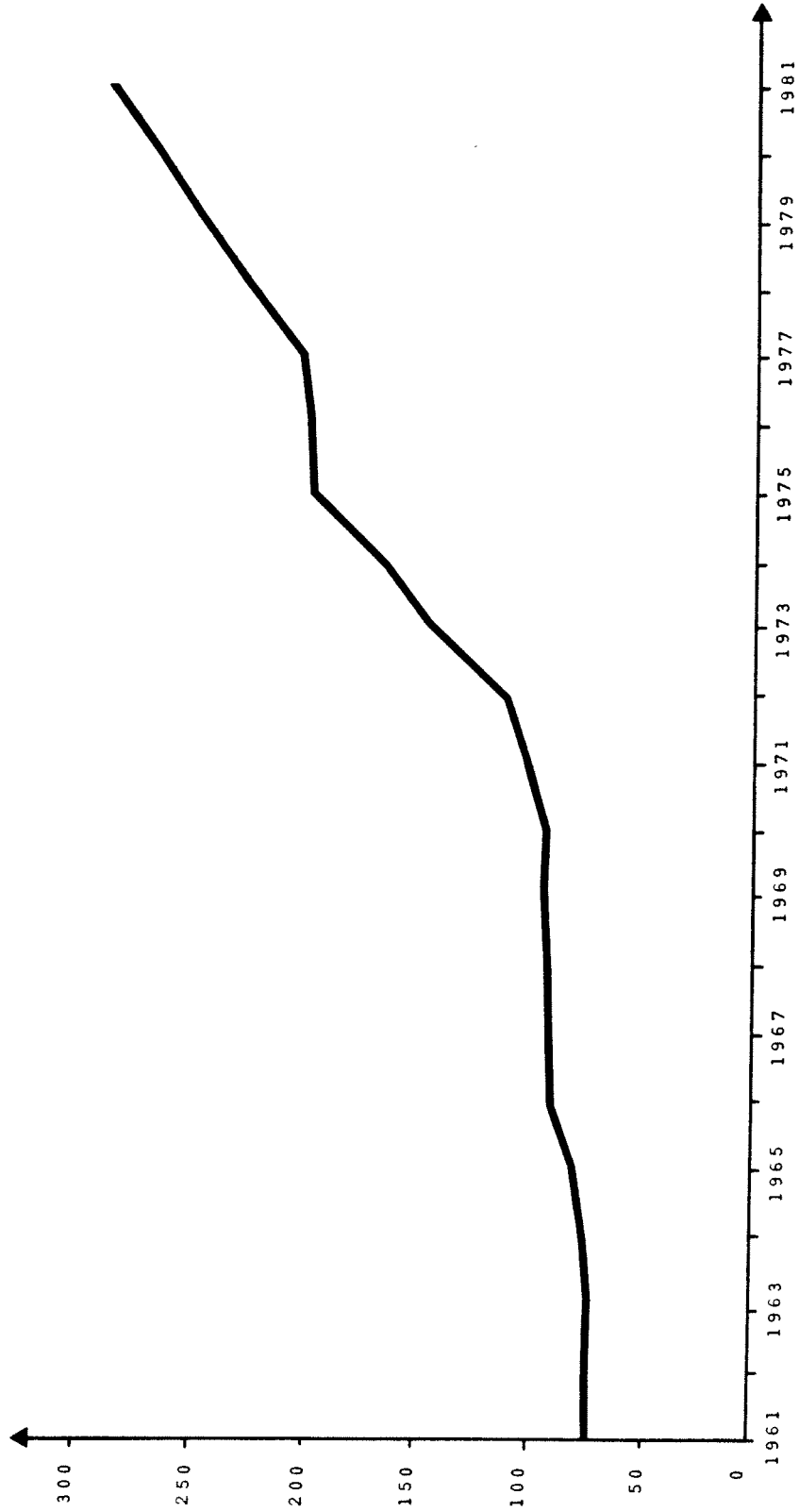
Le graphique 16 indique une élévation plutôt faible de l'indice de la F.B.C.F. de 1961 à 1971. A partir de 1972, les prix ont augmenté à une grande vitesse malgré une certaine fluctuation. C'est une période de raffermissement de l'agriculture québécoise au cours de laquelle d'importants progrès technologiques (quoique non suffisants) ont permis la réalisation de gains de productivité assez notables.

(1) Les indices P.P.A. et des intrants agricoles officiels sont des indices de type Laspeyres.

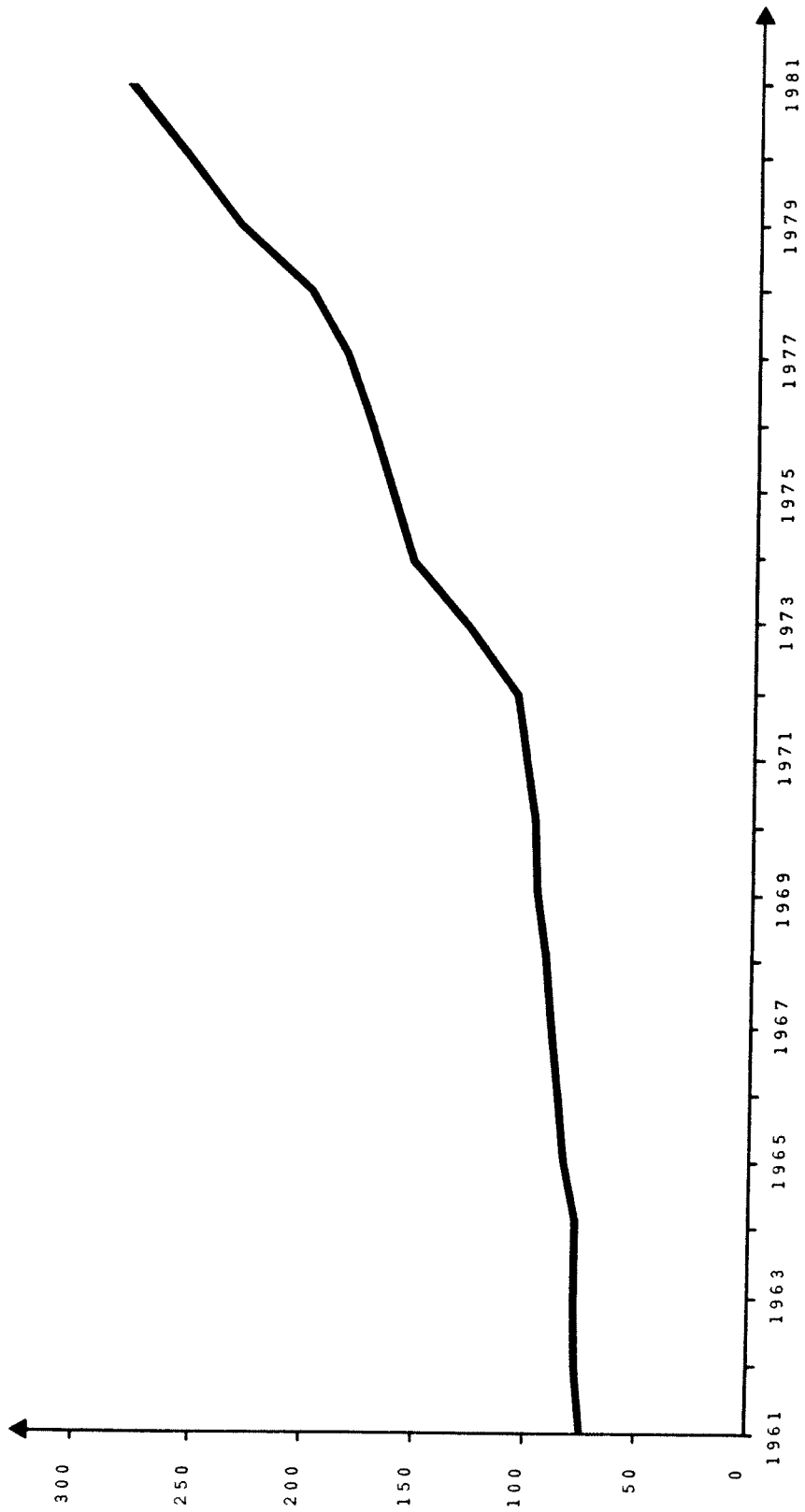
Tableau 18. Indices des prix des produits et des intrants et de la F.B.C.F. agricoles, % de variation, Québec 1961-1981

ANNEE	INDICE DES PRIX(1) P.P.A.	%	INDICE DES PRIX(2) INTRANTS	%	INDICE DES PRIX(3) F.B.C.F.	%
1961	72.1	-	* 73.5	-	70.05	-
1962	72.8	0.97	* 76.0	3.40	71.44	1.98
1963	72.3	-0.69	* 77.7	2.24	73.74	3.22
1964	73.1	1.11	* 78.7	1.28	76.19	3.32
1965	80.7	10.39	* 81.0	2.92	78.46	2.97
1966	90.3	11.90	* 85.9	6.05	82.17	4.73
1967	90.3	0.00	* 89.2	3.84	85.21	3.70
1968	90.8	0.55	* 91.4	2.47	88.41	3.76
1969	94.4	3.96	* 94.2	3.06	93.72	6.01
1970	93.0	-1.48	* 96.6	2.55	95.58	1.98
1971	100.0	7.52	*100.0	3.52	100.00	4.62
1972	111.6	11.60	*105.2	5.20	107.42	7.42
1973	143.4	28.49	*128.6	22.24	116.92	8.84
1974	165.1	15.13	*151.0	17.42	129.80	11.02
1975	187.5	13.57	161.8	7.15	143.80	10.79
1976	188.2	0.37	170.8	5.56	156.90	9.11
1977	190.8	1.38	180.4	5.62	167.93	7.03
1978	223.2	16.98	199.3	10.48	186.59	11.13
1979	244.1	9.36	232.1	16.46	210.58	12.86
1980	254.9	4.42	253.5	9.22	230.24	9.34
1981	286.4	12.35	286.0	12.82	250.10	8.63

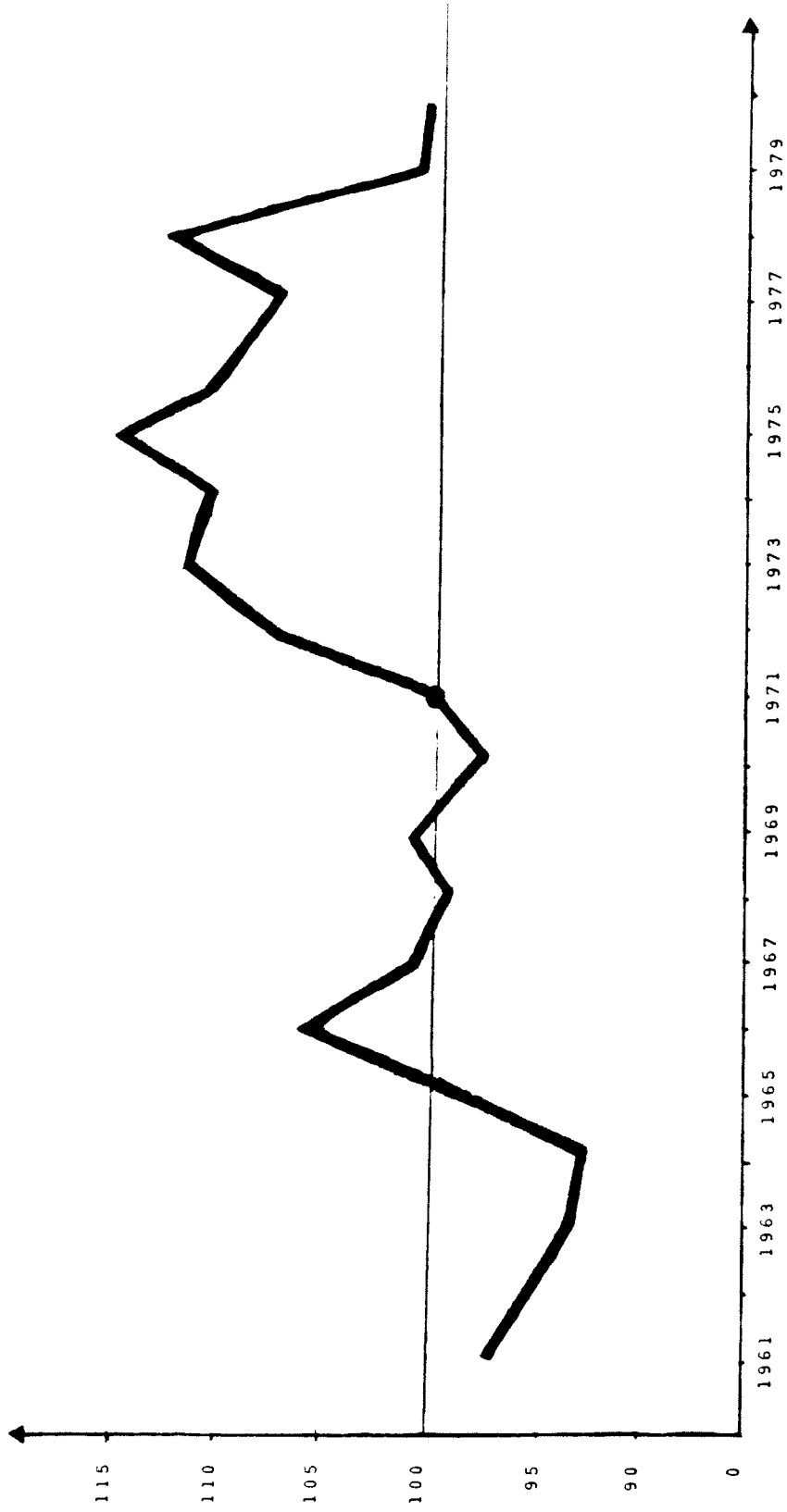
- Sources: (1) Statistique Canada, Nombres-Indices des prix des produits agricoles (62-003).
 (2) S.C., Farm Net Index, Cat. (62-004)*. Les données de 1961-1974 ne sont pas publiées.
 (3) S.C., Flux et stocks de capital fixe, Cat. 13-211 (annuel 1973-1977).



