Progrès technique et approche sectorielle : le cas particulier des I.A.A.

Chantal Le Mouël

UNIVERSITE DE RENNES 1

FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUES ET D'ECONOMIE APPLIQUEE A LA GESTION

PROGRES TECHNIQUE ET APPROCHE SECTORIELLE

LE CAS PARTICULIER DES I.A.A.

Mémoire de D.E.A. Economie Industrielle et Echanges Mondiaux.

LE MOUEL Chantal

<u>JURY</u>

Président : Monsieur Jean-François AUDROING
Professeur à l'Université de Rennes 1.

Suffragants: Monsieur Maurice BASLE
Professeur à l'Université de Rennes 1.

Monsieur Louis MAHE
Maître de recherche à l'INRA, Rennes.

DECEMBRE 1987

SOMMAIRE

INTRODUCTION

Ce document est l'amorce d'une recherche plus importante, relative au progrès technique et aux changements techniques dans les industries agro-alimentaires françaises. Une telle problématique revêt deux aspects : un aspect innovation - process d'une part et un aspect innovation - produit d'autre part.

Si l'on se réfère à l'analyse économique courante, l'école néo-classique tend à privilégier plutôt l'aspect innovation - process, permettant l'économie, de façon neutre ou biaisée, de facteurs de production. Ce type de progrès technique est, par suite, susceptible d'influencer les produits moyens et marginaux des inputs ; ce qui, sous l'hypothèse de concurrence pure et parfaite, conduit à modifier l'évolution des parts de facteurs.

L'approche en termes d'économie industrielle est, le plus souvent, tournée vers les innovations - produits, considérées comme éléments de stratégie d'entreprise. Il s'agit là d'une approche moins formalisée, plutôt de court-moyen terme et liée au cycle de vie du produit.(Par opposition, l'analyse néo-classique, globale et sectorielle, s'effectue quant à elle, dans un cadre de moyen-long terme).

Ce travail a d'abord consisté à rechercher comment et où le progrès technique a été introduit dans l'analyse économique. Les travaux de J. SCHUMPETER semblent n'avoir pas connu de prolongements pendant l'essentiel de l'après-guerre. Mais, ils reviennent à présent au premier plan avec l'économie industrielle. En revanche, l'approche néo-classique a connu des développements importants dans les années 60. Et, il nous a semblé utile d'examiner le rôle et la place du progrès technique dans les modèles néo-classiques de croissance. L'étude de la controverse entre néo-classiques et néo-cambridgiens est révélatrice à cet égard. On y découvre, en effet, que la préoccupation principale de ces économistes est la relation accumulation - croissance - répartition. On aboutit ainsi à des modèles où le progrès technique apparaît comme plaqué. Les différentes définitions et formes qui lui sont attribuées le rendent "adapté" pour ne remettre en question ni la problématique, ni les résultats essentiels.

Il nous a paru intéressant de prolonger ces constats par une étude économétrique relative au secteur des industries agro-alimentaires françaises ; l'objet de cette étude étant, en termes néo-classiques, de mesurer le biais et le rythme du progrès technique au cours des années 70. La méthode retenue est celle utilisée avec succès par les chercheurs en économie agricole, et il nous a semblé bon de savoir s'il était possible d'obtenir des résultats comparables. En ce qui concerne le secteur IAA, nos résultats mettent en évidence, d'une part, de faibles progrès de productivité sur la période et, d'autre part, une opposition, sur un certain nombre de points, entre les sous-secteurs industrie des autres produits alimentaires et industrie de la viande et du lait. Cette opposition se retrouve notamment dans la structure et l'évolution des parts de facteurs ainsi qu'au niveau des élasticités-prix directes et croisées de la demande des facteurs.

Toutefois, ces résultats connaissent des limites, en particulier, l'estimation du rythme du progrès technique sur chacun des inputs se révèle défaillante. Ceci peut provenir du fait qu'un certain nombre d'hypothèses (concurrence pure et parfaite, rendements d'échelle constants) sont moins adaptées pour l'étude des IAA que pour celle de l'agriculture. Néanmoins, cette étude apporte des éclairages nouveaux et originaux sur l'approche sectorielle des IAA. Il restera à la compléter par une approche en termes d'économie industrielle où l'innovation apparaît comme une variable stratégique, au même titre que d'autres éléments (les prix, les coûts, la publicité par exemple). Il s'agira, le plus souvent, de remettre en question l'hypothèse de concurrence pure et parfaite (prise en compte des "barrières à l'entrée", de la différenciation des produits, de la réaction des concurrents, des politiques d'intégration horizontales ou verticales... etc) et, par suite, de raisonner dans le cadre, plus dynamique, de la théorie de l'oligopole liée à la théorie des jeux.

P A R T I E I

LE STATUT DU PROGRES TECHNIQUE DANS LES THEORIES MACROECONOMIQUES DE LA CROISSANCE

L'analyse de la croissance dans les économies capitalistes a donné lieu à de nombreux débats. Deux écoles de pensée : les néo-classiques (SOLOW - MEADE - SWAN) d'une part et les néo-cambridgiens (KALDOR - ROBINSON - PASINETTI) d'autre part, se sont affrontées, donnant naissance à de nombreux modèles de croissance.

Si la préoccupation de ces divers économistes est la même, leur vision du fonctionnement du système capitaliste est foncièrement différente. En effet, de SOLOW à ROBINSON, les interrogations sont identiques : existe-t-il, pour une économie donnée, un équilibre de croissance ? s'il existe, est-il stable ? Et le coeur ou la problématique commune est l'articulation accumulation-croissance - répartition. Mais, alors que les néo-classiques puisent à la source walrasienne , les néo-cambridgiens sont plus proches du schéma de reproduction marxien.

Or, dans le modèle de Walras, toutes les variables sont déterminées simultanément par les mécanismes du marché, y compris les variables de répartition, qui dépendent donc des conditions de marché et de l'état de la technique. Pour dynamiser le modèle walrasien,il suffit alors de "brancher" une théorie de l'accumulation qui soit neutre vis-à-vis de la répartition. Par contre, chez Marx, l'accumulation provient de l'exploitation liée au capital variable. Mais, parallèlement, l'accumulation modifie la composition organique du capital (c'est-à-dire la part du capital variable). Si bien qu'il peut y avoir contradiction entre accumulation d'une part et répartition d'autre part. C'est là le coeur de la controverse entre néo-classiques et néo-cambridgiens.

Sur la base de cette opposition, différents modèles ont été construits, dans un premier temps, en l'absence de progrès technique. Mais, bien que le degré d'abstraction très élevé, caractérisant ces modèles les tiennent très éloignés de la réalité, les théoriciens de la croissance ne pouvaient ignorer plus longtemps ce phénomène. Ils ont donc intégré ce nouvel élément dans leurs développements. Cependant, le changement de l'état de la technique dans une économie, nous l'avons dit, n'est pas la préoccupation principale des économistes de la croissance ; de plus, l'introduction du progrès technique dans les modèles de base, revient simplement à abandonner une "hypothèse simplificatrice" posée préalablement. Dans un tel contexte, néo-classiques et néo-cambridgiens prennent en compte le progrès technique par souci de réalisme mais il s'agit pour eux, avant tout, d'éviter que ce nouvel élément remette en cause la relation accumulation - répartition qui est à la base de chacun des modèles. En d'autres termes, <u>il s'agit d'introduire un type particulier de progrès technique</u> (c'est-à-dire de faire des hypothèses sur ses effets) <u>qui permette de conserver tout ou partie des résultats établis précédemment</u>.

Les différents concepts de progrès technique proposés par les théoriciens de la croissance ("progrès neutre") répondent à ces exigences. C'est ce que nous allons montrer ici, en examinant comment ces diverses formes de progrès technique se glissent dans le triptyque Accumulation - Croissance - Répartition, chez les néo-classiques puis chez les néo-cambridgiens.

* *
*

CHAPITRE I : LE PROGRES TECHNIQUE DANS L'ANALYSE NEO-CLASSIQUE DE LA CROISSANCE

L'analyse néo-classique de la croissance repose sur l'existence d'une fonction de production qui fonde simultanément la théorie de la répartition et le principe de l'accumulation, via l'hypothèse de concurrence pure et parfaite sur tous les marchés : c'est l'interprétation dynamique du modèle de WALRAS.

En l'absence de progrès technique, la fonction de production est stable de période en période. Lorsque l'on abandonne cette hypothèse, la fonction de production varie : le progrès technique déforme la fonction de production. Quel type de progrès technique entraîne une déformation compatible avec la relation accumulation - répartition établie préalablement ? C'est ce que nous nous proposons d'étudier maintenant. Mais, pour ce faire, il convient, auparavant, d'examiner le modèle de base néo-classique.

Section 1 : Le modèle de base de l'analyse néo-classique

On s'intéresse ici au modèle de SOLOW (1) : l'économie ne produit qu'un seul bien à partir de deux facteurs de production homogènes : le travail et le capital, le bien produit pouvant être utilisé soit comme bien de consommation, soit comme bien capital.

La force de travail croit au taux n, exogène. Le

(1) R.M. SOLOW : "une contribution à la théorie de la croissance économique"-Quartely Journal of economics, vol. 70, 1956 - traduit dans G. ABRAHAM-FROIS : "Problématiques de la croissance" Vol 1 - Economica - 1974 - p. 39-67

stock de capital croît de façon endogène par l'intermédiaire de l'investissement. A l'aide de la fonction de production et des hypothèses de rendements constants ainsi que de concurrence pure et parfaite sur les différents marchés, SOLOW montre que l'équilibre statique de plein emploi est automatiquement assuré et qu'une suite d'équilibres périodiques converge vers un sentier de croissance homothétique où capital, travail et produit croissent au taux de croissance exogène de la population active, les prix des facteurs et leurs parts relatives restant inchangés.

Ainsi, c'est le taux exogène n qui détermine le rythme de croissance de l'économie (taux naturel de croissance), le taux de croissance du facteur endogène capital s'ajustant progressivement, par l'accumulation, à celui du facteur exogène travail.

On étudiera d'abord la fonction de production, qui est le fondement du système ; puis, seront examinées les conséquences de l'hypothèse de concurrence pure et parfaite sur la répartition et l'accumulation. Enfin, la dynamique du système sera décrite.

§1 - Les piliers de l'analyse

a) La fonction de production macroéconomique

1 - La définition de la fonction de production nécessite quelques hypothèses préalables :

L'économie dispose de deux facteurs de production : le travail et le capital. Ces deux facteurs sont homogènes et mesurables en unités physiques. C'est-à-dire que tous les travailleurs sont identiques (il existe un seul type de travailleurs) et également efficaces. De même, le capital est constitué d'unités toutes identiques physiquement (capital "compote"). A un instant donné, on peut donc dire qu'il y a, dans le système, une quantité de travail (L) et une quantité de capital (K). Ces deux facteurs permettent d'obtenir un produit homogène et mesurable, en quantité Y.

La fonction de production est alors la relation, à un instant donné, entre la quantité d'output obtenu (Y) à partir des quantités d'inputs, utilisées (K et L).

soit $Y = F(K, L)$

C'est une relation technique puisqu'elle relie des quantités mesurées en unités physiques. La fonction de production décrit donc les conditions techniques de production, à un instant donné, dans l'économie. Et, lorsque l'on raisonne "à état de la technique donné " (c'est-à-dire en l'absence de progrès technique), la fonction de production est stable de période en période.

2 - La fonction de production néo-classique possède quelques propriétés qu'il convient de souligner :

Elle est continue par rapport à chacun des facteurs. Ceci suppose que le capital soit adaptable, c'est-à-dire que chaque unité de capital (chaque machine par exemple) puisse être utilisée par un nombre variable de travailleurs (en d'autres termes, le rapport $\frac{K}{L}$ peut varier sans contraintes).

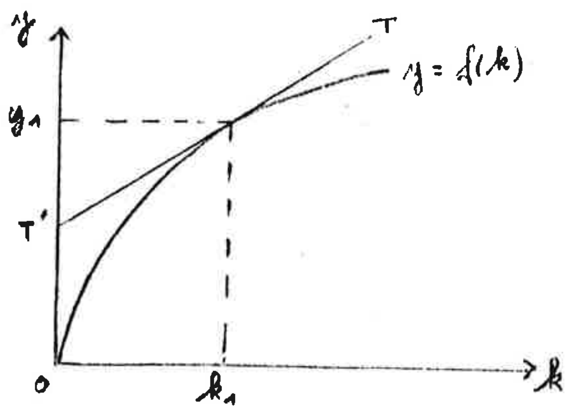
La fonction de production est non décroissante. Alors, toute augmentation de la quantité utilisée de l'un ou l'autre ou des deux facteurs de production se solde par un accroissement de la quantité produite.