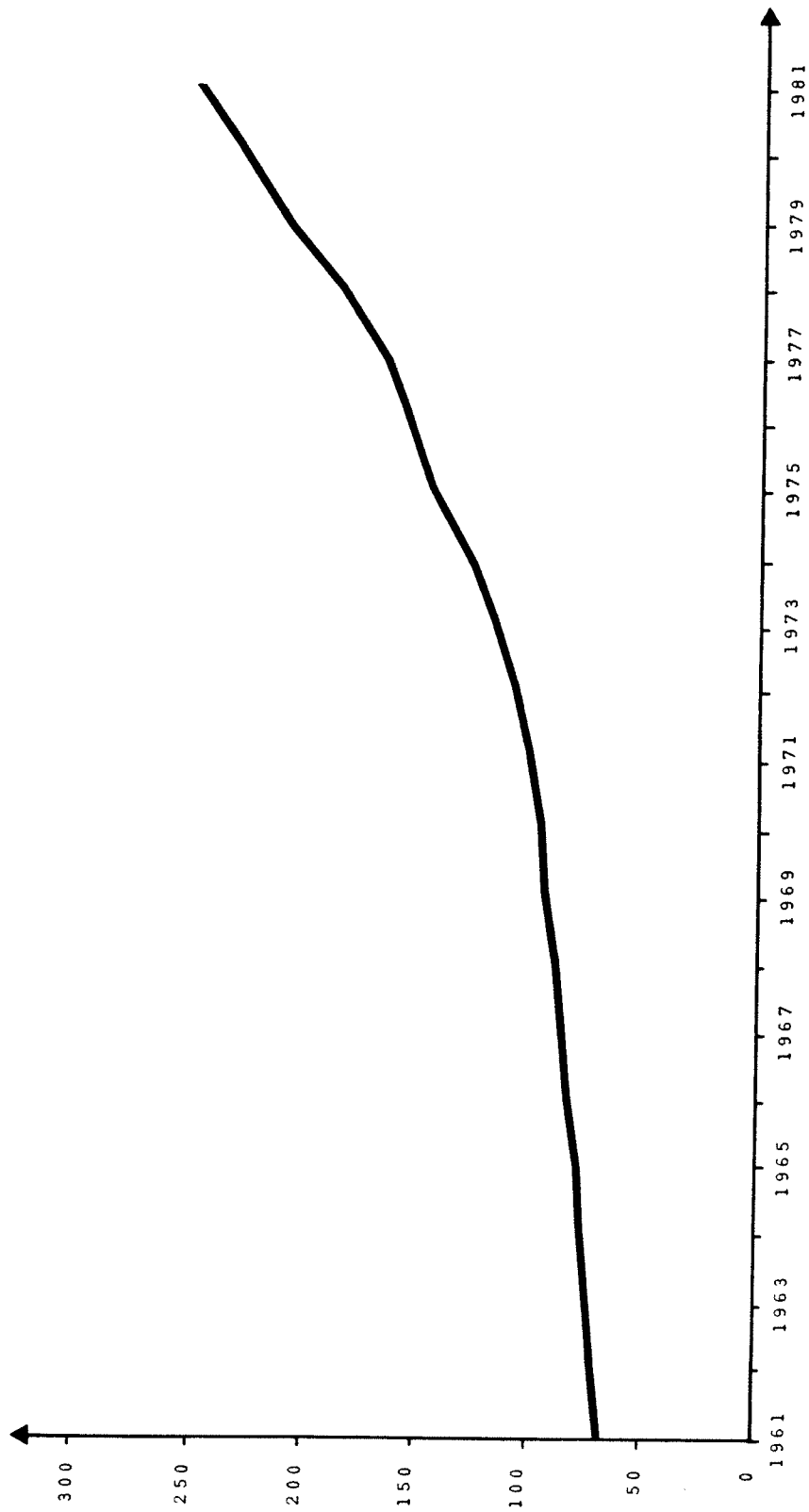
Graphique 13. Evolution de l'indice des prix des produits agricoles. Québec 1961-1981



Graphique 14. Evolution de l'indice des prix des intrants agricoles. Québec 1961-1981



Graphique 15. Evolution des termes de l'échange dans l'agriculture. Québec 1961-1981



Graphique 16. Evolution de l'indice des prix de la F.B.C.F. Québec 1961-1981

CHAPITRE 4

ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Après l'étude de l'évolution des paramètres structurels de l'agriculture québécoise, nous pouvons maintenant aborder celle de la mesure empirique de l'indice de progrès technique communément appelé l'indice géométrique de Solow. Nous analyserons ce processus de désagrégation de la croissance de la productivité du travail en ayant à l'esprit le fait que l'accroissement de la valeur ajoutée par personne employée utilisée dans cette étude ne peut provenir que d'une augmentation dans la croissance du rapport capital/travail ou d'un changement du progrès technique.

4.1 Formulation du modèle

Notre modèle de régression peut être représenté comme il a été dit précédemment:

$$\frac{\dot{A}_i}{A_i} = \frac{\dot{y}}{y} - w_{ki} \frac{\dot{k}}{k_i} \quad (4.1)$$

où l'indice ($i = 1, 2$ et 3) marque les différentes notions de capital à estimer qui, rappelons-le, sont: le stock de capital en machinerie et équipement et en construction, la valeur courante du capital sur les fermes en dollars constants et finalement la formation brute de capital fixe (F.B.C.F.)

\dot{A} : représente les variations du progrès technique;

\dot{Y} : représente l'accroissement de la productivité du travail à travers le temps;

W_{ki} : rémunération du capital.

4.2 Résultats des calculs de la régression pour les différentes sortes de capital

Les indices géométriques annuels de progrès technique dérivant de l'équation (4.1) sont présentés au tableau 19. Un rapide coup d'oeil sur les résultats indique que les différents indices ont suivi un certain cycle - Récession - Expansion - Récession - Expansion. Cet agencement dans l'agriculture reflète bien les contrecoups subis par l'économie québécoise dans son ensemble. La révolution technologique amorcée (dès les années 60 sous le thème de "Révolution Tranquille") est partiellement due à la pénurie de la main-d'oeuvre résultant de l'essor de l'économie qui a pour effet de rendre plus attrayantes les perspectives d'emploi en dehors du secteur agricole; et d'autre part, l'augmentation de la demande des produits des fermes conduit généralement à une hausse de revenu agricole qui, en retour, facilite l'achat d'équipements et de matériels agricoles sur une plus grande échelle.

Les indices de progrès technique pour l'année 1981 ont varié de 0.8945 pour le SMEC, 1,0152 pour la valeur courante du capital sur les fermes (stock incluant bétail, volaille et terre) et 1.7852 pour les dépenses d'investissements. Avec un taux de croissance annuelle de 1.29% de progrès technique, l'agriculture québécoise fait ressortir son organisation assez stable au niveau de la production, etc. Cependant, l'absence

Tableau 19. Indices de progrès technique pour les trois types de capital, Québec 1961-1981

ANNEE	A ₁ *	A ₂ *	A ₃ *
1961	1.0000	1.0000	1.0000
1962	0.9673	0.2455	0.9679
1963	1.0445	1.0413	1.0744
1964	1.0380	1.0429	1.1080
1965	1.0090	1.0167	1.1283
1966	0.8380	0.8650	0.9509
1967	0.8326	0.8772	0.9983
1968	0.7545	0.8253	0.8974
1969	0.7929	0.8784	0.9403
1970	1.1675	1.2915	1.4342
1971	1.2055	1.3349	1.5077
1972	0.7696	0.9290	1.0379
1973	0.8016	0.9536	1.0971
1974	0.6908	0.8815	1.0312
1975	0.5673	0.7659	0.9062
1976	0.4955	0.6801	0.9643
1977	0.5274	0.6835	1.0143
1978	0.6738	0.8089	1.3486
1979	0.6440	0.7549	1.3115
1980	0.9480	1.1057	1.9889
1981	0.8945	1.0152	1.7852

* Note: Les indices de progrès technique dans cette étude ont été calculés comme suit: $A_i(1961) = 1$.

$$A(1962) = A(1961) (1 + \Delta A(1961)/A(1961))$$

$$A(1963) = A(1962) (1 + \Delta A(1962)/A(1962)), \text{ etc.}$$

Sources: Calculés à partir des Colonnes 12, 13 et 14 de l'annexe 5.

des postes tels que bétail et volaille et terre dans le SMEC ne permet pas de tirer des conclusions plus sûres en ce qui concerne les variations de l'indice de progrès technique par rapport à ce type de capital.

L'analyse des résultats pour A_2 (indice de progrès technique pour la V.C.C.C.) montre une progression un peu plus élevée annuellement que pour le SMEC de l'ordre de 1.72%. Il est évident que la performance de la productivité agricole québécoise en a fait un secteur à faible rendement. La forte prédominance d'une production à caractère plutôt intensif⁽¹⁾ ne facilite pas non plus une utilisation plus poussée ou plus rationnelle de la mécanisation mise en place. Mais on ne peut déterminer à coup sûr si la raison de ce résultat en est un de surinvestissement dans certaines régions agricoles au Québec ou de faible revenu attribuable à ce secteur; à ce stade dans l'analyse, on peut seulement affirmer que dans de nombreuses exploitations, le montant total des ressources engagées et leur combinaison ne donnent pas souvent un résultat économique satisfaisant.

Le plus haut taux de croissance annuelle 4.60% va à la F.B.C.F. Il est plus difficile de dégager de cette analyse des conclusions très exactes en ce qui concerne ce troisième type de capital; en effet, les tendances dépendent très étroitement des situations et des politiques nationales.

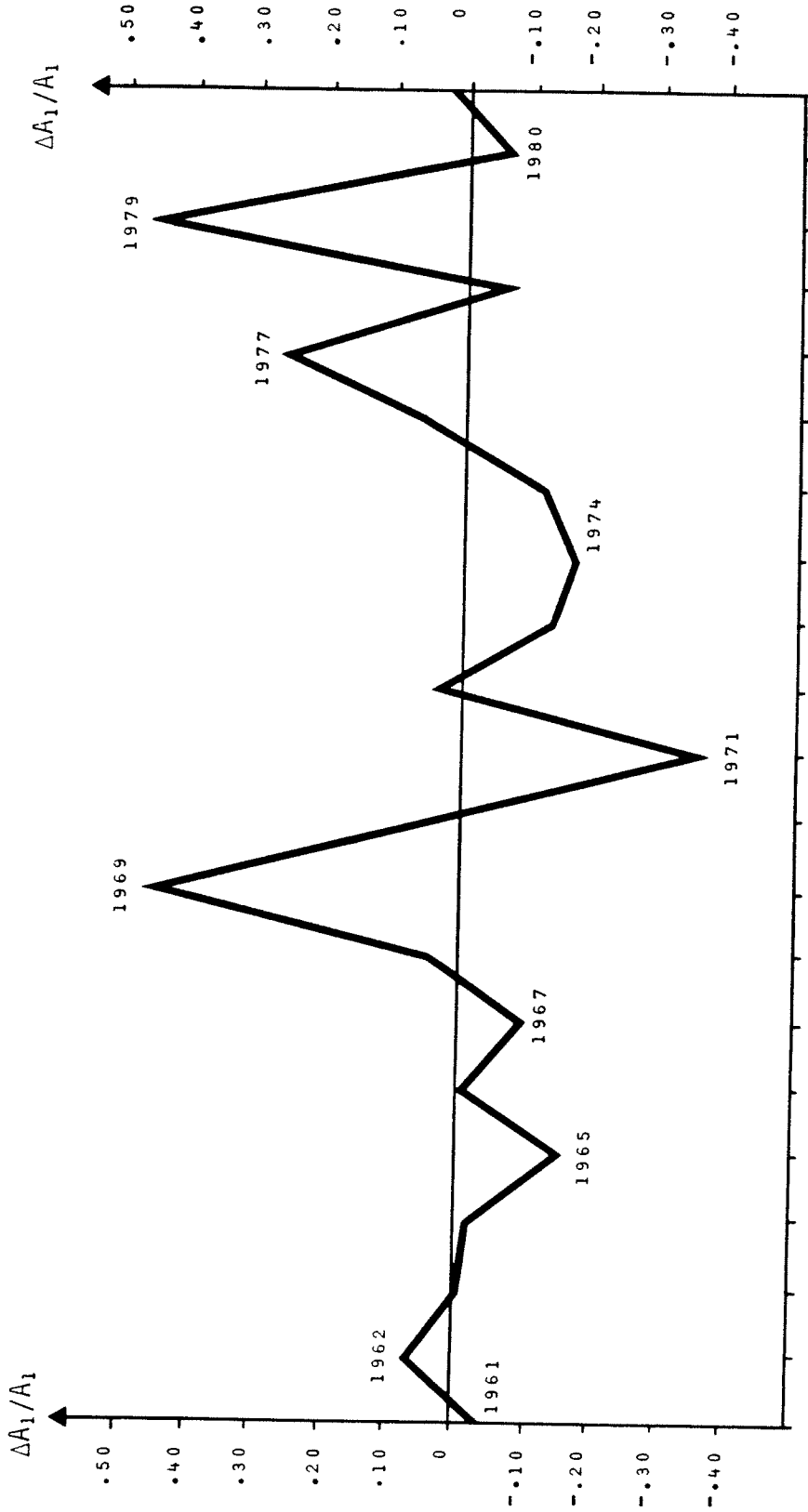
(1) Les expressions "intensif" ou "extensif" sont considérées par rapport aux surfaces de terre cultivées dans le production agricole.

A travers toute la période étudiée, le taux de progrès technique a connu de nombreux changements. Les graphiques 17 illustrent le comportement de la technologie agricole québécoise. Les variations dans les indices de progrès technique ont été sensiblement les mêmes pour les différentes catégories de capital. Depuis 1961, le changement technologique a diminué à plusieurs reprises soit en 1965, 1967 et 1971 pendant la première décennie et une autre période creuse de 1974 à 1980 durant la seconde décennie résultant des récessions économiques (périodes inflationnistes).

Tout au long de ces périodes creuses, l'économie a atteint aussi des sommets comme à toute règle cyclique, avant les contractions et durant le tout début des phases d'expansion. En règle générale, l'instabilité de la valeur ajoutée agricole n'est pas à négliger dans l'instabilité du progrès technique dans ce secteur.

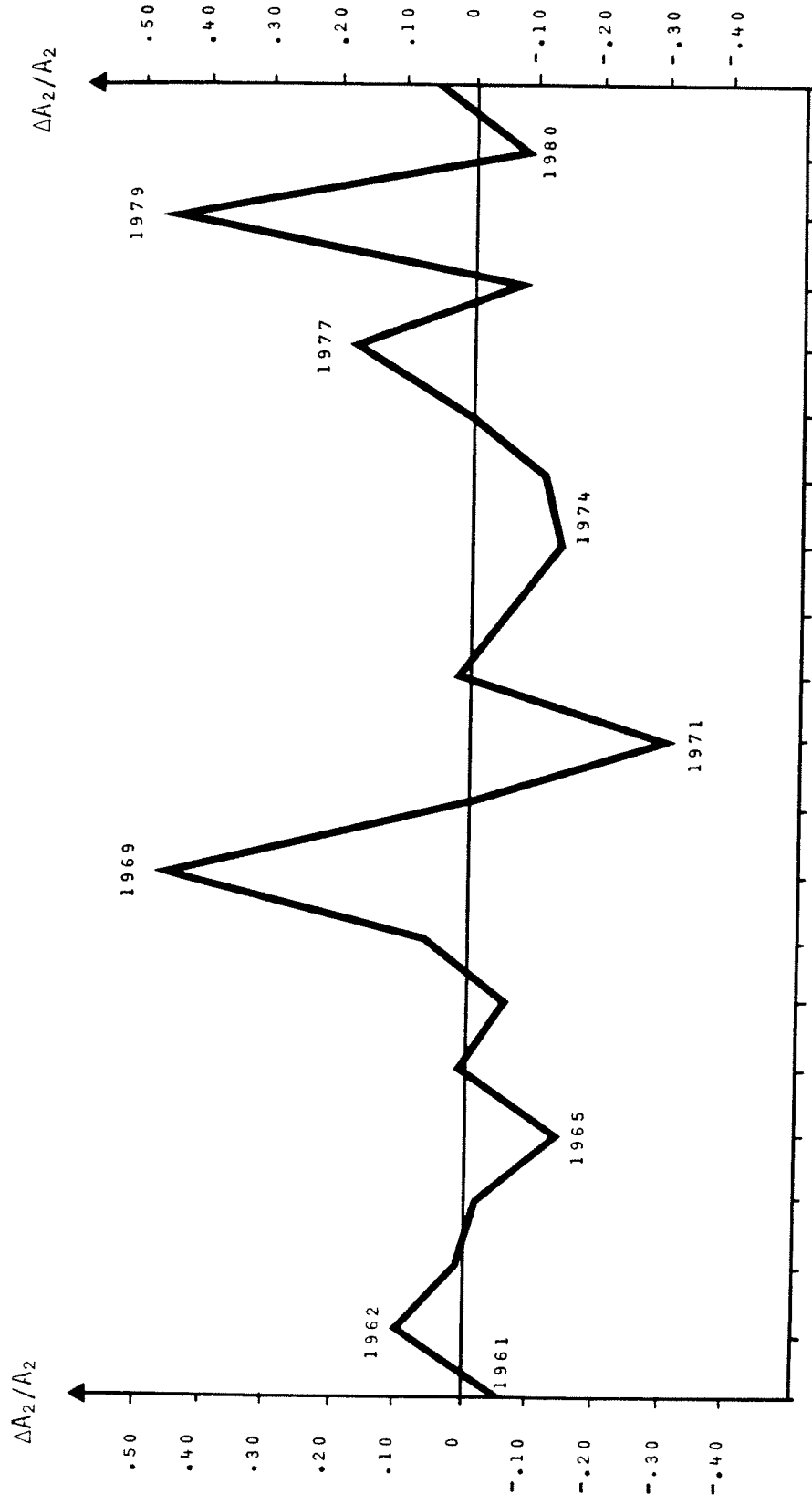
4.3 Composantes de l'augmentation de la productivité du travail agricole

A partir du tableau 19, il est possible de diviser l'augmentation totale de la productivité nette du travail (valeur ajoutée nette par homme employé) en deux parties: d'une part, la variation peut être mesurée par le déplacement de la fonction agrégée résultant du progrès technique et, d'autre part, le reste est dû aux mouvements le long de la fonction de production attribuable à l'augmentation dans l'utilisation du capital par emploi. Le calcul de ces composantes a été fait comme suit:



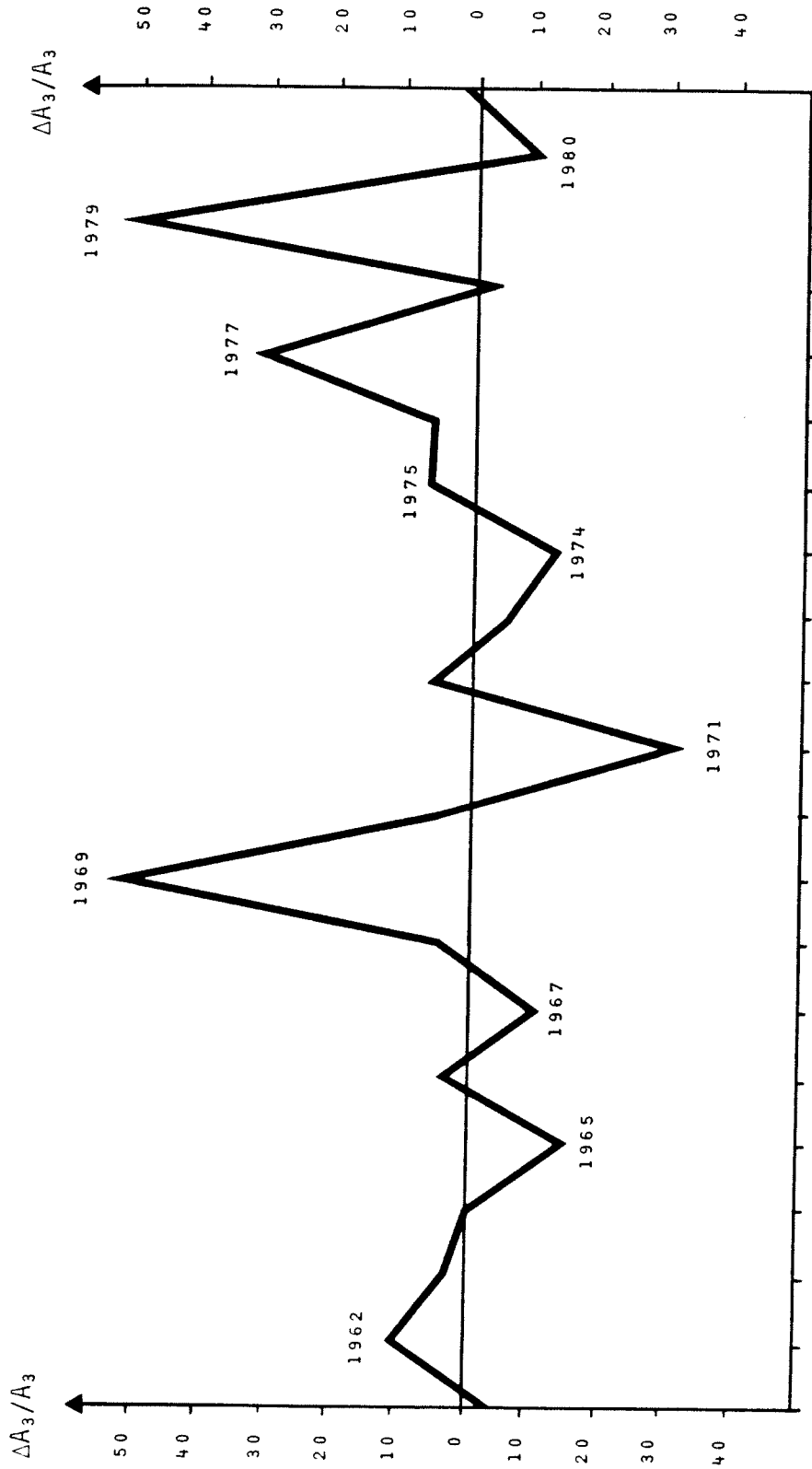
Graphique 17.1 Taux de variations annuelles dans la technologie relatives au SMEC.* Québec 1961-1981

* Sources: Annexe 5, colonne 12.



Graphique 17.2 Taux de variations annuelles dans la technologie relatives à la valeur du capital des fermes* à prix constants. Québec 1961-1981

* Sources: Annexe 5, colonne 13.



Graphique 17.3 Taux de variations annuelles dans la technologie relatives aux dépenses d'immobilisations.* Québec 1961-1981

* Sources: Annexe 5, colonne 14.

a) L'augmentation dans la productivité nette du travail durant la période 1961-1981 $\Delta y = y_{(1981)} - y_{(1961)}$ où y est la productivité nette du travail.

b) Ensuite la productivité nette du travail de 1981 (dernière année de l'étude) a été dégonflée par l'indice de changement technologique, $A_i(1981)$ du tableau en Annexe 5 pour obtenir la productivité nette du travail après déplacement du progrès technique; le surplus de la productivité nette par rapport à l'année initiale représente l'augmentation imputée à l'intensité capitalistique, c'est-à-dire:

$$\Delta y_{ki} = y_{(1981)} / A_i(1981) - y_{(1961)}$$

c) Le reste de l'augmentation est dû au progrès technique, c'est-à-dire en soustrayant de l'unité la contribution de l'intensité capitalistique.

Une telle division dans la productivité du travail en la contribution du capital par personne et celle du progrès technique est attribuable aux hypothèses de variations neutres de la fonction de production et des rendements constants à l'échelle. Sinon les effets de l'augmentation de l'intensité capitalistique auraient reflété des déplacements non neutres et le surplus de la productivité nette du travail par rapport à 1961 proviendrait d'autres sources.

Il émerge du tableau 20 que l'augmentation de la productivité nette du travail agricole québécois a été de 118.24%. L'impact le plus important, cependant, s'est fait sentir au niveau du SMEC avec 122% comme

contribution contre 22% pour la F.B.C.F. Pour sa part, la valeur courante du capital a compté pour 97.24% dans la croissance de cette productivité.

L'apport du progrès technique dans le premier cas a été nul (à cause de son absence totale), 2.76% pour la V.C.C.C. et 77.75% si l'on devait considérer la F.B.C.F. Est-il possible que l'augmentation du capital ait plus que compensé la diminution de la main-d'oeuvre agricole dans le processus de substitution? ou y a-t-il eu surestimation de la quantité de machines par les fermiers (à cause de l'inflation) ou tout simplement un surinvestissement? C'est une question à laquelle nous essayerons de répondre un peu plus loin.

Tableau 20. Pourcentage de la part de l'intensité du capital et du progrès technique dans la croissance de la productivité du travail agricole pour les trois catégories de capital, Québec 1961-1981

	SMEC/L	VCC/L	FBCF/L
Variation en % dans la productivité du travail: ≈ 118.24			
Part en % de l'intensité du capital	121.77	97.24	22.25
Part en % du progrès technique	-	2.76	77.75

CHAPITRE 5

EXAMEN DES HYPOTHESES ET ESTIMATION DE LA PRODUCTIVITE MARGINALE DES RESSOURCES

L'analyse précédente de la croissance de la productivité du travail était basée sur les hypothèses explicites de neutralité du progrès technique au sens hicksien et des rendements constants à l'échelle. Si la première hypothèse est violée, la mesure du progrès technique deviendrait biaisée vers le haut par une influence qui pourrait provenir de l'interaction entre le capital et le changement technologique. Si, par contre, c'est la seconde qui n'est pas respectée, l'estimation du progrès technique serait aussi biaisée: elle le serait vers le haut si les rendements étaient croissants à l'échelle et vers le bas si ces derniers étaient décroissants. De ce point de vue, l'examen de ces deux hypothèses semble être nécessaire. Et pour finir, nous jetterons un coup d'oeil sur le comportement de la productivité marginale des facteurs.

5.1 Elasticité de substitution

Dans notre étude, nous retenons la fonction Cobb-Douglas parce qu'elle est plus commode à manier. C'est la seule fonction qui implique une élasticité de substitution unitaire entre les inputs travail et capital. Ainsi, avant l'examen des hypothèses sur lesquelles porte l'analyse précédente, il est important de vérifier par la méthode empirique

l'évidence de l'hypothèse impliquant le modèle lui-même. Cette hypothèse peut être vérifiée par la régression de la valeur ajoutée par homme sur le revenu réel du travail. Pour faciliter l'ajustement, on va considérer le logarithme des variables. Le modèle de base développé au chapitre 1 s'écrit comme suit:

$$\log Y/L = \log a + b \log w + \log e$$

où Y/L est la valeur ajoutée par emploi qui a été définie précédemment; W représente la rémunération totale par emploi (obtenu selon la méthode de calcul expliquée en Annexe 6) et dégonflé par l'indice de l'output (ayant comme base 1971); b est l'élasticité de substitution entre le travail et le capital; et e est le terme aléatoire; $\log e$ est supposé être normalement et indépendamment distribué avec zéro comme moyenne et une variance courante (ou commune).

Les paramètres estimés de la fonction sont consignés au tableau 21. L'écart-type est inclus entre parenthèses sous les coefficients de régression. La valeur du coefficient de détermination R est présentée en colonne 3 avec la valeur de l'écart-type en colonne 4. Nous observons que le taux de salaire pour toute la période explique à 92% la variation de la productivité du travail.

Tableau 21. ⁽¹⁾ Estimation de l'élasticité de substitution
Québec, 1961-1981

Log a	b	R ²	S
3.5541 (1.3117)	.8019 (.2454)	.9210*	.1868

* Calculé au niveau de 1%.

La valeur de l'élasticité de substitution entre capital et travail, b, n'est pas significativement différente de l'unité au niveau de confiance 1% et 5%. Le résultat du calcul utilisant le test 'T' de Student est donné au tableau 22.

Tableau 22. Résultats des tests de l'hypothèse
de l'élasticité unitaire

Ho: $b_0 = 1$	
$t^{(2)}$	-0.8073

(1) Les données sur le taux de salaire annuel réel sont présentées en annexe 6.

(2) La valeur de t est calculé ainsi: $\hat{b} - b_0/S_b$, où S_b est l'écart-type.

L'élasticité de substitution est utilisée pour mesurer la facilité de substitution ou le degré de sensibilité entre le travail et le capital. On peut la considérer comme la "ressemblance" des facteurs de production d'un point de vue technique. Une valeur assez faible d'élasticité signifierait qu'il serait plus difficile de procéder à cette substitution. Dans notre cas, il semblerait que les fermiers québécois n'auraient pas trop de difficultés dans la substitution de ces inputs.

5.2 Examen de la neutralité du progrès technique

La caractéristique du progrès technique neutre pour Hicks est que le rapport salaire-rente, c'est-à-dire le rapport des productivités marginales, ne varie pas malgré le progrès technique, pour toute valeur donnée du coefficient de capital K . En d'autres termes, un progrès technique neutre-hicksien altère la fonction de production au moment où la productivité marginale du capital par rapport à la productivité marginale du travail (R), par exemple, demeure constante pour chaque valeur du rapport L/K . Si (R) change pour chaque valeur de L/K , le progrès technique n'est pas neutre.⁽¹⁾

En faisant référence à ce test, il importe de calculer l'élasticité de substitution de période en période. Puisque l'élasticité de substitution mesure le changement proportionnel dans les facteurs relatifs de la production par rapport au changement proportionnel dans le taux

(1) J. De Zatarain, "L'élasticité de substitution dans les fonctions de production", 1976, no 4, Ed. Cujas.

marginal de substitution, le progrès technique neutre est vérifié si l'élasticité demeure inchangée à travers les sous-périodes. Pour ce faire, on a divisé la période totale de l'étude en deux sous-périodes 1961-1971 et 1972-1981. Les coefficients estimés des régressions b_1 pour la première période et b_2 pour la seconde sont présentés au tableau 23. Les nombres entre les parenthèses sont les écarts-types des coefficients respectifs.

Tableau 23. Estimation de l'élasticité de substitution au cours des deux sous-périodes 1961-1971 et 1972-1981, Québec

1961-1971	1972-1981
b_1	b_2
.7758	.6382
(.3300)	(.5838)

Sous l'hypothèse nulle d'égalité des coefficients de régression ($b_1 = b_2$) et les hypothèses générales de normalité et d'indépendance, le test de vérification est un "t" statistique.⁽¹⁾ Le résultat de t est présenté au tableau 24.

(1) $t = (b_1 - b_2) / \sqrt{S^2 (1/\sum W_{1j} + 1/\sum W_{2j}^2)}$, où b_1 et W_1^2 sont les coefficients de régression et la somme des erreurs au carré pour W, le taux de salaire pour l'échantillon 1961-1971; similairement pour la sous-période 1972-1981; et S^2 est la variance "commune".

Tableau 24. Test sur l'hypothèse d'égalité des élasticités de substitution entre les deux sous-périodes 1961-1971 et 1972-1981, Québec

Ho: $b_1 = b_2$
t .0738

Note: Pour 17 degrés de liberté, la valeur critique de t est 2.898 à 1% et 2.110 à 5%.

Le résultat du test montre que les élasticités de substitution pour la première période n'était pas significativement différentes de celles de la seconde période. Alors, les déplacements de la fonction de production ne semblent pas s'écarter de la neutralité.

On pourrait tester la neutralité du progrès technique d'une autre façon en vérifiant s'il n'y a aucune relation entre la variation du changement technologique (\dot{A}/A) et le rapport capital/travail. Evidemment, dans ce cas, il faudrait avoir trois régressions étant donné les différents types de capital.

5.3 Examen des rendements constants à l'échelle

Ayant obtenu l'indice du progrès technique expliqué au tableau 19, il est possible de dériver une série de valeur ajoutée nette du changement technique. La série de valeur ajoutée dégonflée est alors fonction du travail et du capital. L'utilisation d'une fonction Cobb-Douglas sans restriction semble à priori la plus convenable du fait qu'elle permet des rendements à l'échelle croissants, constants ou décroissants selon que la somme des exposants est supérieure, égale ou inférieure à l'unité respectivement.

Les résultats statistiques des trois régressions sont présentés au tableau 25. Les écarts-types sont inclus entre parenthèses.

Les valeurs des coefficients de détermination des équations pour les différentes catégories de capital sont 30%, 70% et 17% respectivement. Si l'on considère que le SMEC représentant uniquement le stock en machinerie et équipement et en construction et excluant les composantes bétail et volaille et la terre (postes très importants), sa contribution et celle de la main-d'oeuvre semblent être proportionnelles comparativement à la valeur du coefficient de détermination pour le deuxième type de capital (V.C.C.C.) comprenant la terre, le bétail et les volailles combiné avec la main-d'oeuvre s'élève jusqu'à deux fois plus. Enfin, la formation brute de capital fixe n'a réussi qu'une faible participation de 18%.