De plus, elle est dérivable par rapport à chacune des variables. Les dérivées partielles $\frac{DF}{DK}$ et $\frac{DF}{DL}$ représentent les productivités marginales physiques des facteurs capital et travail. Elles mesurent l'accroissement de la quantité produite, consécutif à l'utilisation d'une unité supplémentaire d'un des facteurs, la quantité utilisée de l'autre restant constante. On admet la "loi des rendements marginaux décroissants". C'est-à-dire que les productivités marginales des facteurs sont supposées positives et décroissantes.

Enfin, SOLOW suppose également que la fonction de production présente des <u>rendements d'échelle constants</u>. En termes mathématiques, cela signifie qu'elle est homogène de degré 1 (1). Ainsi, l'accroissement simultané et d'un même montant des quantités utilisées des facteurs capital et travail, entraîne un accroissement du produit obtenu, dans la même proportion. Par conséquent, si les facteurs de production connaissent le même rythme de croissance (le taux exogène n par exemple), le produit croît également à ce taux ; si bien que les parts relatives du capital et du travail restent constantes. Dans ce cas, la taille de l'économie n'a pas d'importance. Ce sont les rapports entre quantités de facteurs et de produit qui importent. En effet, il est alors possible de réécrire la fonction de production sous la forme :

$$y = f(k) \text{ avec } y = \frac{Y}{L} \text{ et } k = \frac{K}{L}$$

et de la représenter en deux dimensions (Graphique I)



(Grd I)

(1) une fonction est homogène de d° 1 lorsque :
$\forall \lambda \in R, \quad F(\lambda K, \lambda L) = \lambda Y.$

La pente de la droite TT' représente la productivité marginale du facteur K alors que le segment OT' mesure la productivité marginale du travail. On voit alors que si K et L croissent au même taux (K/L =cte), les productivités marginales des facteurs restent constantes. Enfin, soulignons que l'hypothèse de rendements d'échelle constants permet également d'écrire la relation : $Y = \frac{DF}{DK} K + \frac{DF}{DL} L$ (théorème d'Euler).

L'output est égal à la somme des produits des quantités de facteurs par leur productivité marginale.

3 - La fonction de production que l'on vient de définir est une fonction statique. En effet, elle s'écrit : $Y_t = F(K_t, L_t)$. Si les conditions technologiques sont constantes, F est stable. De plus, cette fonction ne met en relation que des éléments d'une même période. Or, on s'intéresse au rythme de croissance du produit. Pour que la quantité produite Y varie, il faut que l'une, au moins, des quantités de facteurs utilisées varie. On sait que la force de travail croît au taux exogène n. Qu'en est-il du stock de capital ? La croissance du capital doit être endogène (sinon, la croissance du produit résulterait d'éléments non économiques). C'est l'investissement qui fait croître le stock de capital d'une période à l'autre. Ainsi, si on ne tient pas compte de la dépréciation, on peut écrire : $K_{t+1} = K_t + I_t$. C'est donc l'investissement (résultant de l'épargne) qui fait le lien entre Y_t et Y_{t+1}. Notons que ceci n'est possible que si l'on suppose le capital homogène (dans le cas où le capital récent est différent physiquement du capital ancien, on ne peut plus sommer K_t et I_t -sauf s'il existe un coefficient de conversion en unités efficaces).

On a également supposé le capital adaptable, c'est-à-dire que le stock de capital peut être transformé instantanément et sans coût pour s'adapter à un nombre variable de travailleurs. Donc, le passé importe peu et les prévisions sur le futur ne sont pas nécessaires (absence d'incertitude). Le facteur temps est réduit à la dimension durée et ne prend pas en compte d'autres éléments essentiels tels que risque, anticipation ...

On remarque que si on introduit ce facteur temps t dans la fonction de production, en faisant dépendre L et K de t (on suppose qu'il existe des lois d'évolution du travail et du capital au cours du temps), la relation initiale Y = F (K, L) s'écrit :

$$\hat{Y} = E\ (Y/K)\ \hat{K} + E\ (Y/L)\ \hat{L} \quad (1)$$

Où E (Y/K) et E (Y/L) sont les élasticités de production des facteurs et $\hat{Y}$, $\hat{K}$ et $\hat{L}$ les variations relatives du produit et des facteurs. Nous reviendrons plus tard sur cette relation.

b) <u>La relation Accumulation - Répartition : l'importance de l'hypothèse de concurrence pure et parfaite sur tous les marchés</u>

L'hypothèse de concurrence pure et parfaite couplée à la fonction de production, définie plus haut, fonde la théorie de la répartition et le principe d'accumulation de la théorie néo-classique de la croissance.

1 - Sous l'hypothèse de concurrence pure et parfaite,

---

(1) partant de la fonction de production. On obtient :

$$dY = \frac{DF}{DK}\,dK + \frac{DF}{DL}\,dL$$

$$\text{d'où } \frac{dY}{dt} = \frac{DF}{DK}\,\frac{dK}{dt} + \frac{DF}{DL}\,\frac{dL}{dt}$$

$$= \frac{DF}{DK}\,K\,\frac{dK}{dt/K} + \frac{DF}{DL}\,L\,\frac{dL}{dt/L}$$

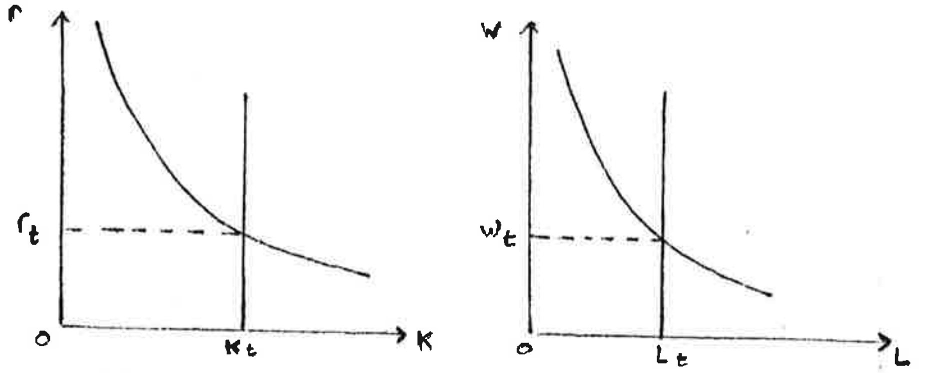
$$\text{soit } \frac{dY}{dt/Y} = \frac{DF}{DK}\,\frac{K}{Y}\,\frac{dK}{dt/K} + \frac{DF}{DL}\,\frac{L}{Y}\,\frac{dL}{dt/L} \Leftrightarrow \hat{Y} = E\ (Y/K)\ \hat{K} + E\ (Y/L)\ \hat{L}$$

les facteurs de production sont <u>rémunérés à leur productivité marginale</u>. Soit w le taux de salaire et r la rémunération unitaire des services du capital, alors :

$r = \frac{DF}{DK}$ et $w = \frac{DF}{DL}$ (w et r sont mesurés en termes de produit)

Ainsi sont déterminées les fonctions de demande de facteurs.

Les néo-classiques supposent, en outre, que l'offre des facteurs est inélastique, c'est-à-dire que la quantité de travail (de capital)disponible à l'instant t est offerte en totalité quel que soit le taux de salaire (la rémunération unitaire du capital). Les courbes d'offre sont donc des verticales d'abscisses L_t et K_t (quantités de travail et de capital disponibles à l'instant t) - (graphique II).



(Gra II)

L'intersection des courbes d'offre et de demande détermine les rémunérations unitaires des facteurs. A chaque période, les quantités offertes sont entièrement utilisées, l'équilibre de plein emploi est automatiquement réalisé sur le marché des facteurs (un problème peut se poser s'il existe une certaine rigidité des salaires ou des profits à la baisse)(1). La quantité produite par période n'est donc limitée que par les ressources disponibles (il n'y a pas de problème de demande). C'est pourquoi l'on qualifie les modèles néo-classiques de modèles d'offre.

Finalement, dans les conditions de concurrence pure parfaite, la seule donnée des quantités de facteurs disponibles,

(1) R.M. SOLOW, op. cit. p. 65

au cours d'une période, détermine, par l'intermédiaire de la fonction de production, la quantité produite et les rémunérations unitaires des facteurs. On connait donc le total des salaires et le total des profits. De plus, puisque les rendements d'échelle sont constants, le produit obtenu est totalement épuisé par la rémunération des facteurs (théorème d'Euler).

2 - Comment se déroule alors le processus d'accumulation? partant du produit réalisé à la période t, une règle d'épargne permet de calculer l'épargne totale (par exemple $S_t = sY_t$). Puisque tous les marchés sont en situation de concurrence pure et parfaite, l'égalité de l'épargne à l'investissement est toujours réalisée (l'investissement découle de l'épargne). Ainsi, le montant d'investissement (I_t) vient s'ajouter au stock de capital déjà existant (K_t) pour donner le stock de capital à la période suivante (K_{t+1}). D'autre part, la quantité de travail croissant de façon exogène au taux n, on connait L_{t+1}. A la période t+1, K_{t+1} et L_{t+1}, par la fonction de production, déterminent Y_{t+1} qui, par la règle d'épargne permet d'obtenir S_{t+1}, donc I_{t+1} et K_{t+2} ...

Finalement, le cheminement de l'économie est constitué d'une suite d'équilibres périodiques de plein emploi.

Voyons maintenant, si cette suite d'équilibres de courte période converge vers un sentier de croissance homothétique.

§2 - La convergence vers un équilibre de croissance

1 - Les hypothèses sont les mêmes que celles posées précédemment. Elles conduisent aux 4 relations suivantes :

- pleine capacité :$y=f(k)$
- équilibre sur le marché des produits : $I = dk = S$

- règle d'épargne : $S=sY$ (1) s est la propen sion moyenne et marginale à épargner

- plein emploi : $L=Loe^{nt}$

Si les rendements d'échelle sont constants , l'économie peut évoluer sur un sentier de croissance homothétique, les trois variables Y, K et L croissant alors au même taux, d'où $k = \frac{K}{L}$ = constante. Cherchons donc à quelle condition $\frac{dk}{k} = 0$.

$$\frac{1}{k}\, dk = d \operatorname{Log} k = d\operatorname{Log} K - d \operatorname{Log} L$$
$$= \frac{s}{k}\, f(k) - n \quad (i)$$

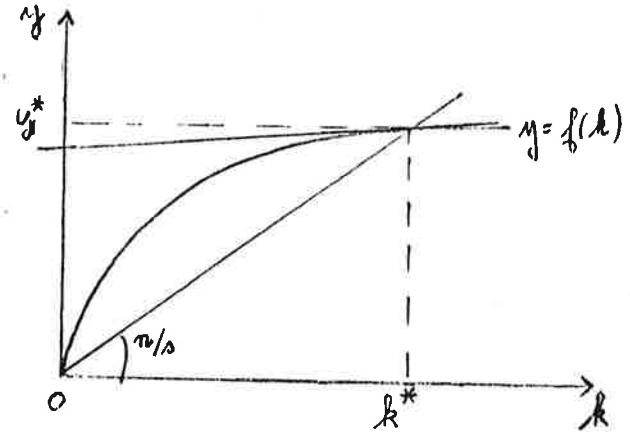
par conséquent, la croissance équilibrée à taux constant n existe si l'intensité capitalistique dans l'économie k^* est telle que :

$$f\ (k^*) = \frac{n}{s}\, k^*$$

Graphiquement (gra. III), le capital par tête correspondant au sentier de croissance équilibrée au taux constant n (k^*) se trouve à l'intersection de la droite $y = \frac{n}{s}\, k$ et de la courbe représentative de la fonction de production. Sur le graphique, la forme de la courbe $y = f\ (k)$ correspond à une fonction de production néo-classique ("well - behaved"). Dans ce cas, le rapport k^* est unique.

Lorsque à un instant donné, l'économie atteint cette intensité capitalistique, elle sera maintenue par la suite et capital, travail et produit croîtront au même taux n. Tandis que les prix des facteurs ainsi que leurs parts relatives dans le produit restent constants (gra. III).

(1) On peut imaginer des règles d'épargne différentes; par exemple : $S = s_w\ W + s_\pi \Pi$ (fonction d'épargne classique) ou encore $S = s_\pi \Pi$ (fonction d'épargne classique extrême). L'introduction de telles fonctions dans le modèle ne modifie pas les résultats obtenus.



(Gra III)

2 - De plus, si l'économie part d'un rapport initial ko différent de k^*, par exemple ko $<$ k^* ; alors, d'après la relation (i), $\frac{dk}{k} > 0$, donc le stock de capital croît plus rapidement que la force de travail jusqu'à ce que k^* soit atteint (dans le cas où ko $>$ k^*, le travail croît plus rapidement que le capital, jusqu'à k^*). Ceci signifie que le sentier de croissance homothétique est stable (c'est-à-dire que si l'économie s'écarte de ce sentier, elle tend à s'en rapprocher).