La somme des coefficients de régression α et β du travail et du capital vaut 1.5518 pour la F.B.C.F., 2.6819 pour la valeur courante du capital en dollars de 1971 et 2.8244 pour le SMEC. Il est à noter que les

Tableau 25. Résultats des coefficients et autres statistiques*
des trois régressions de la fonction de production estimée
 $\hat{y} = a_j k_i^\alpha L_i^\beta$ après élimination des effets du progrès
technique, Québec 1961-1981

	SMEC	VALEUR COURANTE DU CAPITAL	FORMATION BRUTE DE CAPITAL FIXE
	K_1	K_2	K_3
R^2	.3030	.6960	.1768
S	.2137	.1411	.2322
Log a	-12.9360	-16.4545	-.0461
α	1.2473 (1.5312)	1.6383 (0.2734)	.7105 (.5142)
β	1.5772 (0.5757)	1.0404 (0.1833)	.8413 (.4418)
$\alpha + \beta$	2.8244	2.6819	1.5518
D.W.	1.0516	1.6474	.7200

* On choisit le test de Durbin-Watson pour vérifier l'autorrelation des (on considère ce test comme l'équivalent du ratio Von-Newmann pour un petit échantillon).

$$D.W. = \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{E}_t - \hat{E}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T \hat{E}_t^2}$$

Les valeurs critiques de D.W. sont .89 et 1.27 au niveau de 1% et 1.13 et 1.54 à un seuil de 5%.

$$D.W. = (V.N.) \frac{(N-1)}{N}, \text{ où } V.N. \approx \text{ratio Von-Newmann.}$$

coefficients relatifs aux inputs sont très élevés. Intuitivement, ils semblent refléter des rendements croissants dans l'agriculture québécoise. Statistiquement, cependant, aucune des sommes de coefficients de régression n'a été significativement différente de l'unité au niveau de 1%; mais à 5% d'intervalle de confiance, la valeur courante du capital (à prix constants) et la F.B.C.F. ne respectent pas l'hypothèse de rendements constants. Les résultats sont présentés au tableau 26.⁽¹⁾ L'hypothèse de rendements constants à l'échelle ne semble pas être justifiée. Donc, il y aurait des rendements croissants.

Faut-il alors croire Tweeten lorsqu'il affirme qu'il existe plutôt des rendements croissants en agriculture mais non à l'échelle:

"En effet, lorsque la taille de l'entreprise augmente, le rapport capital/travail et le rapport capital variable sur capital fixe augmentent. Les rendements ne sont pas à l'échelle mais ils sont tout de même croissants. Le coût moyen est par conséquent décroissants.

(1) Sous l'hypothèse nulle de rendements constants à l'échelle et les hypothèses standard de normalité et d'indépendance des erreurs, le test critique est une distribution F avec $(W, N - Z - W)$ degrés de liberté, où N est le nombre d'observations, Z le nombre de paramètres du modèle et W est le nombre de paramètres en surplus dans le modèle sans restriction (dans notre cas, $W = 1$). La valeur de F est calculée comme suit:

$$F = \frac{SSb - SSa}{W} / \frac{SSa}{N - W - Z} \approx (SSb - SSa) (N - Z - 1) / SSa,$$

où SSb est le carré de la somme des erreurs de la fonction sans contrainte qui peut être trouvée au tableau 26 et SSa, celui du modèle restrictif.

Tableau 26. Test de l'hypothèse des rendements constants à l'échelle pour l'estimation de la fonction de production estimée, $\hat{y}/A_i = a_j K_i^M L_i^N$, Québec

	SMEC	VCCC	FBCF
	K_1	K_2	K_3
Modèle sans restriction			
α	1.2472	1.6383	.7105
β	1.5772	1.0404	.8413
Modèle restrictif			
m	.5773	1.3589	.6305
n	.1539	.5550	1.1204
SSa	.8217	.3584	.9705
SSb	.8289	.5199	.6014
Différence (SSb - SSa)	.0072	.1615	-.3691
Degrés de liberté	1/18	1/18	1/18
Valeur de $F^{(1)}$.1577	8.1110	6.8457

(1) Pour 1 et 18 degrés de liberté, les valeurs critiques de F sont 8.29 et 4.41 pour 1% et 5%, respectivement.

Ceci a pour effet de forcer les petites fermes à payer pour les ressources achetées, en particulier la terre, un prix supérieur à sa productivité marginale à cause de la concurrence des grosses fermes. Le travail et le capital seront donc sous-rémunérés sur ces petites fermes. Cependant, ajouta-t-il, on peut se demander si à long terme, il existe des rendements croissants; puisque toutes les fermes auront atteint la taille optimale où les rendements sont constants, par la disparition de petites fermes et par une consolidation des unités à une taille économique optimale, il n'y aura plus de raison au maintien d'une sous-rémunération des ressources à cause de faibles rendements."(1)

5.4 Estimation de la productivité marginale du travail et du capital

Nous pouvons maintenant vérifier dans quelle mesure les inputs des trois équations de base sont utilisés effectivement suivant la présence ou l'absence de progrès technique. Autrement dit, nous sommes intéressés à savoir ce que rapporte une journée de travail à la production ou encore la contribution d'un dollar (\$1.00) dépensé en capital.

Pour ce faire, nous estimerons les productivités marginales (P_m) des facteurs considérés. La productivité marginale est calculée en se servant de la formule de l'élasticité des coefficients en l'absence du changement technologique (m) et (n) et de la productivité moyenne de ces inputs utilisés dans les fonctions choisies. Mathématiquement, on peut écrire:

(1) Tweeten, op. cit.

$$P_{mli} = n_i \frac{Y}{L} \quad \text{et}$$

$$P_{mki} = m_i \frac{Y}{K_i} \quad \text{où } i = 1, 2 \text{ et } 3$$

Les tableaux 27 et 28 présentent les productivités marginales du travail et du capital en l'absence du progrès technique. Les résultats dénotent qu'en l'absence du changement technique, la valeur de la productivité marginale du travail (par rapport au SMEC: P_{mL_1}) a fait très bonne figure si on la compare au taux de salaire annuel; celle du capital du premier type (P_{mK_1}) a diminué constamment depuis 1961. Parallèlement, la productivité marginale du travail (lorsque ce dernier est combiné avec K_2 : P_{mL_2}) excède le taux de salaire réel de 58% en 1981; tandis que celle du capital (V.C.C.C.: P_{mK_2}) a baissé jusqu'à la fin de la décennie 70 pour ne redémarrer qu'au début des années 80. Cette faiblesse apparente des productivités résulte du ralentissement du progrès technique d'une part et d'autre part, de la rapide migration agricole qu'a connu le Québec depuis les années 60.

Les valeurs de la productivité marginale du travail et du capital en présence du changement technologique sont aussi estimées et données aux tableaux 29 et 30. Elles ont été calculées simplement en multipliant P_{mL} et P_{mK} en l'absence du progrès technique par leur A_i correspondant présenté au tableau 18. Un examen de ce tableau démontre que la productivité marginale du travail en présence du progrès technique ($P_{mL_1}^*$) a été plus faible que P_{mL_1} en l'absence du progrès technique au cours des années 1966, 1976 et 1981. Le calcul de $P_{mL_2}^*$ prouve l'utilisation un peu plus

Tableau 27. Productivité marginale du travail en l'absence
du progrès technique pour les années spécifiques(a)

	1961	1966	1971	1976	1981
..... dollars(b)					
PmL ₁	294	314	330	339	658
PmL ₂	1059	1132	1190	1222	2372
PmL ₃ (c)	2138	2285	2402	2466	4789

(a) Basée sur la fonction Cobb-Douglas restrictive.

(b) En dollars de 1971.

(c) Cette productivité marginale a été calculée à titre comparatif mais non analytique.

Tableau 28. Productivité marginale du capital en l'absence
du progrès technique pour les années spécifiques(a)

	1961	1966	1971	1976	1981
..... dollars(b)					
PmK ₁	.1184	.0734	.0594	.0381	.0641
PmK ₂	.1617	.1337	.1317	.0901	.1344
PmK ₃ (c)	1.1736	.7997	.9800	.5008	.8507

(a) Basée sur la fonction Cobb-Douglas restrictive.

(b) En dollars de 1971.

(c) Cette productivité marginale a été calculée à titre comparatif mais non analytique.

Tableau 29. Productivité marginale du travail en présence du progrès technique pour les années spécifiques(a)

	1961	1966	1971	1976	1981
..... dollars(b)					
PmL ₁ *	294	263	398	168	588
PmL ₂ *	1059	979	1598	831	2408
PmL ₃ *(c)	2138	2172	3622	2378	8549

(a) Basée sur la fonction Cobb-Douglas restrictive.

(b) En dollars de 1971.

(c) Calculée à titre comparatif seulement et non analytique.

Tableau 30. Productivité marginale du capital en présence du progrès technique pour les années spécifiques(a)

	1961	1966	1971	1976	1981
..... dollars(b)					
PmK*	.1184	.0615	.0715	.0189	.0573
PmK*	.1617	.1157	.1759	.0613	.1364
PmK*(c)	1.1736	.7605	1.4775	.4829	1.5186

(a) Basée sur la fonction Cobb-Douglas restrictive.

(b) En dollars de 1971.

(c) Calculée à titre comparatif seulement et non analytique.

efficacement de ce facteur dans l'agriculture québécoise. Ceci peut aussi vouloir dire qu'il existe encore des possibilités attrayantes d'emploi dans ce secteur.

En rapport avec la productivité marginale du capital en présence du progrès technique (PmK_1^*) le tableau 30 indique un rendement de 5.7% en 1981 des dépenses d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction. On pourrait conclure cette section en disant qu'une augmentation de ce type d'investissement serait profitable seulement dans le cas d'une accélération du progrès technique. Le second type de capital, soit la valeur courante du capital sur les fermes se défend très bien puisque sa productivité marginale (PmK_2^*) est supérieure au taux d'intérêt de marché (coût marginal), suggérant ainsi qu'il serait plus profitable d'investir dans un de ces postes (cheptel vivant par exemple), poste absent dans le calcul du SMEC.

CHAPITRE 6

QUELQUES EXTENSIONS DU MODELE

Dans ce chapitre, nous allons procéder à l'estimation des modèles qui ont été suggérés à la dernière section du chapitre 1 en vue de la vérification de la dernière hypothèse - examen du taux d'utilisation du capital. Les données utilisées réfèrent au secteur agricole québécois. On a tenu compte d'autres variables telles que l'investissement brut cumulé ($= \Sigma I$) qui est une somme cumulative de l'investissement brut en machinerie et équipement et en construction à prix constants. Une autre variable sera ajoutée, le taux de chômage.

La définition du chômage est étroitement reliée à celle de l'input travail, $u = 1 - LE/LP$; où LE et LP représentent le travail actuel et le travail potentiel, respectivement. Selon Knowles⁽¹⁾, "l'utilisation des séries de chômage national pour un secteur peut être justifiée si le chômage dans ce secteur est un pourcentage constant de l'emploi total, pourvu que ce pourcentage ne soit pas affecté par les fluctuations cycliques dans ce "dit" secteur".

(1) J.W. Knowles, The Potential Economic Growth in the United States, Study Paper No 20, Joint Economic Committee, 86th Cong., 2nd Session, 1960.

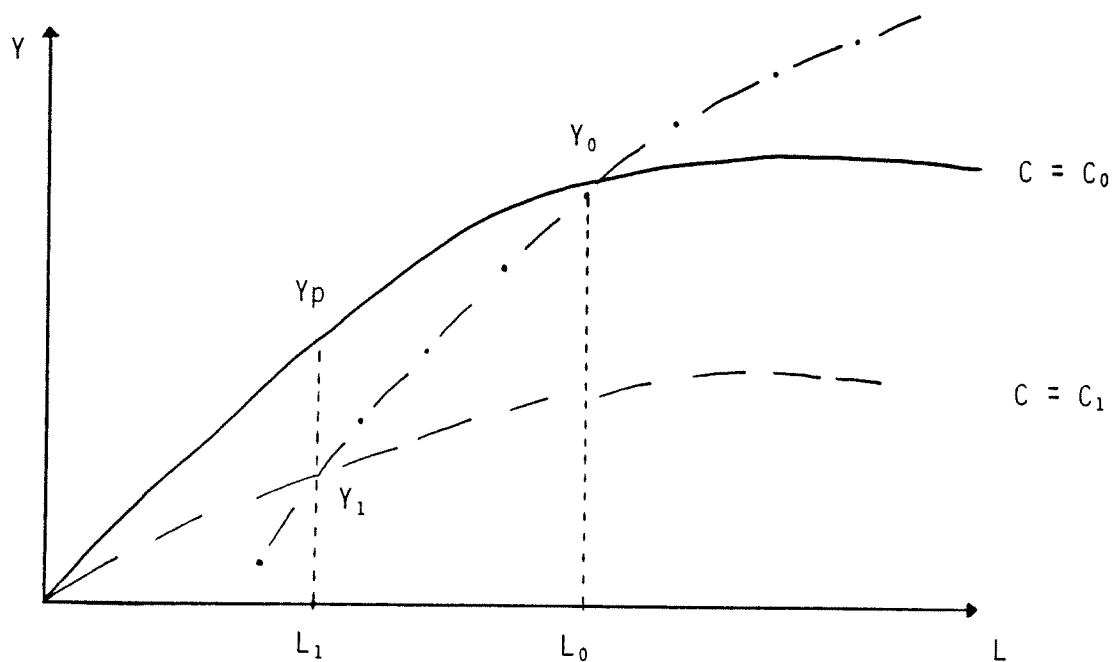
6.1 Le problème du capital inutilisé

L'utilisation d'une estimation du stock de capital dans l'estimation empirique d'une fonction de production implique l'hypothèse que les services du capital sont proportionnels au stock de capital. Une violation significative de cette hypothèse survient quand l'intensité de l'usage du stock de capital varie le long d'un cycle. Il peut être démontré que si une part du stock de capital est immobilisée durant une phase de récession, une omission de cela biaiserait vers le bas le coefficient du capital estimé.

Afin de trouver une méthode utile de mesure du capital inutilisé, il semble important de rechercher les conditions sous lesquelles le capital immobilisé devrait être attendu. Les hypothèses telles que: - a) le capital et le travail peuvent être substitués ou que le capital et le travail peuvent être utilisés dans différentes proportions: b) le travail est un facteur variable pendant que le capital est fixe à court terme; c) la dépréciation est fonction du temps - sont fréquemment utilisées dans les modèles de production. Si ces hypothèses sont maintenues, il est impossible d'expliquer l'existence du capital inutilisé. Une solution, selon Johansen⁽¹⁾, serait de nier l'existence de la première hypothèse dans le court terme. Les substitutions du travail et du capital peuvent encore prendre place à travers de nouveaux investissements mais il n'y a pas de substitution possible entre le travail et le capital existant.

(1) L. Johansen, Substitution Versus Fixed Production coefficients in the Theory of Economic Growth: A Synthesis, Econometrica, XXVII (April, 1959), 157.

Ceci revient à dire que par hypothèse chaque type de machinerie peut être opéré seulement par un volume fixe de travail. Une hypothèse moins restrictive qui aura un effet similaire sur la production est de supposer que chaque unité d'équipement peut être opérée par différentes quantités de travailleurs, mais avec une différence dans les possibilités de substitution à court terme et dans le long terme. Supposons que $OY_p Y_0$ dans le graphique 18 représente la fonction de production à long terme pour un montant donné de stock de capital C_0 . Supposons aussi que l'économie se trouve sur un équilibre de long terme avec l'input travail L_0 et l'output Y_0 . Maintenant, supposons que le chômage réduit le travail à L_1 . A court terme, l'output tombera de $Y_1 < Y_p$ à cause des possibilités limitées de substitution. Y_1 est sur la fonction de production de court terme $Y_1 Y_0$. Si les ajustements de long terme étaient permis le même montant d'output pourrait être produit avec la même quantité de



Graphique 18. La fonction de production à court et long terme

travail mais un plus petit montant de capital (disons C_1). Le ratio $(C_0 - C_1)/C_0$ peut être défini comme l'excédent de capacité. L'excédent de capacité sera égal au capital inutilisé si l'hypothèse restrictive d'un coefficient de capital-travail fixe tient dans chaque cas et sera plus élevé que le capital inutilisé si aucune substitution entre travail et capital n'est permise. Aussi longtemps que l'estimation de la fonction de production est concernée, les effets du capital inutilisé et de l'excédent de capacité seront les mêmes. Afin d'estimer la fonction de production de long terme, il est nécessaire d'avoir une mesure du capital effectif dans la production. Malheureusement, une telle estimation n'est pas disponible.