* *
*

Nous avons vu que, sous les hypothèses néo-classiques, l'équilibre de plein emploi des facteurs est assuré à chaque période dans l'économie et que cette suite d'équilibres périodiques converge vers un équilibre de croissance homothétique au taux n. De plus, cet équilibre de longue période est stable.

Lorsque l'économie est sur un tel sentier de croissance, toutes les variables croissent au taux exogène n. Ce qui peut paraître paradoxal, c'est que, finalement, le rythme de croissance de l'économie est déterminé par un facteur non économique. Il peut paraître étonnant, en effet, que le taux de croissance à long terme ne dépende pas de la propension à épargner. Cependant, si l'on compare deux écomies en équilibre de croissance au taux n, ayant des propensions à épargner différentes, on peut vérifier que l'économie ayant la propension la plus élevée est caractérisée par un produit par tête supérieur, un rapport capital - travail plus élevé, un taux de salaire plus fort et un taux de profit plus faible. Ainsi, plus la propension à épargner est élevée, plus le produit par tête est fort, mais, simultanément plus la consommation par tête est faible. On montre alors que, en régime permanent, la consommation par tête est maximale pour un taux d'épargne égal à la part des profits dans le produit total. Dans ce cas, le taux de profit est égal au taux de croissance : c'est "la règle d'or de l'accumulation".

Soulignons enfin que les hypothèses posées par les néo-classiques (notamment celles relatives au capital) sont très fortes : elles feront d'ailleurs l'objet de vives critiques de la part des néo-cambridgiens. Les néo-classiques ne sont pas restés sourds à ces critiques et le modèle de base a fait l'objet de nombreux raffinements. Ainsi, sont apparus des modèles à deux secteurs (on abandonne l'hypothèse d'un seul bien produit en introduisant une différenciation physique entre bien de consommation et bien capital) où les fonctions de production dans chacun des secteurs sont soit à facteurs substituables, soit à facteurs complémentaires (le capital n'est plus adaptable). Mais, moyennant une hypothèse supplémentaire, les résultats sont analogues à ceux obtenus précédemment (1).

L'hypothèse d'absence de progrès technique est également

---

(1) Dans le cas d'un modèle à 2 secteurs (que les coefficients de production soient fixes ou variables), l'équilibre de longue période est toujours unique et stable si l'on fait l'hypothèse supplémentaire que le secteur du bien de consommation est plus mécanisé(capital par tête plus élevé) que le secteur du bien de production. Voir sur ce point : RGD ALLEN : "Théorie macroéconomique" - A. COLIN, 2e édition, 1969, p. 250-267 et J.F. AUDROING : "Fonctions de production et modèles de croissance" Thèse, RENNES, 1967,p. 134-167.

très restrictive. Est-ce que son abandon conduit à la remise en cause du modèle de base ? C'est ce que nous allons voir maintenant.

Section 2 : La prise en compte du progrès technique

Des tests économétriques effectués par SOLOW sur une fonction de production de COBB-DOUGLAS ont révélé que, sur la période 1909-1949, moins de 50 % du taux de croissance du produit national des Etats Unis était "imputable " à l'accroissement des quantités d'inputs primaires (capital et travail), mesurés conventionnellement en indices (1).

Ces résultats supposent que, contrairement à ce que l'on pouvait attendre, ni l'accroissement du stock de capital, ni l'augmentation de la force de travail ne jouent un rôle essentiel dans l'explication de la croissance. Il existe donc au moins un autre facteur explicatif, omis jusqu'à présent, mais qu'il s'avère alors indispensable d'introduire dans les modèles de croissance : Le progrès technique.

Cependant, dans l'optique des économistes néo-classiques, ce nouvel élément doit être compatible avec l'usage qu'on en veut faire : à savoir, accroître le réalisme du modèle de base sans en modifier le fonctionnement et, si possible, les résultats. Ceci explique les hypothèses posées sur la forme du progrès technique.

Nous montrerons, dans cette section, que la prise en compte d'un progrès technique exogène, sans influence sur

---

(1) C.G. HARCOURT : "Some cambridge controversies in the theory of capital" - Cambridge University press, 1972, p. 49

l'homogénéité du produit, ni sur celle du capital, et variant continuement dans le temps, transforme la fonction de production mais sans altérer le fonctionnement du modèle de base ; puis nous verrons que l'introduction du progrès technique neutre au sens de HARROD permet de conserver le schéma de convergence vers un équilibre de croissance de longue période.

§1 - Le point d'impact du progrès technique : La fonction de production

La fonction de production, sous sa forme classique $Y = F(K, L)$, résume les conditions techniques de production, à un moment donné, dans une économie. Si, sous l'action du progrès technique, une ou plusieurs techniques nouvelles apparaissent par exemple, "l'état de la technique" change. La fonction de production doit donc être modifiée.

Ainsi, le progrès technique déforme la fonction de production. Et cette déformation dépend des hypothèses posées sur la forme du progrès technique.

a) Le progrès technique a été introduit dans les modèles en tant que facteur explicatif de la croissance. On s'intéresse à ses conséquences économiques et non à l'influence de certaines variables économiques sur son origine et sur son rythme. Il est donc considéré comme <u>exogène</u> ("la manne tombant du ciel"). c'est-à-dire qu'il n'est pas généré par le modèle.

b) La fonction de production, nous l'avons dit, est une relation technique puisqu'elle relie une quantité d'output à des quantités d'inputs. Pour pouvoir continuer à parler de fonction de production, en présence de progrès technique, il est nécessaire que ce dernier soit neutre vis-à-vis de l'homogénéité de l'output, d'une part, et des facteurs de production, d'autre part.

Dans le premier cas, on est dans l'obligation d'éliminer tout progrès technique qui consisterait en l'introduction de nouveaux produits. On ne retient, par conséquent, que le progrès technique dont l'objet est l'introduction de nouvelles méthodes de production qui améliorent les procédés de fabrication en dehors de toute différenciation physique du produit final. Le seul résultat recherché est alors la réduction du coût moyen par unité produite (lorsque les prix des facteurs restent constants).

En ce qui concerne l'homogénéité des facteurs, le même problème se pose : une nouvelle technique de production telle que définie plus haut peut reposer sur une meilleure utilisation des inputs existants (c'est le cas du progrès technique non incorporé) ou sur l'utilisation d'inputs différents (on parle alors de progrès technique incorporé au capital ou au travail). Le progrès technique non incorporé permet de conserver l'homogénéité des inputs. En effet, tout se passe comme si un savoir-faire technique tombait, tout à coup, sur toutes les machines et / ou tous les hommes. Ainsi, à quantités de capital et /ou de travail constantes, ce type de progrès entraîne la production d'une quantité de produit supérieure. Dans la réalité, ce type de progrès technique peut apparaître lors d'une réorganisation au sein d'une unité de production ou encore peut-être le résultat d'un phénomène d'habitude ou d'apprentissage. Toutefois, même si les performances varient, la nature des facteurs de production reste la même. Notons enfin que le rythme de l'investissement n'a aucune influence sur le rythme d'insertion du progrès technique. Par contre, lorsque le progrès technique est incorporé aux facteurs de production, on ne peut plus faire référence à une quantité de travail ou à un stock de capital. En effet, si le progrès technique est incorporé au capital, cela signifie qu'il ne s'applique qu'aux dernières machines installées : le capital ne peut donc plus être considéré comme homogène. A un moment donné, le stock de capital est constitué de générations successives de machines, d'autant plus productives qu'elles sont de production récente (1). Il en résulte que ce progrès technique ne peut se manifester que s'il y a investissement (l'investissement accroît le stock de capital et ses performances productives). Ainsi, sous l'hypothèse de progrès incorporé, on n'a plus une mais plusieurs fonctions de production, chacune étant associée à une génération de capital et/ ou de travail différente.

C'est pourquoi, dans un premier temps, les néo-classiques ont introduit le progrès technique non incorporé dans la fonction de production.

c) Le progrès technique varie continuement dans le temps. Sous cette hypothèse, qui élimine les phénomènes de mutations brusques des techniques, <u>la fonction de production se déforme régulièrement dans le temps</u>.

Les néo-classiques traduisent ce fait en introduisant, dans la fonction de production, une nouvelle variable t, continue, assimilable au temps. Si le progrès technique est du type non incorporé, la fonction de production s'écrit :

$$Y = F(K, L, t)$$

Ainsi, le progrès technique est une fonction exogène du temps, et la surface de production s'élève continuement dans le temps.

1 - Puisque la fonction F est continue et dérivable par rapport aux variables, nous pouvons écrire :

---

(1) le même traitement peut être appliqué au facteur travail.

$$dY = \frac{DF}{DK}\, dK + \frac{DF}{DL}\, dL + \frac{DF}{Dt}\, dt \quad (1)$$

Une variation du produit total peut résulter soit d'un accroissement des quantités de facteurs, soit de l'action du progrès technique, ou des deux simultanément. Il est également possible de reformuler la relation en termes de taux de croissance. En effet :

$$\frac{dY}{dt/Y} = E\ (Y/K)\ \frac{dK}{dt/K} + E\ (Y/L)\ \frac{dL}{dt/L} + \frac{DF}{Dt/Y}$$

$$\text{soit} \quad \hat{Y} = E\ (Y/K)\ \hat{K} + E\ (Y/L)\ \hat{L} + \frac{F't}{Y}$$

On retrouve alors la forme dynamique de la fonction de production (section 1, §1) à laquelle on ajoute l'effet du progrès technique sur la variation de l'output. Cette seconde relation montre qu'il existe une ambigüité quant à l'interprétation de la variable t. Dans la première partie, de l'équation ($\hat{Y} = E\ (Y/K)\ \hat{K} + E\ (Y/L)\ \hat{L}$), t représente le temps, et $\frac{dL}{dt}$ ($\frac{dK}{dt}$) mesure la variation de l'offre de travail (de capital) d'une période à l'autre, sans aucune référence à l'accroissement de son efficacité consécutif à l'action du progrès technique. Par contre, lorsque l'on écrit F'_t, t est un indice de progrès qui n'est pas le temps, bien qu'il se manifeste au cours du temps et par suite de l'écoulement du temps.

2 - Pour isoler l'action du progrès technique, supposons que les offres de facteurs restent inchangées ($\frac{dK}{dt} = \frac{dL}{dt} = 0$). Dans ce cas, $\frac{dY}{dt/Y} = \frac{F'}{Y}\,t$

(1) En général, le taux de progrès technique est supposé indépendant des quantités de facteurs utilisées.

Les néo-classiques appellent <u>taux de progrès technique</u>, le taux d'accroissement du produit imputable au seul progrès technique. Ainsi, $\frac{dY}{dt/Y} = m$ signifie que, à quantités de facteurs constantes, l'amélioration des méthodes de production a permis, sur une période, une augmentation de m% du produit (1). Les produits moyens ($\frac{Y}{K}$ et $\frac{Y}{L}$) ont donc également crû de m %.

Mais, comment évoluent les produits marginaux du capital et du travail ? Celà dépend de <u>la nature du progrès technique</u>. Lorsque les facteurs croissent au même taux et à condition que les rendements d'échelle soient constants, on dit que le progrès est <u>neutre</u> si les produits marginaux des facteurs s'accroissent dans la même proportion $\left(\frac{d\left(\frac{F'K}{F'L}\right)}{dt} = 1\right)$ (2), <u>Labor-saving</u> si le produit marginal du travail croît moins rapidement que celui du capital $\left(\frac{d\left(\frac{F'K}{F'L}\right)}{dt} > 1\right)$; et <u>capital-saving</u> dans le cas contraire : $\left(\frac{d\left(\frac{F'K}{F'L}\right)}{dt} < 1\right)$. Les produits marginaux sont donc liés au progrès technique. On peut, à présent, écrire :

$$\frac{DF}{DK} = F'K\ (K,L,t) \quad \text{et} \quad \frac{DF}{DL} = F'L\ (K,L,t)$$

F'L et F'K sont toujours positifs et décroissants par rapport à K et L, mais ils dépendent maintenant également de t. Et, puisque le progrès technique varie continuement dans le temps, les produits marginaux évoluent eux aussi de façon régulière.

---

(1) Dans la réalité, ce taux est variable dans le temps. Cependant, puisqu'il est destiné à être pris en compte dans des modèles de croissance à taux constant, il sera, par la suite, supposé constant.

(2) analogue à la neutralité au sens de Hicks.

Nous allons montrer, que ce type de progrès technique ne remet pas en cause la relation accumulation - répartition posée au préalable.

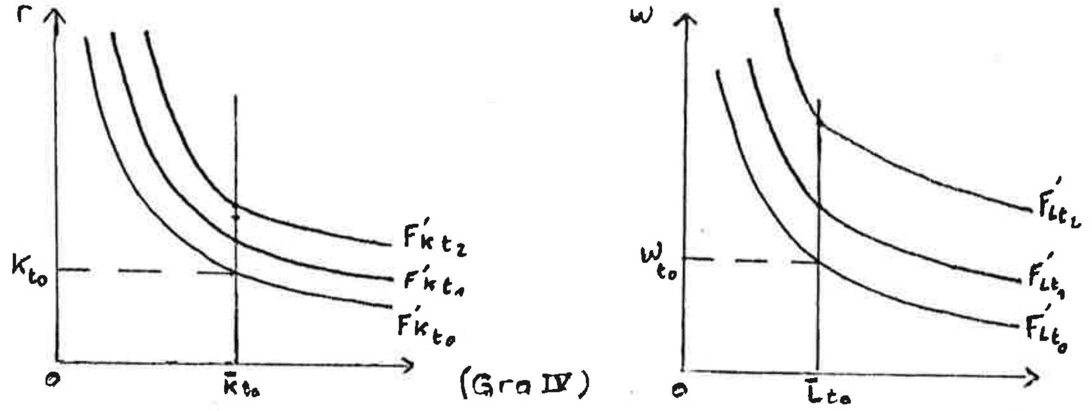
§2 - La relation accumulation - répartition

a) Répartition lorsque les offres de facteurs sont constantes

1 - A un instant donné to, il existe, dans l'économie un ensemble de travailleurs et un stock de capital d'efficacité donné (liée à to). Sous l'hypothèse de concurrence pure et parfaite, ces facteurs de production sont rémunérés à leur productivité marginale. Soit r_o = F'K (K, L, to) et W_{to} = F'L (K,L, to). On détermine ainsi les fonctions de demande de facteurs à l'instant to. Si les offres de facteurs sont inélastiques, l'équilibre de plein-emploi est automatiquement assuré (gra. IV).

Passons à la période t1. On suppose que les facteurs croissent au même taux et que les rendements d'échelle sont constants; ou, ce qui est équivalent, que les offres de facteurs restent inchangées ($K_{t1} = \bar{K}_{to}$ et $L_{t1} = \bar{L}_{to}$). En l'absence de progrès technique, on aurait eu $Y_{t1} = Y_{to}$. Mais si l'on introduit le progrès technique (non incorporé et variant continuement dans le temps), le produit en t1, (égal à Y_{t1}) est supérieur au produit en to (égal à Y_{to}). Et, ce supplément de produit résulte uniquement de l'accroissement de l'efficacité de tous les travailleurs et /ou de toutes les machines. Ainsi, le progrès technique déplace les fonctions de demande de facteurs, de façon régulière, au cours du temps (gra. IV). Les rémunérations des facteurs varient donc également.

.../...



(Gra IV)

<u>Le principe de la répartition est, par conséquent, conservé</u> : les rémunérations des facteurs primaires dépendent toujours des conditions de marché et de l'état de la technique.

2 - C'est la nature du progrès technique qui détermine l'amplitude du déplacement des courbes. Sur le graphique IV, le produit marginal du travail croît plus rapidement que celui du capital, le progrès technique est donc capital-saving. Par suite, le rythme de croissance du taux de salaire est supérieur à celui du taux de profit. Dans ce cas, la part du capital dans le produit diminue (1).

On voit donc que le progrès technique n'est pas rémunéré en tant que tel. Il apparaît comme une sorte de gain d'aubaine qui profite à l'un ou l'autre des facteurs de production.

b) <u>La relation accumulation - répartition</u>

Supposons à présent, que la force de travail croisse, de façon exogène, au taux n et qu'il existe une fonction d'épargne de la forme $S_t = sY_t$.

---

(1) Partons de la relation d'Euler (rendements d'échelle constants) : $Y_{to} = r_{to}\,\bar{K}_{to} + W_{to}\,\bar{L}_{to}$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{dY_t}{dt/Y_t} = \frac{dr_t}{dt/r_t}\,\frac{r_t\,\bar{K}_t}{Y_t} + \frac{dW_t}{dt/W_t}\,\frac{W_t\,\bar{L}_t}{Y_t}$$

- Si le progrès technique est neutre : $\frac{dr_t}{dt/rt} = \frac{dw_t}{dt/wt}$

Les rémunérations des facteurs croissent au même taux (le taux de progrès technique) et leurs parts relatives restent constantes.

- Si le progrès technique est labor-saving : $\frac{dr_t}{dt/rt} > \frac{dW_t}{dt/wt}$ et la part du travail diminue.

1 - Partons de la situation précédente à l'instant to : $\bar{K}_{to}$ et $\bar{L}_{to}$ déterminent, par la fonction de production, Y_{to}. La règle d'épargne donne alors S_{to}. Puisque tous les marchés sont en concurrence pure et parfaite, le montant d'épargne S_{to} est égal à l'investissement en to, I_{to}. Ce dernier vient s'ajouter au stock de capital existant, $\bar{K}_{to}$ (1) et l'on obtient la quantité de capital "d'efficacité to" disponible pour la période suivante (appelons là K^{+}_{to}). La même opération est effectuée sur le facteur travail (soit L^{+}_{to} la force de travail "d'efficacité to" offerte). Lors du passage à l'instant t1, le progrès technique (sous les hypothèses néo-classiques) rend tout le travail et / ou tout le capital plus efficace. Par suite, les quantités d'inputs primaires "d'efficacité t1", $\bar{K}_{t1}$ et $\bar{L}_{t1}$ donnent Y_{t1}. La variation du produit résulte alors, à la fois de l'accroissement des quantités de facteurs et de l'amélioration des techniques de production.

Que se passe-t-il sur le marché des facteurs ? Le passage de l'instant to à l'instant t1 est résumé par le graphique V. Prenons le cas du facteur travail :

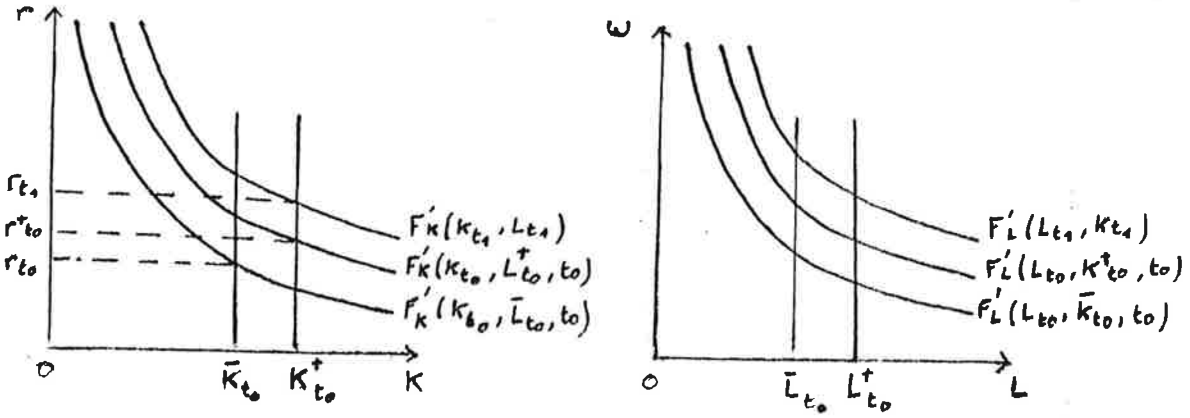
$W = F'L\ (\bar{K}_{to}, L_{to}, to)$ est la fonction de demande de travail "d'efficacité to", à l'instant to.

$W' = F'L\ (K^{+}_{to}, L_{to}, to)$ représente alors la fonction de demande de travail "d'efficacité to" à l'instant t1 (c'est-à-dire lorsqu'il n'y a pas de progrès technique). Le déplacement de la courbe est dû uniquement à l'accroissement du stock de capital disponible.

Enfin $W = F'L\ (K_{t1}, L_{t1})$ est la fonction de demande de travail "d'efficacité t1" à l'instant t1. Dans ce cas, le passage de la 2e à la 3e courbe* du seul effet du progrès technique sur l'efficacité des facteurs.

* résulte

(1) La sommation est possible car le nouveau capital est identique au capital ancien.



(Gra V)

Finalement, sous les hypothèses classiques, l'équilibre de plein emploi est toujours assuré, que l'on prenne ou non en compte le progrès technique tel que défini par les néo-classiques.

2 - Enfin, notons que lors du passage de l'instant t1 à l'instant t2, $S_{t1} = sY_{t1} = I_{t1}$. Si Y_{t1} résulte de l'accroissement des inputs et de l'action du progrès technique, la quantité totale d'épargne S_{t1} subit également les effets du progrès technique. Toutefois, ce progrès technique ne modifie pas la nature du produit final ; I_{t1}, tout comme I_{to} peut donc être assimilé à une quantité de capital "d'efficacité to" et peut être additionné au stock de machines existant K^+_{to}. Ceci permet d'obtenir le même schéma de période en période. Par suite, la dynamique du système est en tout point comparable, au niveau du principe, à celle qui régit le modèle de base.

Cependant, nous verrons, dans le paragraphe suivant, que la convergence du système vers un équilibre de croissance de longue période n'est assurée que sous certaines hypothèses supplémentaires relatives à la forme du progrès technique.

§3 - La convergence vers un équilibre de croissance

Sous l'action du progrès technique, la fonction de production se déforme régulièrement dans le temps. Certaines grandeurs sont donc susceptibles d'être affectées (notamment les productivités marginales des facteurs, leur utilisation respective etc...).

Pour connaître la nature de ces modifications, il est indispensable de déterminer, de façon précise, comment le progrès technique agit sur la fonction de production. En particulier, nous l'avons souligné, le progrès technique non incorporé peut améliorer l'efficacité soit de toute la force de travail, soit du stock de capital total, soit des deux simultanément. A ces 3 hypothèses correspondent 3 définitions du"progrès technique neutre".

Mais nous verrons que seul le progrès technique neutre au sens de HARROD est compatible avec le schéma de convergence vers un équilibre de croissance de longue période.

a) <u>Le progrès technique neutre au sens de HARROD</u>

1 - Le progrès neutre de Harrod entraîne"<u>un accroissement total de l'efficacité du facteur travail</u>" (1). La fonction de production s'écrit alors :

$$Y = F\ (K, \alpha(t)\ L) \quad \text{avec}\ \alpha(t) = 1 \quad \text{quand}\ t = 0$$
$$\text{et}\ \frac{d\,\alpha(t)}{dt} > 0 \quad \text{pour} \quad t > 0$$

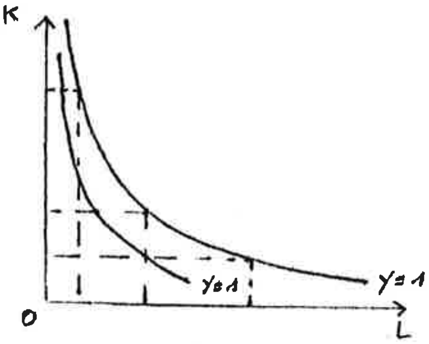
En fait, la forme de la fonction de production est fixe mais avec un <u>input travail mesuré en unités efficaces</u> plutôt qu'en unités naturelles. En effet, on peut encore écrire :

$$Y = F\ (K, \bar{L}) \quad \text{avec}\ \bar{L} = \alpha(t)\ L, \quad (i)$$

où $\bar{L}$ est le travail en unités efficaces et L la force de travail en unités naturelles. Puisque α croît au cours du temps, la relation (i) signifie qu'à une quantité donnée de

(1) J. ROBINSON - "The classification of inventions" Review of economic studies - Fév. 1938, p. 140
Ce n'est pas la définition originale de Harrod mais nous y reviendrons plus tard.

travail en unités naturelles, correspond une augmentation du nombre d'unités efficaces, ou encore, un nombre donné d'unités efficaces représente une force de travail en unités naturelles qui décroît. Ainsi, $Y = F\ (K, \bar{L})$ entraîne, dans le 1er cas, qu'à partir d'un stock de capital donné et d'une force de travail en unités naturelles fixe, on obtient une quantité croissante d'output de période en période. Le progrès neutre de Harrod a donc le même effet qu'un accroissement exogène de la force de travail avec une technique inchangée. Dans le second cas, on peut produire la même quantité d'output en combinant, à un stock de capital constant, une quantité de travail naturel inférieure de période en période. Il est possible de représenter cette situation à l'aide des courbes d'isoproduit (gra. VI).



(Gra VI)

Entre to et t1 la courbe d'isoproduit Y = 1 se déplace vers la gauche : les besoins en travail (naturel) diminuent de moitié. (les rendements d'échelle sont constants).