Suivant l'argument précédent, le capital effectif peut être vu comme une fonction du stock de capital et du taux de chômage, d'où l'addition d'une variable chômage dans l'estimation de la fonction de production.

Plusieurs études ont adopté une approche similaire avec différentes justifications. Solow⁽¹⁾ a avancé que le rapport capital effectif et capital potentiel était égal au ratio du travail effectif (emploi observé) sur le travail potentiel; ou en utilisant notre notation $CE = LE/LP C_p$. Cette hypothèse implique que le volume du capital est le même pour chaque travailleur employé et est égal au rapport capital potentiel sur travail potentiel. C'est une hypothèse très restrictive. Une autre explication du modèle est qu'il suppose que le plein emploi du

(1) R.M. Solow, Cf. *Technical Change*, op. cit., p. 312.

travail potentiel est une condition nécessaire à la pleine utilisation du stock de capital, ou que le taux d'utilisation du capital est toujours fonction de la population active. Cette dernière hypothèse est essentielle pour tous les modèles qui essaient de mettre en évidence le capital inutilisé à travers le sous-emploi.

Knowles⁽¹⁾ et Solow⁽²⁾ ont introduit le concept de fonction de production potentielle, c'est-à-dire une fonction de production qui est dépendante du travail potentiel et du capital potentiel. L'output observé est vu comme une fonction de l'output potentiel et du taux de chômage:

$$Y_a = f(L_p, C_p, U) \quad (6.1)$$

où

$$u = 1 - \frac{LE}{LP}$$

Dans son étude, Solow restreint l'équation (6.1) en supposant que la fonction du chômage est multiplicative.

$$Y = f(L_p, C_p) g(u) \quad (6.2)$$

Il définit alors

$$\log [g(u)] = a + bu + Cu^2 \quad (6.3)$$

L'introduction du concept de fonction de production potentielle est justifiée par l'existence du capital inutilisé. Dès lors $G(u)$ peut

(1) Knowles, op. cit.

(2) Cf. R.M. Solow, Technical Progress, capital... p. 76.

être interprété comme ramenant le stock de capital potentiel au niveau du stock de capital effectivement utilisé. Il nous semble, alors, que la méthode appropriée de sélection d'une telle fonction existera en faisant quelques hypothèses au sujet du comportement du capital inutilisé durant les fluctuations cycliques. Ceci peut être fait en écartant le concept d'estimation d'une fonction de production potentielle et en y remplaçant une estimation du capital observé, laquelle sera estimée simultanément avec la fonction de production. Nous supposons que le capital effectif est une fonction du capital potentiel et du chômage, d'où:

$$C_e = h(C_p, u) \quad (6.4)$$

On introduit C_e comme variable dans la fonction de production Cobb-Douglas. Les hypothèses nécessaires pour ce modèle sont que le capital potentiel est donné et que l'excédent de capacité est uniquement lié au taux de chômage.

L'excédent de capacité est supposé être lié positivement au chômage. Considérons le cas d'une économie à un seul bien produit par différentes méthodes de production qui utilisent un facteur fixe, le capital, et un facteur variable, le travail. La théorie économique prédit que, dans le cas de contraction de la production, la contraction sera plus grande relativement dans l'équipement utilisant les méthodes de production intensives en travail. En même temps, il sera plus payant d'opérer la machinerie intensive en capital et réduisant ainsi les prix aussi longtemps qu'il existe une quasi-rente. Cet argument pourrait s'étendre au processus à l'intérieur duquel l'équipement serait utilisé

plutôt que de laisser le capital inactif. Cette analyse conduit à l'hypothèse que le capital inutilisé augmente à un taux croissant quand le chômage s'élève. D'une manière alternative, les dérivés de l'équation (6.4) démontrent que,

$$\frac{\partial Ce}{\partial u} < 0 \text{ et } \frac{\partial^2 Ce}{\partial u^2} < 0 \quad (6.5)$$

une condition suffisante quoique non nécessaire pour que cette hypothèse tienne dans une économie à industries multiples est que la contraction de la production avec chaque industrie sera une fonction linéaire du taux de chômage. Dans la sélection des fonctions explicites de l'équation (6.4), on suppose que le capital effectif égale le capital potentiel dans le cas où le chômage est nul. Notons que ceci n'est pas une hypothèse restrictive mais plutôt une définition puisque le taux de chômage dans cette étude est défini comme du travail potentiel moins l'emploi observé divisé par le travail potentiel.

6.2 Estimation empirique des modèles agrégés

Afin de vérifier de nouveau la dernière hypothèse de cette étude, nous avons estimé deux types de fonctions de production pour chacune des catégories de capital (SMEC ET VCCC) incluant une variable de chômage.

$$Y = Ab^t La^{1-\alpha} K_{pj} (1-u)^d \quad (6.6)$$

$$Y = Ab^t La^{1-\alpha} K_{pj}^\alpha 10^{(a \sum_{i=1}^{t-1} I_i)} + cu + du^2 \quad (6.7)$$

Les résultats de ces deux régressions sont présentés au tableau 31. Les élasticités d'output par rapport au capital sont positives pour les régressions 6.8 a et 6.8 b; les coefficients de D.W. sont de 1.8053 et 1.7643 pour ces deux régressions réciproquement. Les équations 6.9 a et 6.9 b ont été introduites afin de tester l'hypothèse que l'investissement cumulé puisse être une meilleure approximation du progrès technique, ou alternativement que le temps et l'investissement affectent le changement dans la technologie. Présentement, nous avons utilisé l'investissement cumulé avec un retard d'une année, particulièrement pour éviter le problème de multicollinéarité avec la variable capital. Malgré les valeurs des coefficients de D.W. 2.0095 et 2.0182 pour les régressions 6.9 a et 6.9 b, les coefficients de l'output par rapport au capital ont un mauvais signe et sont inférieurs en valeur absolue à ceux des régressions 6.8 a et 6.8 b respectivement. L'effet de l'investissement cumulatif retardé n'est pas significativement différent de zéro.

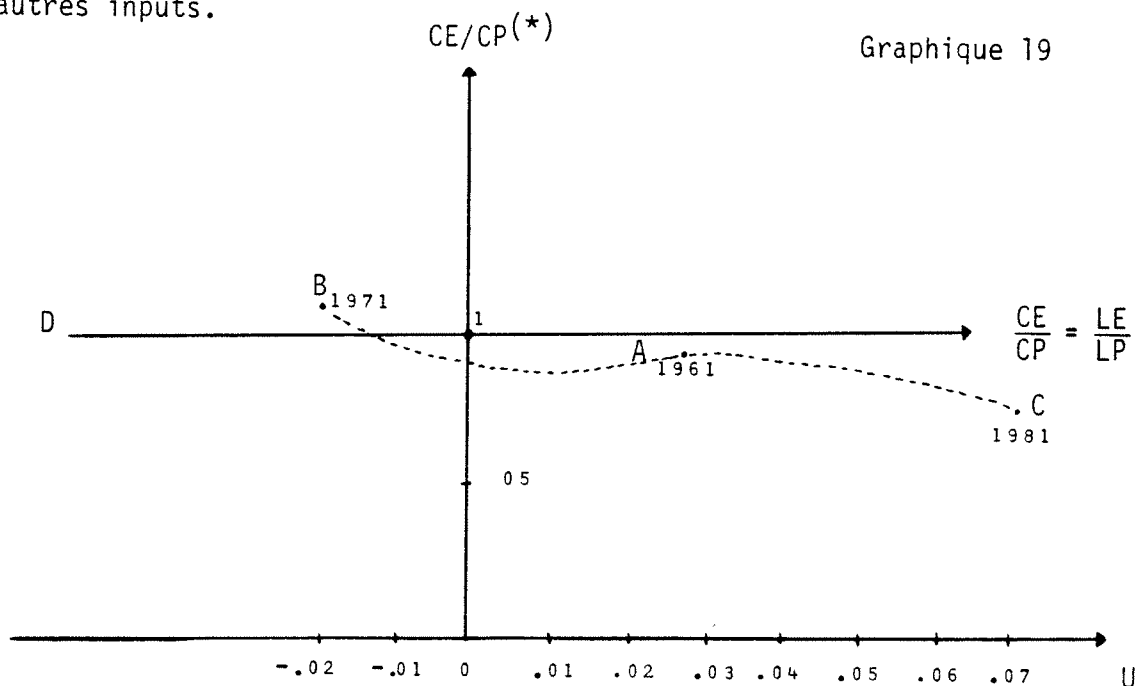
Tableau 31. Fonctions de production mesurant l'excédent de capacité régression de $\log(Y/L)$ sur les variables suivantes

REG. NO	LOG K/L	t	ΣI	U	U ²	LOG (1-u)	R ²
6.8(a)	.3018 (.1604)	4.7258 (1.5789)				-3.6102 (1.8509)	.9387
6.8(b)	.6187 (.2486)	1.5030 (2.4881)				-1.7791 (2.1109)	.9489
6.9(a)	-.2063 (.1458)	7.9471 (1.0057)	.00002 -	-.7945 (1.8383)	19.6655 (43.8193)		.8527
6.9(b)	-.3156 (.2825)		.00002 -	-.0964 (1.9286)	22.6352 (44.7366)		.8400

(a) Capital de premier type (SMEC) en dollars de 1971.

(b) Capital de second type (VCCC) en dollard de 1971.

La fonction $h(u)$ dans les équations 6.8 a et 6.8 b confirme la condition $\partial^2 CE / \partial u^2$. L'allure de la courbe de l'équation 6.9 a dessinée au graphique 19 peut indiquer que la capacité du SMEC existant est en excédent par rapport à la force de travail disponible. Nous pouvons déduire que $u > -.7945$ pour toutes les trois périodes considérées signifierait que le capital était opéré au début des années 80 à gauche de L_0 du graphique 18. Somme toute, la fonction $h(u)$ a été introduite afin de permettre la mesure de l'excédent de capacité; néanmoins, il est nécessaire d'indiquer que les paramètres de cette "dite" fonction sont influencés par d'autres facteurs dans la fonction de production et ne sont pas indépendants des fluctuations cycliques. De tels facteurs peuvent être par exemple, les fluctuations dans le taux de progrès technique et dans la qualité des autres inputs.



* Note

Le rapport capital effectif sur capital potentiel est une fonction du taux de chômage. La droite D a une pente nulle. Quand le taux de chômage (U) est nul, $\frac{CE}{CP} = \frac{LE}{LP} = 1$, puisque $u = 1 - \frac{LE}{LP}$.

A la lumière de tous ces faits qu'on vient d'analyser, une question cruciale vient à l'esprit. Pour suppléer au manque de progrès dans la technologie, les fermiers ont-ils raison d'investir toujours plus ou de s'endetter comme ils le font ou en d'autres termes, l'investissement peut-il faire pousser ou croître "l'arbre du progrès technique"?

6.3 Fonction de technologie, utilisation de méthode de premières différences

Afin de répondre à la question posée dans la section précédente, nous avons essayé d'estimer des modèles plus sophistiqués dans lesquels le progrès technique était une fonction de l'investissement retardé. L'utilisation des méthodes de premières différences semblait nécessaire. Le modèle de base est,

$$\Delta \log \frac{Y}{L} = a + \alpha \Delta \log \frac{K_i}{L} + d \Delta u + m \Delta u^2 \quad (6.12)$$

auquel on ajoute une variable investissement,

$$\Delta \log \frac{Y}{L} = a + \alpha \Delta \log \frac{K_i}{L} + d \Delta u + m \Delta u^2 + b(.2) \sum_{j=t-5}^{t-1} I_j^{(1)} \quad (6.13)$$

On a estimé pour chacune des équations deux régressions soit pour le SMEC et la valeur courante du capital sur les fermes et les résultats sont présentés au tableau 32.

(1) $(1 - \beta) = .2$, où $\beta = .6$ à $.8$, "Méthode de pondération", Voir M. Friedman, A Theory of the Consumption Function (Princeton, NBER, 1957), p. 145.

Tableau 32. Fonctions de production de premières différences
régressions de $\Delta \text{Log (K/L)}$ sur les variables suivantes

REG. NO	$\Delta \text{ Log K/L}$	Δu	Δu^2	$f(I)^*$	R^2
6.14(a)	.5737 (.6480)	4.2376 (3.9656)	-8.5995 (45.1584)		.1993
6.14(b)	1.6073 (.6642)	-.1855 (3.9639)	2.6581 (38.1922)		.3851
6.15(a)	1.2641 (.7827)	.5196 (4.5907)	15.0690 (46.4917)	.0006 -	.2999
6.15(b)	1.8431 (.6679)	-2.2721 (4.1380)	10.2225 (37.5366)	.0004 -	.4549

Note:

* Dans les régressions 6.15(a) et 6.15(b) $f(I) = (.2) \sum_{j=t-5}^{t-1} I_j$

(a) Capital du premier type (SMEC) en dollars constants.

(b) Capital du second type (VCCC) à prix constants.

Les coefficients de K/L sont de signe attendu. Ils se comportent approximativement de la même façon que ceux des régression des tableaux 25 et 26 respectivement. Les coefficients de l'investissement sont de bon signe quoique non significatifs. Leur introduction dans les régressions 6.15 a et 6.15 b tend à augmenter les coefficients de l'intensité capitaliste et la valeur du coefficient de détermination s'est élevée quelque peu. Pour toutes les équations, exception faite de certaines valeurs, les coefficients relatifs au chômage sont positifs, donc, il

est impossible de trouver une relation significative entre les variations de la productivité du travail agricole et le chômage par cette méthode de régression.

Le résultat frappant de ce chapitre est l'extrême sensibilité des paramètres estimés aux changements dans les définitions des variables et des méthodes d'approche utilisées dans les fonctions de production. Si les différences résultantes sont petites, il est possible de les ignorer. Mais dans le cas où elles sont considérables et significatives, une question importante se pose, quelles sont les variables "exactes" qui aideraient à bien cerner les problèmes relatifs à la réalité de l'agriculture québécoise?

Tenant compte des réserves au sujet de la fiabilité des résultats adjacents à ce chapitre, il est clair que ces derniers ne fournissent aucun support à la question que surinvestir peut remplacer une faiblesse au niveau du progrès technique s'il n'y a pas préalablement une rationalisation de l'investissement, une formation adéquate des fermiers et des recherches plus poussées, etc.

CHAPITRE 7

IMPLICATIONS

Dans ce chapitre, nous présenterons les conclusions se rapportant aux implications de nos résultats pour la politique agricole québécoise mais auparavant jetons un coup d'oeil sur les implications des résultats au niveau empirique.

7.1 Implications des résultats empiriques

Jusqu'ici, le progrès technique dans l'agriculture québécoise a été mesuré; et les hypothèses, sur lesquelles les mesures du changement technologique étaient basées ont été vérifiées. Comme les résultats l'indiquent, le Québec agricole a connu un faible taux de progrès durant les deux décennies. Ces résultats ont des implications pour l'allocation des ressources, les prix et revenus agricoles et la distribution du Revenu.