2 - Lorsque les rendements sont constants, il est possible de réécrire la fonction de production sous la forme :

$$\bar{y} = f\ (\bar{k}) \quad \text{avec } \bar{y} = \frac{Y}{\bar{L}} = \alpha(t)^{-1}\frac{Y}{L}$$

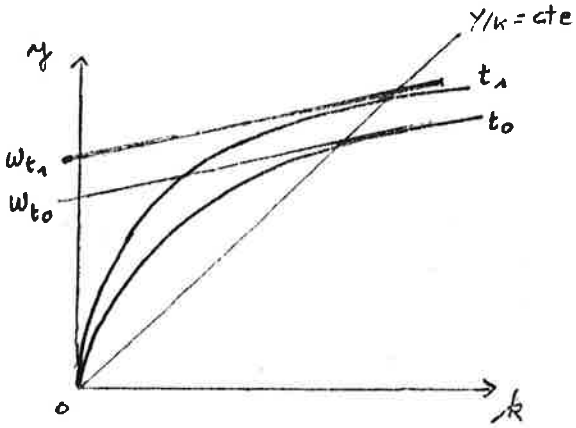
$$\text{et } \bar{k} = \frac{K}{\bar{L}} = \alpha(t)^{-1}\frac{K}{L} = \alpha(t)^{-1}k$$

$\bar{y}$ et $\bar{k}$ sont l'output et le capital par unité efficace de travail. On peut alors en déduire une propriété essentielle du progrès neutre de Harrod lorsque les rendements sont constants : quel que soit t, les productivités marginales et moyennes du capital sont :

$$\frac{DF}{DK} = \frac{DY}{DK} = \frac{dy}{dk} = \frac{d\bar{y}}{d\bar{k}} = f'(\bar{k}) \text{ et } \frac{Y}{K} = \frac{y}{k} = \frac{\bar{y}}{\bar{k}} = \frac{1}{\bar{k}} f(\bar{k})$$

D'où, si la productivité marginale du capital $\frac{DY}{DK}$ est constante au cours du temps alors $\bar{k}$ est également constant ainsi que le rapport output / capital (la réciproque est également vraie). Ce qui signifie que : si le progrès technique est neutre au sens de Harrod, et si les rendements sont constants, la productivité marginale du capital reste constante dans le temps, chaque fois que le rapport output/ capital reste inchangé. De plus, si les marchés des facteurs sont en concurrence pure et parfaite, le taux de profit est constant chaque fois que le rapport output / capital est constant.

Ceci nous permet de représenter graphiquement comment se déplace la fonction de production sous l'effet du progrès technique neutre de Harrod (gra. VII).



(Gra VII)

On voit, sur ce graphique que le taux de salaire croît entre to et t1. Soit W_t le salaire par tête (unités naturelles).

$$W = \frac{DF}{DL} = \frac{DF}{D\bar{L}} \frac{d\bar{L}}{dL} = \alpha(t) \frac{DF}{D\bar{L}}$$

$$\text{soit } \frac{dW}{dt} = \frac{d\alpha(t)}{dt} \frac{DF}{D\bar{L}} + \alpha(t) \frac{d\left(\frac{DF}{D\bar{L}}\right)}{dt}$$

d'où $\hat{W} = \hat{\alpha}$

Il convient de souligner, en outre, que si le taux de profit reste inchangé et si le progrès est neutre au sens de Harrod, alors, le rapport output/ capital est constant. Si bien que la part du capital dans le produit $\left(\frac{rK}{Y}\right)$ est fixe ainsi que la part du travail. Le progrès technique neutre de Harrod laisse donc les parts relatives des facteurs inchangées.

Enfin, nous pouvons calculer le taux de progrès technique neutre : c'est le taux de croissance du produit et du capital qui laisse la productivité marginale du capital constante lorsque l'offre de travail (en unités naturelles) est donnée. On a :

$$dY = \frac{DF}{DK}\,dK + \frac{DF}{D\bar{L}}\,d\bar{L}$$

$$\frac{dY}{dt/Y} = \frac{DF}{DK}\,\frac{K}{Y}\,\frac{dK}{dt/K} + \frac{DF}{D\bar{L}}\,\frac{1}{Y}\,\frac{d\bar{L}}{dt}$$

$$= \frac{DF}{DK}\,\frac{K}{Y}\,\hat{K} + \frac{DF}{D\bar{L}}\,\frac{1}{Y}\left(\frac{d\alpha(t)}{dt/\alpha(t)}\,\alpha(t)L + \alpha(t)L\,\frac{dL}{dt/L}\right)$$

soit $$\hat{Y} = \frac{DF}{DK}\,\frac{K}{Y}\,\hat{K} + \frac{DF}{D\bar{L}}\,\frac{\bar{L}}{Y}\,(\hat{\alpha} + \hat{L})$$

si on pose $\hat{L} = 0$ et $\hat{Y} = \hat{K}$ alors

$$\hat{Y}\,\underbrace{\left(1 - \frac{DF}{DK}\,\frac{K}{Y}\right)}_{cte} = \hat{\alpha}\,\underbrace{\frac{DF}{DL}\,\frac{L}{Y}}_{cte}$$

donc $\hat{Y} = \hat{K} = \hat{\alpha}$ (si le progrès technique s'effectue à un rythme constant égal à m, m est le taux de progrès technique neutre).

Par contre, posons $\hat{L} = n$ alors $\hat{Y} = \hat{K} = m + n$. Ainsi, si le progrès technique est neutre, au sens de Harrod, et si les rendements sont constants, le produit et le stock de capital croissent au même taux constant m + n égal au taux de croissance de la force de travail auquel on ajoute le taux de progrès technique. Ce résultat montre déjà que ce type de progrès technique est approprié au modèle de base néo-classique. Il exprime, en effet, le fait que le progrès neutre de Harrod agit de la même façon qu'un accroissement de la force de travail. Examinons cela de plus près.

3 - Nous partons du modèle de base décrit au 1er paragraphe et nous y introduisons le progrès neutre de Harrod au taux constant m. Dans ce cas, $\bar{L} = e^{mt}L$. Si nous supposons que la force de travail naturel (L) croît au taux n alors le taux de croissance de la quantité de travail efficace ($\bar{L}$) est égal à n + m (1). Nous sommes donc ramenés au modèle de base, en l'absence de progrès technique, où la force de travail croît,de façon exogène, au taux m + n. <u>Les résultats du modèle de base restent valables</u>. Le système converge vers un équilibre de croissance où produit, capital et travail efficace croissent au taux m + n. L'intensité capitalistique d'équilibre $k^* = \frac{K^*}{\bar{L}^*}$ reste constante ainsi que le taux de profit et les parts relatives des facteurs. Par contre, le salaire par tête croît au taux m de même que le produit par tête.

b) <u>Le progrès technique neutre au sens de Hicks</u>

1 - Il entraîne un <u>accroissement total et dans les mêmes proportions de l'efficacité des facteurs travail et capital</u>. La fonction de production s'écrit :

$$Y = \alpha(t)\ F\ (K,\ L) \text{ avec } \alpha(t) = 1 \text{ pour } t = 0$$
$$\text{et } \frac{d\alpha(t)}{dt} > 0 \text{ pour } t > 0$$

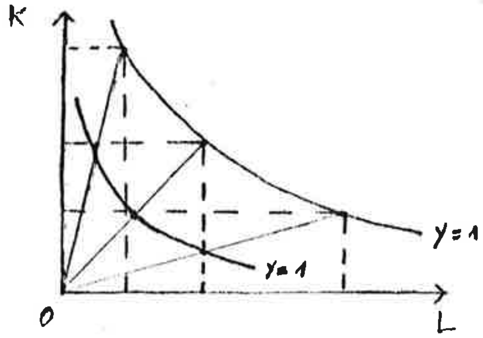
---

(1) $\frac{d\bar{L}}{dt} = me^{mt}\ L + e^{mt}\ \frac{dL}{dt}$

$$\frac{d\bar{L}}{dt/\bar{L}} = \frac{me^{mt}L}{e^{mt}L} + \frac{e^{mt}\frac{dL}{dt}}{e^{mt}L} = m + \frac{dL}{dt/L} = m + \hat{L}$$

donc $\hat{\bar{L}} = m + n$

Dans le cas du progrès neutre de Hicks, une quantité donnée d'output peut être obtenue à partir de quantités de facteurs décroissantes (dans les mêmes proportions si les rendements d'échelle sont constants) au cours du temps. Le déplacement des courbes d'isoproduit est tel que le montre le graphique VIII (les besoins en travail et capital diminuent de moitié).



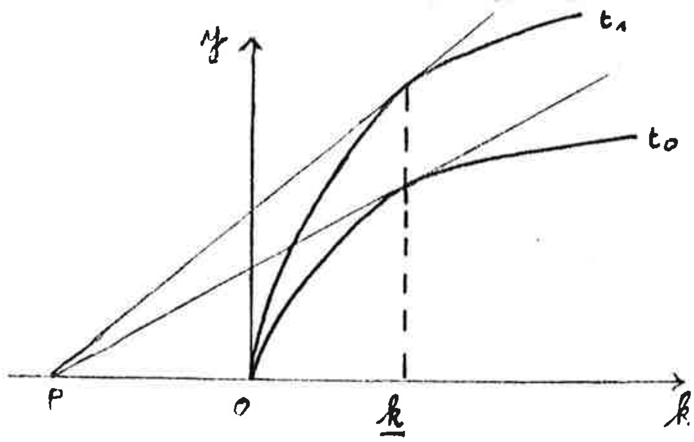
(Gra VIII)

2 - Lorsque les rendements sont constants, $y = \alpha(t)\ f\ (k)$ où $y = \frac{Y}{L}$ et $k = \frac{K}{L}$ si bien que le rapport des rendements marginaux est constant chaque fois que le rapport capital - travail est inchangé (1). Représentons graphiquement la déformation de la fonction de production de l'instant to à l'instant t1. (Gra. IX). La fonction de production se déplace parallèlement à l'axe des ordonnées.

.../...

---

(1) $$\frac{\frac{DY}{DK}}{\frac{DY}{DL}} = \frac{\alpha(t)\ \frac{df}{dk}}{\alpha(t)\ f(k) - k\ \alpha(t)\ \frac{df}{dk}} = \frac{\frac{df}{dk}}{f\ (k)\ -\ k\ \frac{df}{df}}$$



(Gra IX)

Pour une intensité capitalistique donnée k, les productivités marginales du capital et du travail croissent dans les mêmes proportions (leur rapport OP reste constant). En concurrence pure et parfaite, si le rapport capital / travail est fixe et si le progrès est neutre au sens de Hicks, les parts relatives des facteurs restent inchangées(1).

Un cas particulier est celui où les offres de facteurs sont données ($\frac{K}{L}$ =cte). Si les rendements d'échelle sont constants :

$Y = \alpha(t)\ F\ (K,L) = F\ (\alpha\ (t)\ K,\ \alpha(t)L) = F\ (\bar{K},\ \bar{L})$, Alors :

$$dY = \frac{DF}{D\bar{K}}\, d\bar{K} + \frac{DF}{D\bar{L}}\, d\bar{L}$$

$$\frac{dY}{dt} = \frac{DF}{D\bar{K}}\, \frac{d\bar{K}}{dt} + \frac{DF}{D\bar{L}}\, \frac{d\bar{L}}{dt} = \frac{DF}{D\bar{K}} \left(\frac{d\alpha(t)}{dt} K\right) + \frac{DF}{D\bar{L}} \left(\frac{d\alpha(t)}{dt} L\right)$$

d'où $\hat{Y} = \hat{\alpha} = m$

On voit dès lors que, contrairement au cas du progrès neutre de Harrod, le progrès technique neutre au sens de Hicks ne laisse pas le rapport output/ capital inchangé. Ce qui signifie que le système ne converge plus, en général, vers un équilibre de croissance de longue période.

---

(1) Lorsque les quantités de facteurs ne varient pas proportionnellement ($\frac{K}{L} \neq$ cte), les parts relatives des facteurs restent constantes si et seulement si l'élasticité de substitution est égale à 1.

3 - . Pour le prouver, reprenons notre modèle de base avec progrès neutre de Hicks. On a :

$$Y = F\,(\bar{K},\ \bar{L})$$

$$\text{soit } \frac{dY}{dt} = \frac{DF}{D\bar{K}}\frac{d\bar{K}}{dt} + \frac{DF}{D\bar{L}}\frac{d\bar{L}}{dt}$$

$$\frac{dY}{dt} = \frac{DF}{D\bar{K}}\bar{K}\,(\hat{\alpha} + \hat{K}) + \frac{DF}{D\bar{L}}\bar{L}(\hat{\alpha} + \hat{L})$$

$$\text{Soit} \quad \hat{Y} = \frac{DF}{D\bar{K}}\frac{\bar{K}}{Y}\,(m + \hat{K}) + \frac{DF}{D\bar{L}}\frac{\bar{L}}{Y}\,(m + n)$$

$$= m + \frac{DF}{D\bar{K}}\frac{\bar{K}}{Y}\hat{K} + n\,\frac{DF}{D\bar{L}}\frac{\bar{L}}{Y}$$

Pour qu'il y ait équilibre de croissance, il faudrait que :

$$\hat{Y} = \hat{K} = \frac{m}{\frac{DF}{D\bar{L}}\frac{\bar{L}}{Y}} + n = cte \quad (ii)$$

Or, lorsque la fonction de production est quelconque, cette relation n'est pas vérifiée. Ainsi, quand on introduit le progrès technique neutre de Hicks dans le modèle de base, <u>le système ne converge plus vers un équilibre de croissance de longue période</u>.

Il existe cependant un cas pour lequel la convergence est possible en présence de ce type de progrès technique : lorsque la fonction de production est une Cobb- Douglas à rendements d'échelle constants. (ou plus généralement, lorsque la fonction de production est à facteurs séparables.).

En effet, on a alors :

$$Y = e^{mt} L^{\beta} K^{1-\beta}$$

$$= (e^{\frac{mt}{\beta}}\ L)^{\beta}\,(e^{\frac{m\,t}{1-\beta}}\ K)^{1-\beta}$$

d'où, d'après la relation (ii)

$$\hat{Y} = \hat{K} = \frac{m}{\beta} + n = cte$$

Et on retombe sur le cas du progrès technique neutre de

Harrod ; lorsque la force de travail croît au taux n, le produit et le stock de capital croissent au taux $\frac{m}{\beta} + n$. Le taux de profit est constant au cours du temps tandis que le taux de salaire augmente au taux $\frac{m}{\beta}$. Par suite, les parts relatives des facteurs dans le produit restent inchangées. (1)

Donc, lorsque le progrès est neutre au sens de Hicks, si la fonction de production est une Cobb-Douglas à rendements constants, le système converge vers un équilibre de croissance analogue à celui engendré quand le progrès est neutre au sens de Harrod (2). Nous allons voir maintenant que les conclusions sont identiques avec le progrès neutre de SOLOW.

c) Le progrès technique neutre au sens de SOLOW

1 - C'est le cas symétrique du progrès neutre au sens de Harrod, en ce sens qu'il accroît l'efficacité du facteur capital. La fonction de production s'écrit :

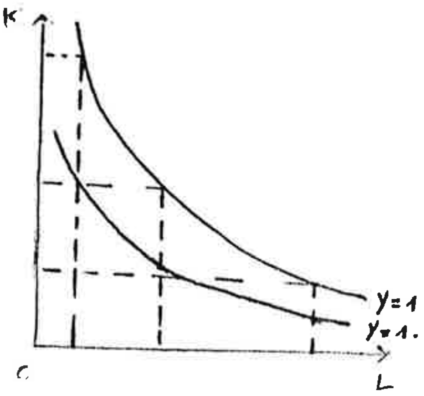
$$Y = F\ (\alpha(t)\ K, L) = F\ (\bar{K},\ L)$$

Les courbes d'isoproduit se déplacent comme le montre le graphique X. Et, lorsque les rendements sont constants, la fonction de production se déforme comme sur le graphique XI. (d'après la définition du progrès neutre de Harrod, transposée au capital).

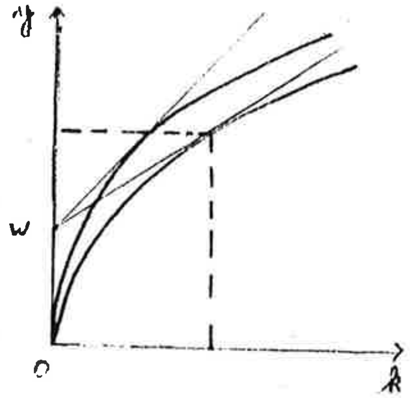
---

(1) Nous avons dit précédemment que lorsque capital et travail ne croissent pas au même taux, si le progrès technique est neutre au sens de Hicks, les parts relatives des facteurs sont affectées, sauf si l'élasticité de substitution entre les inputs primaires est égale à 1. Ici, c'est le cas.

(2) Ceci provient du fait que dans la fonction de production de Cobb-Douglas à rendements constants telle que $Y = e^{\lambda t} L^{\beta} K^{1-\beta}$, le progrès technique est à la fois neutre au sens de Harrod, de Hicks et de Solow selon la valeur que l'on donne à λ. Sur ce point, voir RGD ALLEN , op. cit. p. 281-282



(Gra X)



(Gra XI)

Enfin, transposons la démonstration du calcul du taux de progrès technique neutre de Harrod : le taux de progrès neutre de SOLOW est égal au taux de croissance de la force de travail et du produit qui laisse inchangée la productivité marginale du travail lorsque l'offre de capital (en unités naturelles) est constante. On aboutit alors au résultat suivant : si $\hat{K} = 0$ $\hat{Y} = \hat{L} = m$

Comme le progrès neutre de Hicks, le progrès neutre de SOLOW ne laisse pas le rapport output / capital constant. Il aura donc les mêmes effets sur la convergence du système vers un équilibre de croissance de longue période.

* *
*

Pour conclure, nous pouvons dire que les différentes hypothèses posées sur la forme du progrès technique le rendent "inoffensif" par rapport au fonctionnement et aux résultats du modèle de base néo-classique.

L'hypothèse qui semble la plus importante, en ce qui concerne la validité de la relation accumulation - répartition, est celle de progrès non incorporé. En effet, ce type de progrès n'altère pas l'homogénéité des facteurs, on peut donc continuer à faire référence à la notion de productivité marginale des facteurs et au concept de coefficient de capital dont la flexibilité apparaît comme une condition suffisante à l'existence de la croissance équilibrée.

Les néo-classiques ont d'ailleurs rencontré quelques problèmes lorsqu'ils ont pris en compte, dans leurs modèles, un progrès technique incorporé au capital. Mais, là encore, moyennant quelques hypothèses supplémentaires, sur sa forme, les modèles à générations de capital donnent des résultats analogues à ceux du modèle de base (1).

Par contre, c'est l'hypothèse de progrès technique neutre au sens de Harrod qui est la seule compatible avec le schéma de convergence vers un équilibre de croissance de longue période, que le progrès soit incorporé ou non. C'est d'ailleurs sous cette forme que l'on trouvera le progrès technique chez les néo-cambridgiens.

---

(1) Lorsque le capital est adaptable ex-ante et ex-post, si le progrès est supposé "capital-augmenting", il est aisé de se ramener au cas où le capital est homogène et donc au modèle de base.
Par contre, quand le capital n'est adaptable ni ex-ante, ni ex-post, le plein-emploi des facteurs n'est pas toujours réalisé. L'ajustement se fait alors par l'intermédiaire de la durée de vie du capital. Lorsque le plein-emploi est atteint, on montre que le salaire réel est égal au produit moyen du travail sur le capital le plus ancien utilisé. On peut, par conséquent, l'assimiler à la productivité marginale du travail. Le profit est, quant à lui, le résultat de la somme des quasi-rentes obtenues sur les différentes générations de capital employées.
Voir sur ce point SOLOW -TOBIN - VON WEIZSACKER - YAARI : "Croissance néo-classique avec proportions fixes de facteurs" -Review of economic studies, vol. 33, 1966 - Traduit dans G. ABRAHAM-FROIS, op. cit. p. 83-100.

CHAPITRE II : LE PROGRES TECHNIQUE CHEZ LES NEO - CAMBRIDGIENS

Le coeur de la controverse entre néo-classiques et néo-cambridgiens réside dans leurs conceptions totalement différentes de la relation accumulation - répartition. Face à la vision walrasienne des néo-classiques, les néo-cambridgiens opposent une conception plutôt marxienne du système, en ce sens qu'ils considèrent qu'il y a interférence entre accumulation et répartition.

En effet, l'analyse néo-cambridgienne de la croissance repose, d'une part sur une théorie de la répartition de caractère socio-économique, qui aboutit à une relation entre profit et investissement et d'autre part, sur une fonction d'investissement keynesienne liant l'investissement à des anticipations de profit. Cette interaction entre profit et investissement conduit alors à de multiples déséquilibres et le plein emploi est rarement atteint.

Les néo-cambridgiens s'efforcent donc de déterminer les conditions nécessaires à l' avènement d'une situation de plein-emploi "de façon à pouvoir discuter des facteurs qui amènent une économie à ne pouvoir atteindre cette situation d'harmonie ou à en sortir" (1). En d'autres termes, l'équilibre de croissance de plein-emploi est une situation de référence rarement atteinte par une économie capitaliste (J. ROBINSON l'appelle "l'âge d'or") du fait des contradictions internes du système.

Lorsque le progrès technique sera pris en compte, la démarche sera similaire : les néo-cambridgiens cherchent d'abord quel type de progrès technique est compatible avec

---

(1) J. ROBINSON : "L'accumulation du capital" - Dunod - Paris 1972 (traduction A. ALCOUFFE). p. 30

"l'âge d'or", pour ensuite discuter des conditions dans lesquelles, le progrès empêche l'économie d'atteindre ou de rester dans cette situation.

Enfin, il convient de noter que l'analyse néo-cambridgienne est beaucoup plus floue (notamment en ce qui concerne le progrès technique et ses différentes formes) que la théorie néo-classique. Ceci est peut être lié au fait que, leur préoccupation principale étant de montrer que l'existence de contradictions internes au système empêche ce dernier d'atteindre un régime de croissance équilibrée, à la limite, n'importe quel type de progrès technique est compatible avec leur objectif.

Comme lors du chapitre précédent, nous examinerons d'abord le modèle de base, puis nous y introduirons le progrès technique.

Section 1 : Le modèle de base

Chez les néo-classiques, la variable endogène (K) s'ajustait progressivement, par l'accumulation, à la variable exogène (L), permettant, à terme, une croissance équilibrée quasiment automatique. Pour les néo-cambridgiens, par contre, l'évolution de la variable endogène K est liée à des phénomènes socio-économiques et est totalement indépendante des variations exogènes de la force de travail. Il n'y a donc aucune raison pour que l'accumulation et la croissance de la quantité de travail disponible soient en harmonie. Lorsqu'elles le sont, c'est simplement le fait du hasard. Mais, le plus souvent, l'économie connaîtra une situation de croissance soit avec sous-emploi ou bien avec pénurie de travail. C'est ce que nous allons montrer à présent.

§1 - Les piliers de l'analyse

a) Une théorie de la répartition essentiellement socio-économique

Le modèle de répartition présenté par KALDOR en 1956 (1) traduit l'idée selon laquelle, partant d'une situation de plein emploi, à tout taux d'investissement correspond une répartition du produit entre salaires et profit assurant la stabilité de cette situation d'équilibre de plein emploi. En d'autres termes, à tout investissement I correspond une propension à épargner s flexible telle que l'épargne obtenu ex-post, S, soit juste égale à l'investissement engagé ex-ante. Mais, ceci n'est possible que sous certaines conditions qu'il faut déterminer.

1 - Dans le modèle de répartition néo-cambridgien, la propension à épargner de la collectivité, s, dépend du partage du revenu global (Y), entre salaires (W) et profits (P). Kaldor suppose également une situation de plein emploi telle que le produit Y soit donné. On peut donc écrire les égalités suivantes :

$$Y = W + P$$

$$I = S$$

$$S = Sw + Sp$$ (Sw et Sp étant respectivement les épargnes totales émanant des salaires et des profits).

En supposant des fonctions d'épargne proportionnelles :

$Sw = sw\ W$ et $Sp = spP$ (sp et sw sont respectivement les propensions moyennes et marginales à épargner les profits et les

---

(1) N. KALDOR : "Un modèle de répartition" Extrait tiré de N. KALDOR (Ed) : "essays on value and distribution", Duckwath, 1960, p. 227-236 traduit dans G.A. FROIS, op. cit. p. 102-111.

salaires. Elles sont comprises entre 0 et 1),
On obtient :

$$P/Y = \frac{1}{sp-sw} \; \frac{I}{Y} \; - \frac{sw}{sp-sw} \qquad (i)$$

ou $$s = sw + (sp - sw) \frac{P}{Y} \qquad (ii)$$

Ainsi, c'est la part des profits dans le revenu qui détermine la propension marginale à épargner au niveau de la collectivité. Cette dernière est donc flexible.

Par suite, quel que soit l'investissement, il existe une répartition qui assure la stabilité de l'équilibre de plein emploi (sous certaines conditions que nous verrons plus tard).

Notons que dans le cas limite où sw = 0, il vient :

$$P = 1/sp \; I$$

On retrouve une hypothèse de la théorie des profits de KALECKI : "les entrepreneurs gagnent ce qu'ils dépensent, les travailleurs dépensent ce qu'ils gagnent".