7.1.1 Implications au niveau des ressources

Le progrès technique permet la substitution de connaissances aux ressources. La faiblesse continue dans le flux de nouvelles connaissances dans l'agriculture québécoise a atteint des proportions telles que l'augmentation dans la valeur ajoutée des fermes est due en grande

partie à une majoration substantielle de l'input capital étant donné le déclin du facteur variable, le travail. De ce fait, la part de l'intensité capitaliste dans la productivité du travail compense la perte en progrès technique. Au dire de R. Solow⁽¹⁾, "la formation brute de capital n'est pas la seule source de croissance de la productivité. L'investissement est donc une condition nécessaire mais non suffisante". Les activités telles que la recherche, l'éducation, etc. sont à considérer. Rappelons que l'apport quantitatif et qualitatif de ces postes n'a pas été considéré dans cette étude.⁽²⁾

Du côté du travail, il est évident que l'exode rural a joué un rôle positif du côté de la productivité du travail. L'augmentation dans le taux de substitution du capital pour le travail a été aussi un facteur déterminant dans le déclin de la main-d'oeuvre agricole en termes absolu et relatif à l'emploi non-agricole.

7.1.2 Implications au niveau des prix et recettes agricoles

L'innovation à des coûts très bas a pour résultat d'augmenter l'output. Avec une demande inélastique face aux prix pour les produits agricoles, les innovations augmentant la production auront pour effet de baisser les prix des produits agricoles et réduisant ainsi les revenus agricoles. Comme Gruen⁽³⁾ soulignait: "les producteurs obtiennent moins

(1) Cf. R.M. Solow, "Technical, Progress, Capital...", p. 86.

(2) H. Benyahia, op. cit.

(3) F.H. Gruen, "Agriculture and Technical Change", Journal of Farm Economics, Vol. 43, No 4, November 1961, p. 838.

pour produire plus. ... Une demande inélastique peut ne pas être seulement une condition nécessaire mais une condition suffisante pour un déclin certain dans les recettes des fermiers. En d'autres termes même si l'élasticité de l'offre est supérieure à l'unité, une demande inélastique peut encore conduire à des revenus plus faibles après le progrès technique qu'avant". Quand le changement technologique fait face à une demande inélastique dans une région, la part optimale des ressources tend à diminuer au profit des autres secteurs de l'économie. Ceci a pour effet de créer une disparité dans la rémunération des ressources. L'équilibre sera alors établi par un transfert de ressources entre les secteurs. Il pourrait même ne pas se produire si la productivité agricole augmentait moins vite que la demande agricole.

7.1.3 Implications au niveau de la distribution du revenu

Kendrick⁽¹⁾ dans sa discussion des effets du progrès technique sur la distribution du revenu, souligne que "... le changement technique augmente la demande relative pour le personnel qualifié et professionnel pendant que sa contribution au revenu réel a fait progresser les investissements dans l'éducation entraînant ainsi une force de travail hautement qualifiée. L'éducation contribue pour ainsi dire à une dispersion plus étroite du salaire et des taux de salaire. Elle est une importante force dans la réduction de la disparité salariale.

(1) J.W. Kendrick, Technological Change and Economic Progress, Journal of Farm Economics, Vol. 46, No 5, December 1964, p. 1072.

Enfin, les progrès techniques amènent de bas prix dans l'agriculture. Puisque l'élasticité-revenu de la demande pour les produits agricoles dans la catégorie de bas revenu est plus grande que dans le groupe de haut revenu, le premier gagne beaucoup plus que le second à travers le progrès technique. Ceci aussi a contribué à équilibrer la distribution du revenu.

7.1.4 Progrès technique et croissance de productivité

Il est communément établi chez les spécialistes de la croissance économique et de la productivité que les progrès techniques contribuent largement à la croissance de la productivité. Par ailleurs, les gains de productivité permettent de déplacer la courbe d'offre. L'amélioration de la productivité se solde par une détérioration sérieuse de la situation du producteur pour les mêmes raisons citées ci-haut.⁽¹⁾

La chose se présenterait sous un autre angle, là où l'Etat garantit le débouché et fixe un prix d'achat politique (politique laitière au Québec, par exemple) trop souvent fondé sur le prix de revient des producteurs marginaux. Dans ce cas, les gains de productivité sont bénéfiques pour beaucoup d'entre eux: ils ne sont pas moins ruineux pour la collectivité. Le gain particulier masque le coût global. Un problème survient assez souvent et débouche directement sur l'accumulation des excédents et renforce le cycle infernal: subventions - surproductions - subventions.⁽²⁾

(1) F. Schaller, La notion de productivité, Genève, Paris, 1975, p. 77.

(2) R. Fernando et F. Schaller, Productivité et élevage in "Economie et médecine animale", Paris, septembre-octobre 1970, No 5, p. 246.

La critique du professeur Fernando ne se limite pas à cet aspect du problème. Pour ce dernier, "la productivité ne se conçoit qu'en accord avec les débouchés, c'est-à-dire en fonction de la rentabilité... on ne doit produire que ce que l'on peut vendre". L'économie commande que l'adoption d'un progrès technique soit subordonnée au maintien de l'équilibre entre l'offre et la demande. Ainsi, toute innovation ayant pour effet d'accroître la productivité du travail sans augmentation du coût total devrait s'accompagner en agriculture d'une réduction appliquée de l'offre globale.

La "productivité est fille du progrès technique" a déclaré le professeur Fernando. Il n'est pas question, évidemment, de reporter sur celui-ci la condamnation de celle-là. Nombreux sont ceux qui se sont crus en devoir soit de faire le procès du progrès, soit plus modérément, de mettre l'humanité en garde contre ses conséquences.

Comme l'écrit Dupréel: "Tout progrès a pour effet de mettre fin à un certain critique et d'en susciter un autre"⁽¹⁾, il est bien légitime que certains se demandent s'il est bien nécessaire de s'engager dans cette voie.

On voit ce que peuvent avoir non pas d'erronné certes mais d'approximatif, les théories tendant à ramener la productivité au progrès technique. Le progrès technique ne vaut que dans la mesure où il est adopté et cette adoption est fonction d'une série d'éléments qui, eux,

(1) E. Dupréel, "Sociologie générale", Presses Universitaires de France, Paris, 1948.

n'ont rien de technique. Ainsi, par exemple, lorsque J. Fourastié⁽¹⁾ écrit: "la productivité est une mesure du progrès technique", l'on ne peut évidemment taxer d'inexactitude mais il eut été aussi exact de dire que tout progrès technique engendrant une "crise de mutation" ne peut être surmonté que s'il se double d'un progrès social.

On a reproché aussi à la technologie sa démesure, son "hubris" interne. Cependant, comme le fait remarquer fort bien Emmanuel Mounier: "... il y a ainsi dans la machine une sorte de raison contre sa déraison".⁽²⁾

7.2 Implications des observations de l'étude pour la politique agricole québécoise

Dans le but d'améliorer la situation prévalant dans l'agriculture du Québec et en tenant compte des contraintes (quota, par exemple) auxquelles elle est soumise, les résultats de nos observations nous permettent de suggérer les stratégies suivantes.

- Comme nous l'avons déjà souligné dans l'avant-propos, l'agriculture québécoise va devoir adopter des méthodes de planification de plus en plus rationnelles pour répondre aux exigences de la production (qualitative et quantitative) dans un environnement plus sain. Cette adoption de techniques plus sophistiquées nécessitera peut-être un

(1) J. Fourastié, op. cit.

(2) E. Mounier, Industrialisation et technocratie, S.E.V.P.E.N., Paris, 1949.

regroupement des entreprises - soit horizontalement, soit verticalement - pour bénéficier non seulement des économies d'échelle, mais aussi pour exercer un certain pouvoir de négociation vis-à-vis des autres secteurs de l'économie, d'où la nécessité d'une plus grande concertation entre les principaux partenaires de l'agro-alimentaire, afin que les accroissements de la production se fassent dans les produits qui bénéficient d'une forte demande et éviter ainsi que les augmentations de productivité se fassent dans les domaines où la demande est déjà satisfaite. Cette intégration aura néanmoins pour conséquence de rendre les entreprises de type industriel plus vulnérables à la conjoncture économique - étant donné qu'elles subissent plus durement les effets d'une baisse de prix - que les exploitations de plus petites tailles.

- Favoriser et encourager la recherche dans l'agriculture en tenant compte des particularités singulières de chaque région. Cette démarche permettrait de localiser les secteurs et les régions où le plus haut niveau de production peut être atteint avec le minimum de ressources.

- A moyen et à long terme, il faut des remplaçants capables et motivés afin de pouvoir procéder aux changements nécessités par le développement de la technologie agricole.⁽¹⁾ De ce point de vue, c'est tout le devenir du secteur agricole québécois qui est en jeu; d'où l'importance qui doit être accordée - aux réformes de l'enseignement en milieu rural pour élever le niveau de scolarité du fermier en vue du

(1) André Archer, Vers une fonction de production agricole du Québec et de la région 04, Doc. no 5, 1976, p. 29.

développement et du perfectionnement de sa capacité gestionnaire;
 - aux conditions d'établissement plus avantageuses aux jeunes agriculteurs. Ceci aurait pour effet de permettre à certains d'entre eux de se réorienter vers les cultures, de poursuivre et d'accroître la consolidation des exploitations spécialisées dans les production animales actuellement "congestionnées". Donc, les gouvernements fédéral et provincial devraient coordonner leurs politiques afin de rendre l'agriculture québécoise plus flexible et moins spécialisée dans la production laitière.⁽¹⁾
 Par exemple, le secteur de la viande bovine et ovine, des légumes (ou même du porc) devrait être encouragé. De même, la recherche et la production des grains de provende⁽²⁾ devraient être aussi encouragées et promues afin de diminuer les coûts d'élevage des bovins et ovins et autres animaux réclamés par le marché.

En dernier lieu, on peut se demander comment l'agriculture québécoise pourra faire relever le défi auquel on faisait allusion dans notre avant-propos, tout en continuant à mal canaliser ses ressources productrices, à savoir ses intrants? A ce niveau, on peut remarquer que le problème de peu ou pas de progrès technique désincorporé dépasse le cadre du seul secteur agricole à cause des implications en amont et en aval. Soulignons que les gains de productivité reflètent non seulement

(1) En 1976, les produits animaux (dont la volaille) représentaient 78% des recettes de ventes agricoles dont 36% provenaient des seuls produits laitiers. En 1980, ils comptaient pour 87% contre 35.2% pour les produits laitiers. Coup d'oeil sur l'agro-alimentaire du Québec, 1979-1980.

(2) Le Québec n'est auto-suffisant en grains qu'à 40% en 1979, S.C., Fabrication d'aliments pour animaux, Cat. no (32-214).

Les modifications intervenues dans les moyens de production mais aussi l'efficacité et l'organisation avec laquelle ces moyens ont été combinés ("savoir-faire" ou "learning by doing", "progrès technique") en vue de la production. Ce n'est que par une politique globale et non sectorielle axée sur de futures recherches plus poussées en vue d'améliorer des facteurs intrinsèques à l'agriculture, permettant ainsi la fourniture de produits de qualité à des prix équitables pour les consommateurs nationaux et mondiaux, qu'on pourra saisir le problème et possiblement le résoudre.

CONCLUSION GENERALE

Cette thèse s'inscrivait dans le cadre de la mesure de l'accroissement de la valeur ajoutée par travailleur conventionnellement appelée productivité du travail, au Québec durant la période de 1961-1981. Il s'agissait d'identifier les deux composantes dans l'augmentation de la productivité du travail: Des mouvements le long de la fonction de production résultant de l'utilisation du rapport capital/homme additionnel et des déplacements de la fonction de production provenant d'une meilleure gestion des ressources, c'est-à-dire le progrès technique. L'objectif principal de cette étude était de démultiplier l'augmentation relative de la productivité du travail agricole due à l'intensité capitalistique de celle attribuable au progrès technique. Plus spécifiquement, les hypothèses générales de l'étude étaient:

1. Examiner la nature du changement technologique;
2. calculer l'élasticité de substitution entre le capital et le travail;
3. estimer les rendements à l'échelle;
4. mesurer le taux annuel de progrès technique;
5. isoler les contributions à l'accroissement de la productivité du travail agricole dues au progrès technique et à l'intensité du capital; et
6. analyser le taux d'utilisation des capacités du capital.

Dans cette étude, deux sortes et même trois définitions du capital ont été retenues à titre de comparaison seulement. Pour sa part, le progrès technique a été mesuré sur la base du concept de valeur ajoutée et du modèle géométrique de Solow. Le modèle de Solow, dérivé d'une fonction de production agrégée à deux facteurs sous l'hypothèse de changement technique neutre au sens hicksien et de rendements constants à l'échelle, est donné par l'équation suivante:

$$\frac{\dot{A}_i}{A_i} = \frac{\dot{y}}{y} - W_k \frac{\dot{k}}{k}, \quad i = 1, 2, 3$$

où les points indiquant les dérivées par rapport au temps; A_i est un indice de changement technologique cumulatif; y et k sont la valeur ajoutée et le capital par travailleur, respectivement; W_k , représente la part relative du capital agricole dans les recettes du même secteur. Cette équation donne une série de mesures annuelles de progrès technique; par une suite de multiplication de changement technologique d'année en année et en posant A de l'année initiale, dans notre cas, 1961, égal à l'unité, nous avons obtenu une série d'indices de progrès technique cumulé.

Les données requises pour ces estimations ont été tirées des publications de Statistique Canada. Les séries de valeur ajoutée et de capital ont été pondérées en dollars de 1971. La part du capital a été calculée au taux de rendement réel de 6% sur le capital agricole divisé par la valeur ajoutée; tandis que sous l'hypothèse de rendements à l'échelle constants, la part du travail est obtenue simplement en soustrayant de l'unité la part du capital dans la valeur ajoutée.

Après avoir obtenu les mesures du progrès technique, il est possible d'examiner les contributions dans l'augmentation de la productivité dues au progrès technique et celles dues au rapport capital/travail. De tel découpage, cependant, est sous les hypothèses de déplacements de la fonction de production neutre au sens de Hicks et de rendements constants à l'échelle. Afin de découvrir si les parts de capital/travail et de changement technique dans l'accroissement de la productivité sont biaisées, ces deux hypothèses ont été examinées conjointement. L'hypothèse de neutralité a été examinée en faisant une régression de type C.E.S. de la valeur ajoutée par travailleur et le taux de revenu réel du travail en deux sous-périodes, 1961-1971 et 1972-1981, séparément. Si le coefficient de la régression, soit l'élasticité de substitution entre travail et capital, demeure inchangé d'une sous-période à l'autre, la neutralité du progrès technique est alors confirmée.

L'examen de l'hypothèse de rendements constants à l'échelle a nécessité deux régressions de fonctions de production Cobb-Douglas non-restrictive et restrictive, séparément, des données de la valeur ajoutée nette du changement technique sur le capital et le travail. Sous l'hypothèse de rendements constants à l'échelle et des hypothèses d'indépendance et de normalité des erreurs, le test utilisé est un "F" statistique ($= (SSb - SSa) (N - P - 1) / SSa$, où SSb et SSa sont la somme des erreurs au carré des fonctions Cobb-Douglas non-restrictive et restrictive, respectivement; N est le nombre d'observations; et P est le nombre de variables indépendantes) avec 1 et 18 degrés de liberté. Si la valeur calculée ne dépasse pas la valeur critique de F aux seuils de confiance conventionnels, l'hypothèse de rendements constants à l'échelle est vérifiée.

En outre, nous avons voulu tester si le modèle utilisé dans cette étude était approprié. Puisque la part du capital dans le revenu était justement constante, le modèle se trouverait être une fonction Cobb-Douglas. Une hypothèse implicite de cette dernière est l'élasticité de substitution unitaire entre travail et capital. Pour vérifier si le choix du modèle et l'élasticité de substitution unitaire ont été appropriés, une régression de type C.E.S. de la productivité du travail et du taux de salaire annuel pour toute la période 1961-1981 a été faite.

Finalement, la dernière hypothèse concernant le taux d'utilisation des capacités du capital a été examinée de deux façons différentes: d'une part, la valeur de la productivité marginale du travail et du capital a été estimée et d'autre part (à titre comparatif) d'autres méthodes plus sophistiquées ont été essayées dans la partie d'extension du chapitre 6 de cette étude.