2 - Nous avons vu que, pour un investissement (ici exogène) et des propensions à l'épargne données, il existe une répartition du revenu telle que la condition d'équilibre I = S soit satisfaite. Mais, comment s'effectue l'ajustement ? KALDOR fait ici intervenir l'effet régulateur de l'inflation. C'est l'hypothèse de plein-emploi, posée au départ, qui est alors importante. En effet, cette hypothèse implique que "le niveau des prix est fixé par rapport au niveau des salaires nominaux par la demande" (1) Par suite, une hausse de l'investissement, et donc un accroissement de la demande globale, entraîne une hausse des prix et des marges de profit (les salaires n'étant accrus qu'avec retard) et réduit la consommation réelle. Il y a donc un processus d'épargne forcée, le revenu réel des salariés étant amputé

(1) N. KALDOR op. cit. p. 105.

par l'inflation. Ainsi, l'inflation, provenant d'un excès de l'investissement sur l'épargne, produit, de façon endogène, le supplément d'épargne nécessaire au rétablissement de l'équilibre (le processus d'ajustement est symétrique lors d'une diminution de l'investissement).

Mais, comme nous pouvons le voir d'après l'équation (ii), le modèle ne fonctionne que si sp > sw, c'est-à-dire si la propension à épargner les profits est supérieure à celle sur les salaires. En effet, dans ce cas, une hausse de l'investissement accroit les profits, donc la propension à épargner globale augmente ainsi que l'épargne totale alors que la consommation réelle diminue, tendant à stopper l'inflation. Dans le cas contraire, par contre, la hausse de prix est cumulative. C'est une des limites au "bon fonctionnement" du modèle ("la condition de stabilité" dit KALDOR). Il en existe d'autres que KALDOR expose ensuite.

3 - Tout d'abord, l'inflation jouera son rôle régulateur à condition que les salariés acceptent que leur salaire réel soit amputé. La relation (i) ne sera donc vérifiée que jusqu'au point où la part des salaires dans le produit qui en résulte tombe au dessous d'un minimum, que J. ROBINSON appelle "la barrière inflationniste". Son niveau dépend, entre autres, du pouvoir de négociations des syndicats. Si, à un moment donné, le surcroît d'investissement conduisait à franchir "la barrière inflationniste", la résistance des salariés face à une baisse de leur salaire réel déclencherait une hausse cumulative des prix.

D'autre part, si la part des profits dans le produit tombe au dessous du niveau correspondant au taux de profit minimum requis pour investir, la relation (i) n'est plus justifiée. KALDOR appelle ce taux minimum le "taux avec prime de risque".

Finalement, l'équilibre dynamique ne peut être réalisé que si le taux d'accumulation $\frac{I}{K}$ est compris entre une limite supérieure (déterminée par le salaire minimum toléré par les salariés) et une limite inférieure (résultant du taux de profit minimum exigé par les capitalistes pour investir). Dans le cas contraire, on assiste à des processus inflationnistes ou déflationnistes, et,par suite, le plein emploi est rarement atteint.

Jusqu'ici, nous avons supposé l'investissement exogène. Voyons maintenant quels sont les déterminants de cette variable.

b) <u>Une fonction d'investissement keynesienne</u>

1 - Dans ses premiers modèles, J. ROBINSON établissait que le niveau de l'Investissement était fonction des "esprits animaux" des entrepreneurs. En d'autres termes, la décision d'investir était soumise à des variables socio-psychologiques telles "l'aptitude à prendre des risques" ou "le besoin instinctif d'agir".

Cependant, pour spécifier de manière précise une fonction d'investissement, il est nécessaire de préciser les déterminants des "esprits animaux". Ainsi, dans ses "modèles fermés" (1), Mme ROBINSON pose l'hypothèse selon laquelle <u>le taux d'accumulation dépend des espérances de profit</u>, soit :

$$\frac{I}{K} = f\left(\frac{P}{K}^{*}\right)$$

(1) H.Y. WAN Junior : "Les principales critiques adressées à l'encontre des modèles néo-classiques : l'école moderne de Cambridge : "Mme ROBINSON" extrait de H.Y. WAN Jr. Harcourt-Brace Jovanovitch, INC : "economic growth", 1971, p. 64-82 - traduit dans G.A. FROIS, op. cit. p. 176-200.

2 - La décision d'investir est donc prise sur la base des prévisions des entrepreneurs quant aux profits qu'ils sont susceptibles d'en retirer. Comment s'effectuent ces prévisions ? Il existe deux possibilités : ou bien supposer une prévision parfaite (les individus font pleine confiance à leur prévision si bien que l'anticipation générale d'un évènement le fait effectivement arriver) ou bien faire l'hypothèse de "tranquillité parfaite". C'est cette dernière hypothèse que retiendra J. ROBINSON. Elle signifie que : "les entrepreneurs s'attendent, à tout moment, à ce que le futur taux de profit fourni par les investissements se maintienne indéfiniment au niveau en vigueur au moment considéré ... Quand une variation se produit, pour une cause quelconque, nous supposons que les anticipations sont immédiatement corrigées et qu'aucune variation supplémentaire n'est attendue" (1).

Il s'agit maintenant de relier théorie de la répartition et fonction d'investissement.

§2 - La relation accumulation - répartition

"Sans profits, les entrepreneurs ne peuvent pas accumuler et sans accumulation, ils ne peuvent pas faire de profits"(2).

1 - Lors des développements précédents, est apparue une double liaison entre taux de profit et taux d'accumulation : d'une part, le taux d'accumulation en vigueur au cours d'une période tend à déterminer le taux de profit par le jeu de l'égalisation de l'épargne à l'investissement : soit lorsque les salariés consomment leur salaire :

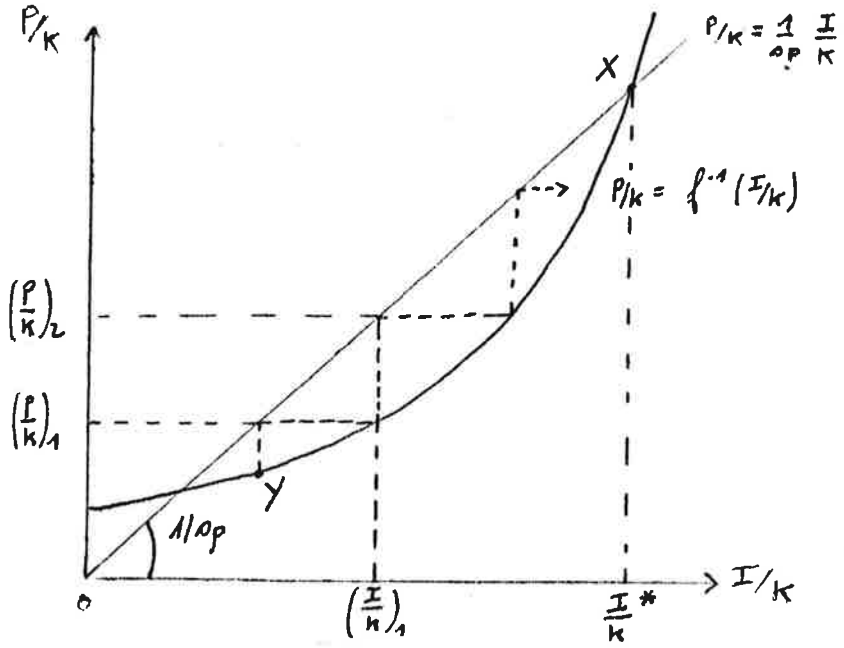
$$\frac{P}{K} = \frac{1}{sp} \frac{I}{K}$$

(1) J. ROBINSON op. cit. p. 62

(2) " op. cit. p. 70

D'autre part, la fonction d'investissement présente le taux d'accumulation comme une fonction du taux de profit attendu. Donc, $\frac{I}{K} = f\left(\frac{P}{K}^{*}\right)$ (1)

2 - On voit donc qu'il ne peut y avoir équilibre de croissance que si le taux de profit attendu est exactement égal au taux de profit obtenu. Dans ce cas, le taux de profit engendré par le taux d'accumulation est précisément celui qui permet de maintenir ce même taux d'accumulation. Si ce taux est atteint, il sera maintenu, ainsi que le taux d'accumulation, en raison de l'hypothèse de tranquilité parfaite. Cette situation d'équilibre stable, est représentée, sur le graphique XII, au point X.



(Gra. XII)

Si le taux d'accumulation en vigueur ne correspond pas au "taux d'accumulation désiré" (situation Y par exemple), du fait de l'hypothèse de tranquillité parfaite, le taux de profit obtenu devient le taux de profit attendu $\left(\frac{P}{K}\right)1$ qui, engendre le taux d'investissement (I/K)1. Celui-ci à son tour, permet d'obtenir le taux de profit (P/K)2 et ainsi de suite jusqu'à obtenir l'égalité entre le taux de profit attendu et le taux de profit obtenu.(situation X).

(1) La fonction f est croissante et convexe par rapport à l'origine, indiquant que lorsque le profit est élevé, la probabilité qu'il s'accroisse encore est faible, donc le taux d'accumulation se stabilise.

Ainsi, le système tend vers un équilibre de croissance stable ; cependant, ce processus de convergence peut être stoppé. En effet, nous avons vu précédemment que le taux d'accumulation se heurte à deux butoirs : la barrière inflationniste et le taux de profit minimum requis pour investir. L'équilibre de croissance ne pourra donc être atteint que si le taux d'accumulation d'équilibre est compris entre ces deux limites.

Supposons, pour la suite que c'est le cas. Si l'on suppose, en outre, comme les néo-cambridgiens, que la technique de production est unique et à coefficients fixes, alors, le taux d'accumulation détermine les besoins en travail. Or, la force de travail croît de façon exogène (au taux n) et indépendamment du taux d'accumulation (il n'y a pas d'émigration ou d'immigration). Il n'y a donc aucune raison pour que demande et offre de travail soient en harmonie. Par suite, une fois encore, le plein emploi est, le plus souvent, compromis.

§3 - La dynamique du système

a) L'âge d'or

Lorsque le système atteint le taux d'accumulation d'équilibre, ce dernier est maintenu ainsi que le taux de profit (si tous les profits sont épargnés, sp = 1, taux d'accumulation et taux de profit sont égaux). Dans ce cas, "l'accumulation peut se poursuivre indéfiniment à taux constant, à condition que la population s'accroisse approximativement au même taux que le capital s'accumule" (1). Mais que se passe-t-il alors si l'offre de travail ne croît pas au même rythme que le capital ?

---

(1) J. ROBINSON op. cit. p. 72

b) Le taux de croissance de la force de travail est supérieur au rythme d'accumulation du capital

1 - Outre les hypothèses posées précédemment, J. ROBINSON suppose, pour sa démonstration, qu'il existe deux secteurs dans l'économie : le secteur du bien de consommation et le secteur de l'équipement. Puisqu'il y a concurrence, (les entrepreneurs peuvent passer librement d'un secteur à l'autre), le taux de profit, dans le système, est unique. Elle admet, ensuite, que tous les salaires sont consommés et tous les profits investis.

Ainsi, si W1 est la masse des salaires dans le secteur de l'équipement, W2 celle du secteur du bien de consommation et Q la quasi-rente obtenue sur la vente du bien de consommation, alors la valeur des ventes du bien de consommation est égale à W1 + W2 ou à W2 + Q. Ce qui signifie que :

$\frac{W1}{W2} = \frac{WL1}{WL2} = \frac{L1}{L2} = \frac{Q}{W2}$ (les salaires sont identiques pour tous les travailleurs)

2 - Si l'offre de travail est excédentaire, le salaire nominal diminue. Deux cas peuvent alors se présenter : soit les entrepreneurs "conservent un taux d'accumulation constant en grandeurs physiques"[1] (dans ce cas ils raisonnent en volume), l'emploi dans ce secteur reste inchangé . Soit

$\frac{L1}{L2}$ =cte donc $\frac{Q}{WL2}$ =cte ce qui signifie que la quasi-rente dans le secteur du bien de consommation diminue dans la même proportion que le taux de salaire nominal. Donc la valeur des ventes de ce secteur baisse et, puisqu'on est en situation de concurrence, le prix du bien de consommation est réduit dans la même proportion. Finalement, le taux de salaire

(1) J. ROBINSON, op. cit. p. 73

réel reste constant et le taux d'accumulation ne réussit pas à s'adapter à l'offre excédentaire de travail. On aboutit ainsi à une situation de croissance avec sous-emploi continuel et croissant.