La véracité des résultats obtenus des analyses précédentes est sujette à la validité de deux hypothèses non testées dans cette étude, soit l'hypothèse de concurrence parfaite sur les marchés et celle des fonctions Cobb-Douglas et C.E.S. en situation d'équilibre. Si ces hypothèses sont conformes à la situation actuelle, les résultats suggèrent les conclusions suivantes:

1. Le progrès technique durant les deux décennies a été neutre.
2. L'élasticité de substitution entre travail et capital a été unitaire. Le coefficient de substitution unitaire implique qu'un changement relatif dans le taux de salaire n'affectera pas la part relative

du travail dans le revenu, contrairement à un coefficient de substitution inélastique qui apporterait une certaine modification.

3. Les rendements à l'échelle ont été constants à l'échelle au niveau de 1% mais à 5% d'intervalle de confiance, la valeur courante du capital en dollars constants de 1971 à la F.B.C.F. ne respectaient pas cette hypothèse statistiquement. Intuitivement, le niveau de rendement par rapport à l'échelle semble être croissant dans l'agriculture québécoise. La réponse à cette question permettrait de vérifier s'il y a intérêt dans l'ensemble à agrandir les exploitations actuelles pour en faire des fermes de groupe, coopératives ou autres.
4. La technologie agricole du Québec a augmenté au taux annuel moyen de 1.29% si l'on tient compte de SMEC et de 1.72% si l'on considère la V.C.C.C. (incluant bétail, volailles et terre). La faiblesse de la croissance des taux de progrès technique peut être attribuable à l'organisation de la production agricole plus ou moins spécialisée.
5. Pendant la période 1961-1981, la productivité du travail a augmenté de 118.2%, l'intensité capitalistique compte pour 121.8% par rapport au SMEC, 97.2% pour la valeur courante du capital sur les fermes et 22.2 pour la F.B.C.F. Le progrès technique a une valeur nulle, 2.8% et 77.8% pour le stock d'immobilisations en machinerie et équipement et en construction, respectivement. Le modèle semble suggérer que les éléments reliés à l'intensité capitalistique jouent un rôle plus déterminant dans le niveau de croissance de productivité du travail que ceux reliés au progrès technique. Alors que le progrès technique est l'élément le plus explicatif de la valeur ajoutée par

homme dans le modèle géométrique de Solow, c'est le rapport capital/travail qui constitue le facteur d'explication le plus important dans l'agriculture québécoise.

6. En l'absence du progrès technique, la valeur de la productivité marginale du travail (relative au SMEC) a fait bonne figure si on la compare à la rémunération annuelle; la valeur de la productivité (de la valeur courante du capital) excède aussi le taux de salaire annuel réel. La productivité marginale du SMEC en présence du changement technologique a été faible, celle de V.C.C.C. a diminué jusqu'en 1971 pour repartir au début de l'année 80. Les fluctuations à la baisse dans la productivité marginale du capital peuvent être dues à un surinvestissement dans ce facteur. Il est aussi possible que la méthode de dépréciation de ces types de capital ait apprécié le capital présent dans les fermes au-dessus de leur vraie valeur, ce qui contribue à biaiser vers le bas la productivité marginale du capital. Une autre cause de cette baisse de la productivité du capital peut être reliée aux politiques de Quota dans la production du lait du gouvernement fédéral. En effet, l'agriculture dans certaines régions (par exemple la région 04) produisant principalement du lait et devant se soumettre aux contraintes imposées, travaille à capacité réduite. Il y a sur les fermes (comme on avait démontré au chapitre 6) du capital inutilisé, c'est-à-dire qui n'entre pas dans la production mais qui est rapporté malgré tout dans les statistiques qui ont servi à conduire la présente étude.

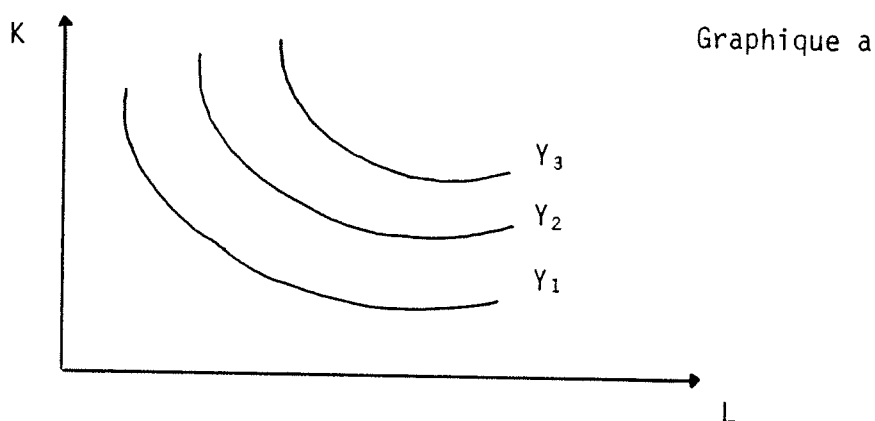
Les valeurs de la productivité marginale du travail (relative au SMEC: PmL_1^*) en présence du progrès technique a sensiblement le même comportement que précédemment à l'exception de l'année 1971. La valeur de la productivité calculée pour le travail (par rapport au capital du second type: PmL_2^*) a fait bonne figure dans l'ensemble à l'exception des années 1966 et 1976, périodes auxquelles les taux de progrès technique ont été très bas. Il y a une chute dans le rendement du SMEC en présence du changement technologique; par contre, la productivité marginale de V.C.C.C. dans cette même condition a été supérieure au coût marginal du capital sur le marché malgré une baisse relativement faible en terme absolu par rapport à celle de 1961.

ANNEXE 1

Il y a en fait d'après Brown⁽¹⁾ quatre caractéristiques de la fonction de production qui décrivent complètement une technique donnée:

a) L'efficacité de la technique

Elle se rapporte aux relations entre facteurs et la production. Elle n'affecte pas les rapports de facteurs entre eux.



b) Les économies de rendement déterminées techniquement

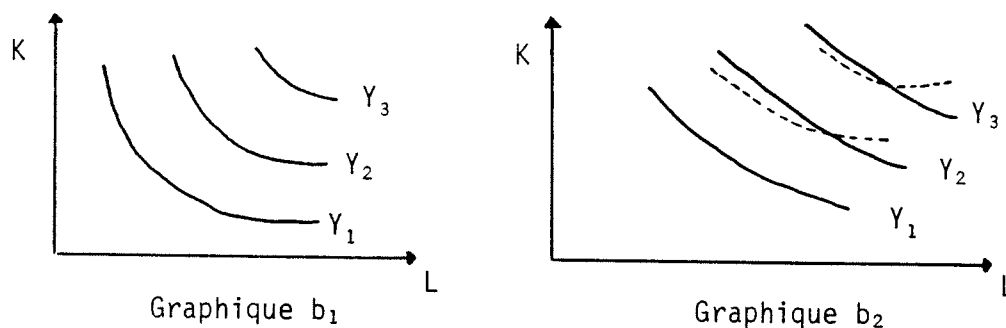
Si à des accroissements donnés aux facteurs de production (capital et travail par exemple), on a une production qui s'accroît plus que proportionnellement, il s'agit d'une économie à des rendements croissants; si la production s'accroît dans la même proportion, il s'agit d'une économie à rendements constants; enfin, si la production s'accroît moins, il s'agit d'une économie à rendements décroissants.

(1) Brown, op. cit.

D'une façon générale pour les bas niveaux, on a des rendements croissants, ensuite on passe à des rendements constants et enfin à des rendements décroissants.⁽¹⁾ Cependant, le progrès technique est capable de modifier ce schéma et des rendements décroissants peuvent devenir constants ou croissants.

En outre, le changement d'échelle dans les opérations de la firme peut aussi avoir une influence sur ce point.

Ici, nous n'allons considérer que le cas du progrès technique.



Le graphique b₁ nous montre les rendements constants lorsque la production se déplace de Y₁ vers Y₂ et Y₃, ($Y_3 > Y_2 > Y_1$).

Le graphique b₂ nous montre des rendements décroissants pour les mêmes niveaux, concernant les différents facteurs utilisés, que ceux du graphique b₁. Nous faisons figurer en pointillé sur le graphique b₂, les courbes homothétiques correspondant aux rendements constants du graphique b₁.

⁽¹⁾ Si l'on considère une firme au lieu de toute la nation, le processus demeure valable.

C'est une caractéristique assez proche de l'efficacité du progrès technique.

c) L'intensité du capital et le progrès technique

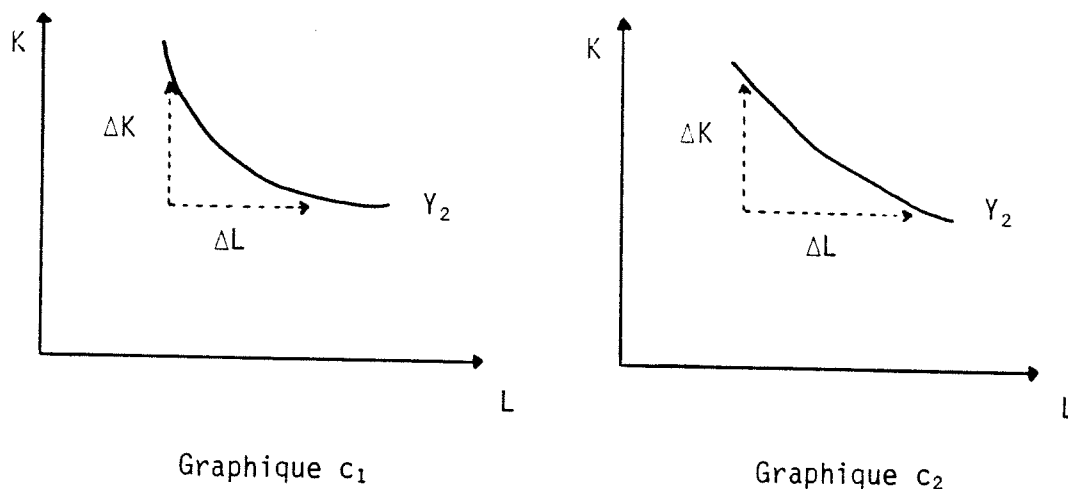
On ne peut donner une définition exacte de ce concept. En première approximation c'est l'importance du capital dans le processus de la production. Son complément nous est donné par l'importance du travail dans le processus de production. C'est le progrès technique et les prix relatifs qui déterminent l'intensité du capital ou du travail, la prédominance de l'intensité du capital ou du travail dépend du rapport du prix des services du travail.

Prenons un cas particulier. Supposons une production pour laquelle un changement proportionnel dans le rapport capital/travail entraîne toujours le même changement dans le taux marginal de substitution du capital par le travail. Soit ce rapport capital/travail égal à l'unité: dans ces conditions, le rapport de l'intensité du capital à l'intensité du travail n'est autre que le taux marginal de substitution du capital par le travail. En effet:

$$m = \frac{f'K}{f'L} = \frac{\partial Y/\partial K}{\partial Y/\partial L} \quad (1)$$

(1) Comme il s'agit d'isoquants, on a:

$$f'K dK + f'L dL = 0 \text{ d'où } -\frac{dL}{dK} = \frac{\partial Y/\partial K}{\partial Y/\partial L} = m$$



C'est donc le rapport des productivités marginales du capital et du travail.

Le graphique C₁ représente davantage d'intensité capitaliste que celle du graphique C₂. Il faut davantage de capital (ΔK) dans C₁ que dans C₂ pour compenser une même diminution (ΔL) du travail. On a gardé la même production dans les deux cas.

d) La facilité de remplacement du capital par le travail

Elle est réglée par l'élasticité de substitution du capital par le travail et réciproquement. Elle mesure le changement proportionnel dans les facteurs relatifs de la production par rapport au changement proportionnel dans le taux marginal de substitution. On peut dire qu'intuitivement l'élasticité de substitution c'est la mesure de la facilité de substitution du travail par le capital.

On peut la considérer comme la "ressemblance" des facteurs de production du point de vue technique. L'élasticité de substitution

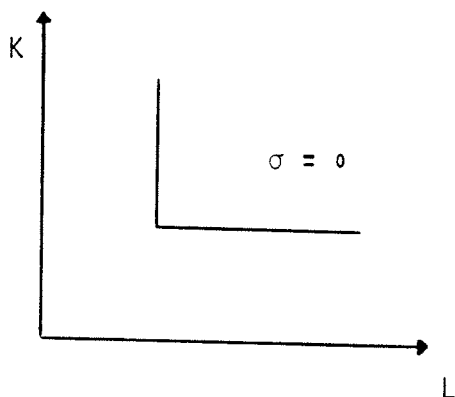
concernant le travail et le capital pour une fonction de production de la forme de $Y = f(K,L)$ est donné par:

$$\sigma = \frac{K/L \frac{d(L/K)}{d(L/K)}}{f'L/f'K \frac{d(f'K/f'L)}{d(f'K/f'L)}}$$

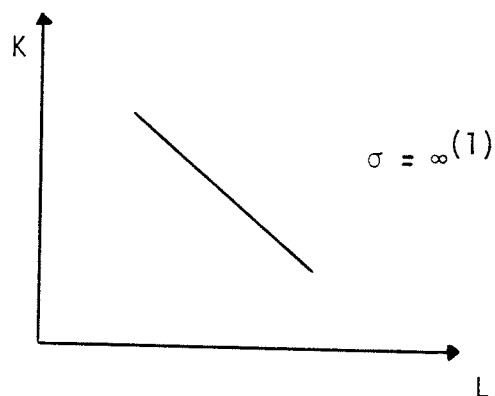
où $f'L$ = productivité marginale du travail

$f'K$ = productivité marginale du capital.

L'élasticité de substitution varie selon la combinaison de facteurs mais dans la fonction C.E.S., on considère que $\sigma =$ constante. Comme nous l'avons déjà signalé, cette élasticité peut prendre toute les valeurs depuis zéro jusqu'à l'infini. Les graphiques d_1 et d_2 ci-dessous nous montrent ces deux cas limites.



Graphique d_1



Graphique d_2

(1) Dans le cas où l'élasticité de substitution, $\sigma = \infty$, les facteurs sont infiniment substituables et réciproquement la figure d_1 représente un cas où les facteurs sont complémentaires.

En résumé, l'élasticité de substitution est indépendante des unités de mesure, car il s'agit d'une élasticité, ce qui n'est pas le cas pour les trois précédentes caractéristiques.

ANNEXE 2

Correspondance entre catégories de revenu et indices de prix

CATEGORIES DE PRODUITS	INDICE DE PRIX - QUEBEC
<u>Recettes monétaires</u>	
Blé, avoine, orge, seigle, lin, colza, soya, maïs	Céréales
Bêtes à cornes, veaux, porcs, moutons	Bétail
Agneaux, autre bétail	
Produits laitiers	Produits laitiers
Volaille	Volaille
Oeufs	Oeufs
Fruits	Fruits
Légumes	Légumes
Pommes de terre	Pommes de terre
Betteraves à sucre, tabac	Indice général
Autres cultures, produits forestiers et produits de l'érable	
<u>Revenu en nature</u>	
Produits laitiers	Produits laitiers
Volaille et oeufs	Volaille, oeufs
Viande	Bétail
Fruits et légumes	Fruits, légumes, pommes de terre
Miel et produits de l'érable	Indice général
Produits forestiers, laine	
Variation d'inventaire	Indice général

ANNEXE 3

Correspondance entre catégories de dépenses et indice de prix

CATEGORIES DE DEPENSES	CATEGORIES D'INDICE DE PRIX
Produits pétroliers, carburant diesel et lubrifiants	Produits pétroliers
Réparations de machines	Réparations, pneus, batteries
Autres dépenses en machines	Réparations, pneus et batteries Licences et assurances automobiles
Engrais et chaux	Engrais
Autres dépenses pour cultures	Semences
Alimentation des animaux	Aliments pour les animaux
Autres dépenses pour le bétail	Bovins d'embouche Insémination artificielle
Réparations des bâtiments	Réparations des bâtiments
Electricité et téléphone	Electricité
Divers	Travail à forfait Petits outils et fournitures Construction et réparation des clôtures
Amortissement des bâtiments	Remplacement des bâtiments
Amortissement des machines	Remplacement des machines

ANNEXE 4

Fermes classées selon la taille de la ferme et l'âge de
l'exploitant, 1961, 1971, 1976, 1981. Québec

DETAIL	1961		1971		1976		1981	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Nombre total de fermes	95777	100.0	61254	100.0	51587	100.0	48144	100.0
Classement selon la taille des fermes:								
Moins de 3 acres	498	0.5	483	0.8	539	11.0	998	2.7
3 - 9	1120	1.2	893	1.5	1111	2.2	1664	3.4
10 - 69	12722	13.3	7414	12.7	6835	13.2	7610	15.8
70 - 129	36772	38.4	17842	29.7	12443	24.1	10435	21.7
130 - 179	17686	18.5	10996	17.9	8438	16.4	7112	14.8
180 - 239	14367	15.0	9996	16.3	8132	15.9	6864	14.2
240 - 399	9983	10.4	9903	16.2	9452	18.3	8605	17.9
400 - 559	1940	2.0	2793	4.6	3091	6.0	3015	6.3
560 - 759	477	0.5	647	1.0	1012	2.0	1151	2.4
760 - 1119	135	0.1	226	0.4	381	0.7	534	1.1
1120 - 1599	44	0.1	41	0.7	73	0.1	109	0.2
1600 +	23	-	23	-	30	0.1	47	0.1
Exploitants classés selon l'âge:								
15 - 19							86	0.2
20 - 24	{ 2508	2.6	1144	1.9	1207	2.4	1347	2.8
25 - 29							3584	7.4
30 - 34	{14617	15.3	8251	13.5	8119	15.7	5416	11.3
35 - 39							6042	12.6
40 - 44	{25187	26.3	14487	23.6	11882	23.0	6080	12.6
45 - 49							6254	13.0
50 - 54	{26555	27.7	19038	31.1	15351	29.8	6656	13.8
55 - 59	10483	10.9	7920	12.9	6442	12.5	5648	11.7
60 - 64	7960	8.3	5443	8.9	4404	8.5	3776	7.8
65 - 69	4672	4.9	2828	4.6	2260	4.4	1875	3.9
70 +	3795	4.0	2146	3.5	1922	3.7	1380	2.9

Sources: Recensement, Agriculture 1981.

ANNEXE 5

ANNEE	VALEUR AJOUTEE* (1)	SMEC(K ₁)* (2)	VCCC(K ₂)* (3)	FBCF(K ₃)* (4)
1961	263299	1283377.09	2211986.4	141456
1962	281666	1374046.24	2174697.4	149501
1963	274058	1461544.95	2188101.7	150649
1964	256973	1532695.49	2197318.9	138513
1965	221153	1603530.93	2207467.9	141716
1966	216136	1699680.62	2196129.2	170399
1967	209916	1793630.59	2204630.0	172518
1968	231904	1875711.52	2261082.0	165059
1969	327582	1951559.75	2309505.3	162713
1970	337254	2001066.36	2347286.7	140156
1971	210093	2043256.41	2167093.0	135173
1972	221783	2109341.88	2283116.0	161264
1973	190962	2195160.04	2169913.7	184601
1974	162214	2282520.18	2136085.0	191052
1975	147498	2380020.39	2225776.3	206447
1976	162853	2470317.96	2456400.5	205031
1977	210858	2565405.23	2817667.4	215768
1978	207861	2655075.41	2986600.1	216211
1979	305489	2767318.07	3116499.4	243731
1980	312167	2861307.58	3391706.9	231814
1981	328954	2962632.08	3326052.1	243820

* Les données sur la valeur ajoutée, le SMEC, la VCCC et la FBCF présentés ici sont en milliers de dollars.

Note: Colonnes (6), (7) et (8) sont calculées comme suit: $.06 \times (2)/(1)$, $.06 \times (3)/(1)$ et $.06 \times (4)/(1)$ respectivement

Colonne (9) = $1 - (6)$ Colonne (12) = $\Delta(1)/(1) - (6) \cdot \Delta(2)/(2) - (9) \Delta(5)/(5)$
 Colonne (10) = $1 - (7)$ Colonne (13) = $\Delta(1)/(1) - (7) \cdot \Delta(3)/(3) - (10) \Delta(5)/(5)$
 Colonne (11) = $1 - (8)$ Colonne (14) = $\Delta(1)/(1) - (8) \cdot \Delta(4)/(4) - (11) \Delta(5)/(5)$

Les colonnes (15), (16) et (17) sont dérivées de (12), (13) et (14) respectivement, avec 1961 = 1.

ANNEE	L (5)*	WK ₁ (6)	WK ₂ (7)	WK ₃ (8)	WL ₁ (9)	WL ₂ (10)	WL ₃ (11)
1961	138	.2925	.5041	.0322	.7075	.4959	.9678
1962	132	.2927	.4633	.0318	.7073	.5367	.9682
1963	124	.3200	.4790	.0330	.6800	.5210	.9670
1964	114	.3579	.5130	.0323	.6421	.4870	.9677
1965	116	.4350	.5989	.0384	.5650	.4011	.9616
1966	106	.4784	.6097	.0473	.5216	.3903	.9527
1967	114	.5127	.6301	.0493	.4873	.3699	.9507
1968	121	.4853	.5850	.0427	.5147	.4150	.9573
1969	107	.3574	.4230	.0298	.6426	.5770	.9702
1970	105	.3560	.4176	.0249	.6440	.5824	.9751
1971	98	.5835	.6189	.0386	.4165	.3811	.9614
1972	97	.5707	.6177	.0436	.4293	.3823	.9564
1973	88	.6897	.6817	.0580	.3103	.3183	.9420
1974	85	.8443	.7901	.0707	.1557	.2099	.9293
1975	70	.9682	.9054	.0840	.0318	.0946	.9160
1976	74	.9101	.9050	.0755	.0899	.0950	.9245
1977	71	.7300	.8018	.0614	.2700	.1982	.9386
1978	72	.7664	.8621	.0624	.2336	.1379	.9376
1979	68	.5435	.6121	.0479	.4565	.3879	.9521
1980	77	.5500	.6519	.0446	.4500	.3481	.9554
1981	79	.5404	.6067	.0445	.4596	.3933	.9555

Note: *Les données sur l'emploi sont en milliers.

ANNEE	$\Delta A_1/A_1$ (12)	$\Delta A_2/A_2$ (13)	$\Delta A_3/A_3$ (14)	A_1^* (15)	A_2^* (16)	A_3^* (17)
1961	-.0327	-.0545	-.0321	1.0000	1.0000	1.0000
1962	.0798	.1013	.1100	.9673	.9455	.9679
1963	-.0062	.0016	.0313	1.0445	1.0413	1.0744
1964	-.0280	-.0252	.0183	1.0380	1.0429	1.1080
1965	-.1694	-.1492	-.1572	1.0090	1.0167	1.1283
1966	-.0064	.0141	.0499	.8380	.8650	.9509
1967	-.0939	-.0591	-.1011	.8326	.8772	.9983
1968	.0509	.0643	.0478	.7545	.8253	.8974
1969	.4725	.4703	.5253	.7929	.8784	.9403
1970	.0325	.0336	.0512	1.1675	1.2915	1.4342
1971	-.3616	-.3041	-.3116	1.2055	1.3349	1.5077
1972	.0416	.0265	.0570	.7696	.9290	1.0379
1973	-.1382	-.0756	-.0600	.8016	.9536	1.0971
1974	-.1788	-.1311	-.1213	.6908	.8815	1.0312
1975	-.1265	-.1120	.0642	.5673	.7659	.9062
1976	.0644	.0049	.0518	.4955	.6801	.9643
1977	.2776	.1849	.3296	.5274	.6835	1.0143
1978	-.0443	-.0678	-.0275	.6738	.8098	1.3486
1979	.4721	.4646	.5165	.6440	.7549	1.3115
1980	-.0564	-.0818	-.1024	.9480	1.1057	1.9889
1981	(.0227)	(.0553)	(.0267)	.8945	1.0152	1.7852

* Note: Les indices A_i (des colonnes 15, 16 et 17) ont été dérivés des colonnes 12, 13 et 14, respectivement et ont été calculés comme suit: $A_i(1961) = 1$.

$$A(1962) = A(1961) (1 + \Delta A(1961)/A(1961))$$

$$A(1963) = A(1962) (1 + \Delta A(1962)/A(1962)), \text{ etc.}$$

ANNEXE 6

Rémunération totale de l'emploi; rémunération totale réelle par personne
employée dans l'agriculture québécoise entre 1961-1981

ANNEE	REMUNERATION TOTALE (\$ milliers) (1)	REMUNERATION REELLE/ EMPLOI (2)	% (3)
1961	259146	1878	
1962	263633	1997	
1963	238235	1921	-0.5
1964	215680	1892	
1965	216817	1869	
1966	277105	2614	
1967	253118	2220	
1968	271296	2242	5.3
1969	300289	2806	
1970	289098	2753	
1971	247326	2524	
1972	288384	2973	
1973	277043	3148	57.3
1974	270456	3181	
1975	277815	3969	
1976	249444	3371	
1977	237053	3339	
1978	255339	3546	11.2
1979	304065	4472	
1980	277136	3599	
1981	296310	3751	

Sources: (1) Calculée à partir du revenu net à la ferme et des salaires versés aux employés. S.C.: Handbook of Agricultural Statistics (21-511) et Farm Net Income (21-202). Cette série est présentée en dollars de 1971.

(2) Colonne (1)/Emploi; elle est dégonflée par l'indice de prix des produits agricoles (base 1971 = 100); cf. emploi, tableau 12.

(3) Calculée pour 1961-1965; 1966-1970; 1971-1975 et 1976-1981.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAMOVITZ, M., "Economic Growth in the U.S., A Review Article", AER, 1962.
- ARCHER, André, "Vers une fonction de production agricole du Québec et de la région 04", Document no 5, 1976. Le laboratoire en économie et gestion des systèmes de petites dimensions; Département d'administration et d'économique, Université du Québec à Trois-Rivières.
- BARKEN, A.P. et SOEI, Tjan Hok, "Estimation of a Non-Linear Relationship in a Complete Economic Model", Econometric Institute Netherlands School of Economics (EINSE), Report 6126, November 22, 1961.
- BENYAHIA, H., "La contribution de la productivité à l'économie du Québec dans la décennie '70", Rapport effectué pour l'I.N.P., Mars 1980, Groupe GAMMA.
- BERGLAS, Eitan, "Simulating Investment Technological Change and Growth, University of Chicago, 1963. Dissertation.
- BROWN, J. et DE CANI, J.S., "Technological Change and the Distribution of Income", Report 6208 EINSE.
- BRUNO, Michaël, "Estimation of Factor Contribution to Growth under Structural Disequilibrium", International Economic Review, Vol. 9, No 1, February 1968.
- CORBO, Vittorio et DUFOUR, Jean-Marie, "Fonctions de production dans l'économie du Québec", Actualité Economique #54, Avril-juin 1978, No 2, pp. 192-197.
- DENISON, E., "The Sources of Economic Growth in the U.S. and the Alternative before US", N.Y. Committee for Economic Development, 1962.
- DUPREEL, E., "Sociologie générale", Presses Universitaires de France, Paris, 1948.

- FERNANDO, R. et SCHALLER, F., "Productivité et élevage" in *Economie et médecine animale*, Paris, Septembre-octobre 1970, No 5, p. 246.
- FOURASTIE, J., *La productivité*, Collection "Que sais-je?", P.U.F., Paris, 1959, 42.
- FRIEDMAN, M., *A Theory of the Consumption Function* (Princeton, NBER, 1957).
- GRILICHES, Zvi, "Research Expenditure, Education and the Aggregate Agricultural Production Function", *AER* 54, December 1964.
- GRUEN, F.H., "Agriculture and Technical Change", *Journal of Farm Economics*, Vol. 43, No 4, November 1961.
- HARROD, "Towards a Dynamic Economics", MacMillan and Co., London, 1948.
- HAYAMI, Y et RUTTAN, W.V., *Agricultural development: An International Perspective*, The John Hopkins Press, Baltimore.
- HICKS, J.R., "The Theory of Wages", MacMillan and Co. Ltd., London, 1932.
- HILHORST, J.G.M., *Production Function for Manufacturing Industries, Statistische en Econometrische onderzoekingen Central Bureau of Statistics The Hague*, 1961.
- INTRIGILATOR, M.D., "Embodied Technical Change and Productivity in the United States 1929-1958", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 47, No 1, February 1965.
- JOHANSEN, L., "Substitution Versus Fixed Production coefficients in the Theory of Economic Growth: A Synthesis", *Econometrica*, XXVII (April, 1950).
- KENDRICK, J.W., "Technological Change and Economic Progress", *Journal of Farm Economics*, Vol. 46, No 5, December 1964.
- KNOWLES, J.W., *The Potential Economic Growth in the United States*, Study Paper No 20, Joint Economic Committee, 86th Cong., 2nd Sess., 1960.

- LAFRENIERE, Danielle, "Les composants prix et productivité du revenu agricole moyen au Québec de 1961 à 1976, Université Laval, Septembre 1978.
- LAVE, LESTER, B., "Technical Change: Its Conception and Measurement", Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1966.
- MOUNIER, E., "Industrialisation et technocratie", S.E.V.P.E.N., Paris, 1949.
- OTT, David J., OTT A TIAT, F. et YOO, Janh H., "Macroeconomic Theory", New York, McGraw-Hill Book, 1975 (Economics Handbook Series).
- PEACOCK, David L., "An Economic Analysis of Farm Machinery Values", A Thesis submitted to Michigan State University for the degree of Master of Sciences, 1967.
- PHELPS, E.S., "The New View of Investment: A Neoclassical Analysis", Quarterly Journal of Economics, Vol. 76, No 4, November 1962.
- DE RUYTER, Georges Barthes, "La fonction de production", Thèse Paris, 1963.
- SALTER, W.E.G., "Productivity and Technical Change", Cambridge University Press, 1960.
- SCHALLER, F., "La notion de productivité", Travaux de droit, d'économie, de sociologie et des sciences politiques, No 99. Librairie Droz* Genève*, Paris, 1975.
- SCHULTZ, T.W., Transforming Traditional Agriculture, New Haven and London Yale University Press, 1964.
- SOLOW, R.M., "Technical Change and the Aggregate Production Function", Review of Economics and Statistics, Vol. 39, No 3, August 1957.
- SOLOW, R.M., "Investment and Technical Progress", Mathematical Methods in the Social Sciences, 1959, ed. J.K. Arrow, S. Karlin et P. Suppes, Stanford University Press, Stanford, 1960.
- SOLOW-MINHAS, ARROW-CHENERY, "Capital Labor Substitution and Economic Efficiency", RES, August 1961.

SOLOW, R.M., "Technical Progress, Capital Formation, and Economic Growth", American Economic Review, Papers and Proceedings, Vol. 52, No 2, May 1962.

STCLERU, L., "L'équilibre et la croissance économique", Dunod, 1967.

TWEETEN, Luther G., "Theories Explaining the Persistence of Low Resources Return in a Growing Farm Economy", A.J.A.E., November 1969.

ZELLNER, A. et REVANKAR, N., "Generalized Production Functions", Review of Economics and Statistics, April 1969.

DE ZATARAIN, Joseph, "L'élasticité de substitution dans les fonctions de production", 1976, No 4, Ed. Cujas.

Sources gouvernementales

Ministère de l'agriculture du Québec, Coup d'oeil sur l'agro-alimentaire au Québec 1979-1980.