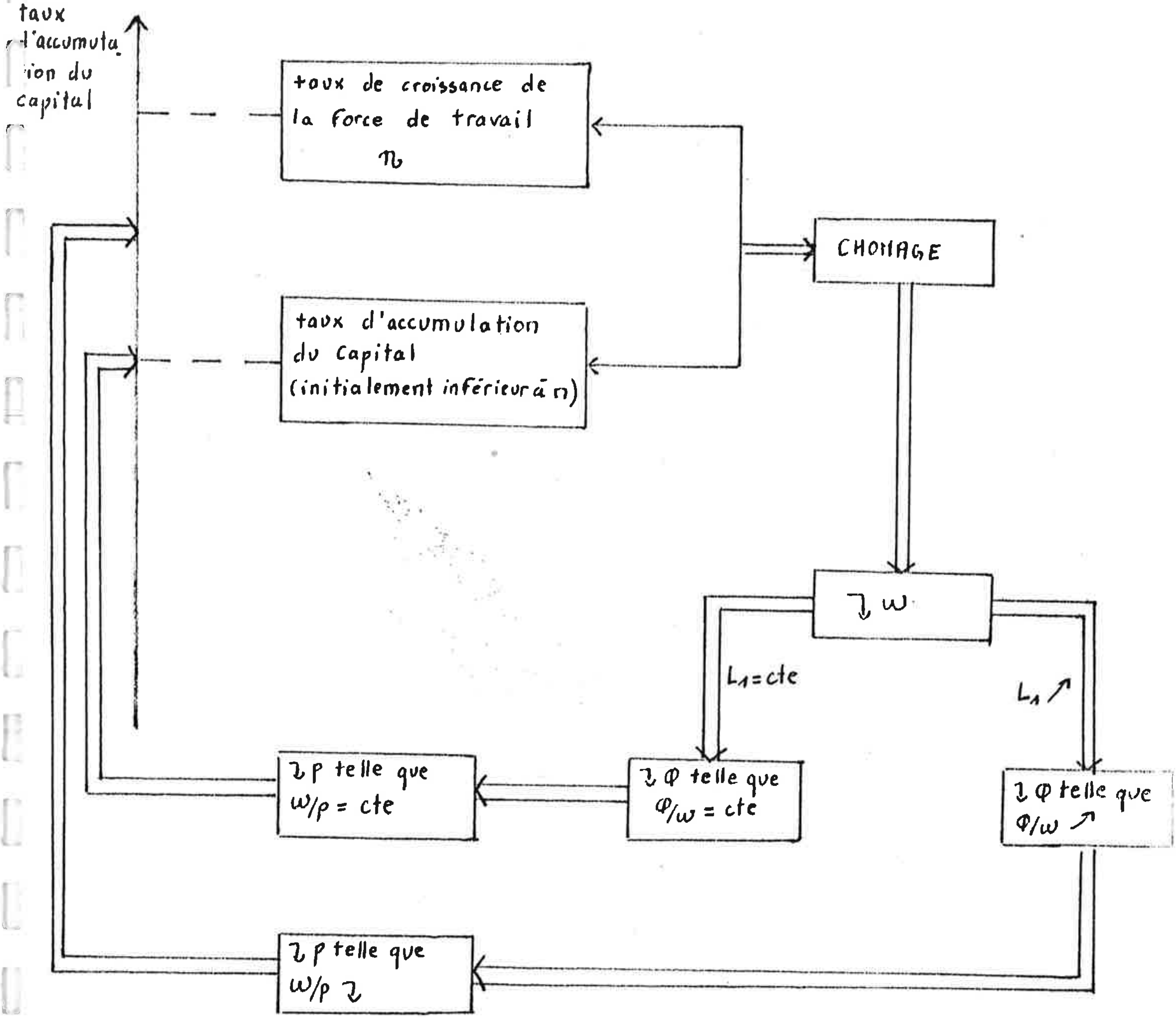
Par contre, si les entrepreneurs "raisonnent en termes de valeur du capital" (1), l'emploi augmente dans ce secteur (2) si bien que la quasi-rente sur le bien de consommation et, par suite, le prix, diminuent dans une proportion moindre que le taux de salaire nominal. Donc le taux de salaire réel baisse, entraînant un surcroit d'emploi dans le secteur du bien de consommation. Finalement, "l'accumulation de machines est plus rapide qu'auparavant, la demande de travail s'est adaptée, au moins partiellement, à l'accroissement de l'offre". (1)

3 - On peut résumer les deux cheminements précédents par le schéma suivant :

---

(1) J. ROBINSON, op. cit. p. 73

(2) Il s'agit de la valeur en termes de bien de consommation. Puisque la valeur du capital diminue, pour conserver le même taux d'accroissement en valeur, il faut que l'accumulation de machines soit plus rapide. Dans ce cas, l'emploi augmente dans le secteur du bien capital.



Le taux d'accumulation du capital n'augmente que dans le cas où les entrepreneurs raisonnent en termes de valeur (c'est-à-dire quand L_1 croit consécutivement à la baisse du salaire nominal).

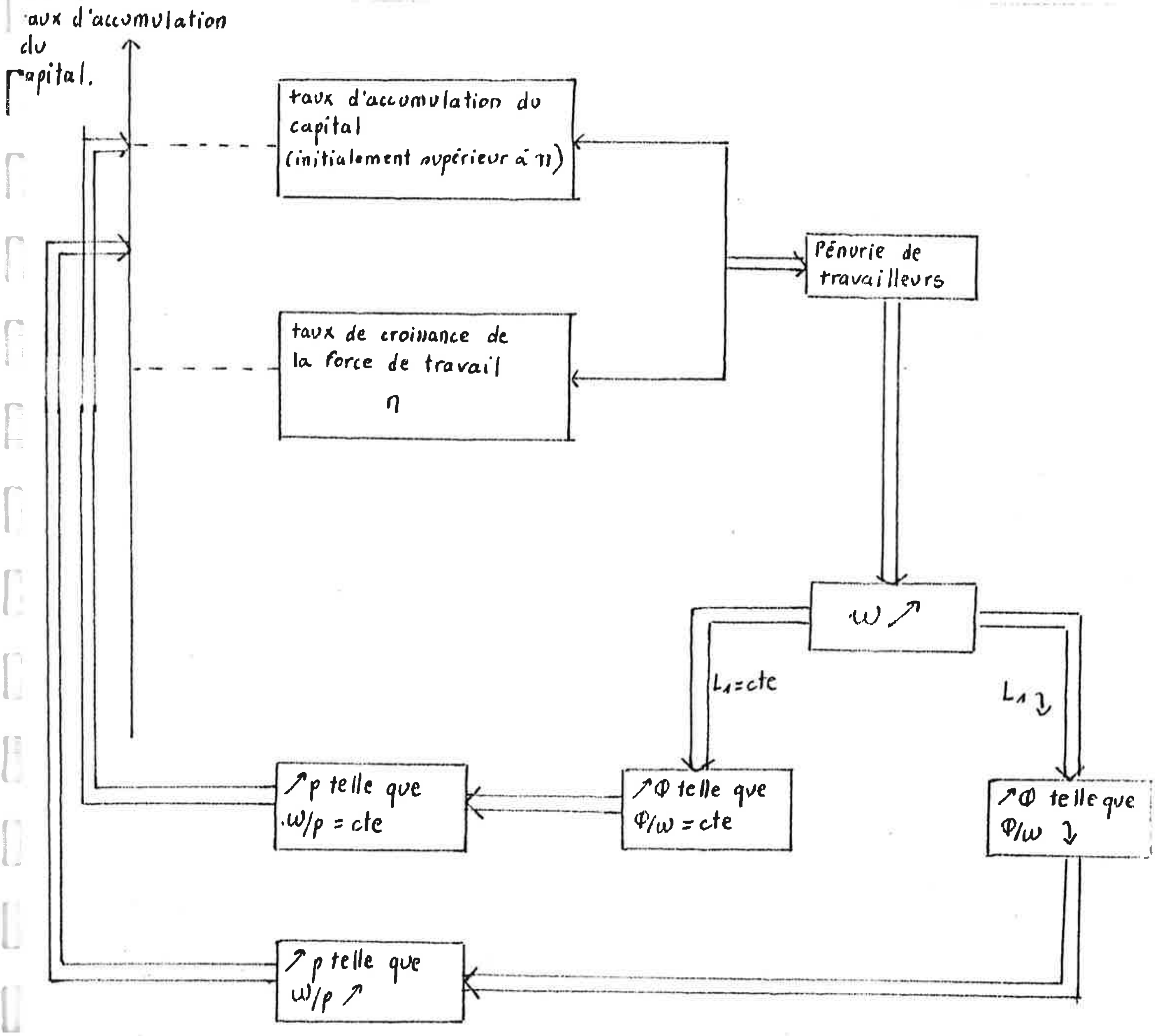
Toutefois, dans ce second cas, la croissance du taux d'accumulation peut se révéler insuffisante. La résorption de l'excédent d'offre de travail nécessite la répétition du processus. Cependant, il arrivera un moment où les baisses successives du salaire nominal ne seront plus acceptées (barrière inflationniste). Le taux d'accumulation est alors à son maximum techniquement possible et la croissance équilibrée de plein emploi devient impossible.

c) <u>Le taux de croissance de la force de travail est inférieur au rythme d'accumulation du capital</u>

1 - Au fur et à mesure que le nombre de machines mises en service s'accroît, les entrepreneurs ont de plus en plus de mal à trouver des travailleurs supplémentaires pour les affecter sur les nouveaux équipements. La concurrence accrue pour "s'arracher" les travailleurs rares entraîne un accroissement des salaires nominaux. Comme dans le cas précédent, deux schémas sont possibles : soit les entrepreneurs raisonnent en termes physiques, "l'économie est dans une impasse" (1).

Soit les entrepreneurs raisonnent en termes de valeur du capital, alors le rythme d'accumulation du capital décroit.

(1) J. ROBINSON, op. cit. p. 74



2 - Si le rythme d'accumulation du capital est encore trop élevé, le processus se répète jusqu'à ce que rythme d'accumulation et accroissement du nombre de travailleurs s'harmonisent. Le système tend alors vers "l'âge d'or".

"Ainsi, le mécanisme d'adaptation du taux d'accumulati au taux d'accroissement de l'offre de travail fonctionne efficacement quand il s'agit de réduire le taux d'accumulation, mais non dans l'autre sens" (1).

* *
*

KALDOR et ROBINSON montrent dans le modèle de base, que, du fait des contradictions internes du système capitaliste, la croissance équilibrée de plein emploi est très improbable (d'où l'appellation "d'âge d'or").

Ils soulignent, en outre, le rôle stratégique de l'investissement dans la régulation du système. En effet, dans le seul cas susceptible de conduire à l'âge d'or (taux d'accumulation du capital supérieur au taux de croissance de l'offre de travail), la convergence du système vers cette situation n'est possible que si l'investissement réagit d'une certaine façon.

On pourrait également imaginer un autre processus de régulation du système : l'apparition d'un progrès technique qui améliorerait l'efficacité du travail et ainsi comblerait l'écart entre rythme d'accumulation et rythme de croissance de la force de travail. Examinons de plus près cette hypothèse.

Section 2 : La prise en compte du progrès technique

Reprenons l'hypothèse de J. ROBINSON relative à la technique de production : "une technique de production donnée exige un équipement (bâtiments pour les usines, machines, etc.) d'un type et d'un volume donné" (2).

(1) J. ROBINSON, op.cit. p. 74
(2) " op. cit. p. 60

Or, lorsqu'on introduit le progrès technique dans le modèle, la technique de production risque de se modifier. Si l'on supprime les variations de la technique qui consistent à modifier la nature du bien de consommation, il existe deux possibilités de modifications liées à deux formes différentes du progrès technique : ou bien le progrès est non incorporé, dans ce cas, le type de l'équipement ne change pas et c'est le volume requis qui est différent ; ou bien le progrès est incorporé au capital, par conséquent, le type de l'équipement varie (ainsi que, en général, le volume) et il devient impossible de mesurer le stock de capital en unités physiques.

Si le progrès est non incorporé, cela signifie que la croissance du produit est possible en dehors de tout investissement net. L'investissement perd alors le rôle stratégique qu'il joue dans le modèle de base. C'est donc le progrès incorporé au capital qui a été introduit dansle modèle néo-cambridgien. Comment évaluer alors le stock de capital ? L'unique solution est de supposer le taux de profit constant car, dans cette situation, sous l'hypothèse de tranquillité parfaite, le stock de capital peut être mesuré en termes de bien de consommation (1).

Or, un seul type de progrès technique est compatible avec le maintien d'un taux de profit constant : c'est le progrès neutre au sens de Harrod. Il accroit l'efficacité du facteur travail (la production par tête) et entraîne les mêmes effets qu'une croissance de la force de travail. C'est sous cette forme que le progrès technique sera pris en compte dans l'analyse néo-cambridgienne.

La démarche adoptée est toujours la même : J. ROBINSON recherche les hypothèses que le progrès technique doit satisfaire

(1) Sur ce point, voir J. ROBINSON, op. cit. Chapitre 11, p. 103 et s.

pour qu'une situation d'âge d'or puisse apparaître, puis examine ce qui se passe lorsque ces conditions ne sont pas vérifiées.

§1 - "Les conditions de stabilité" (1)

Nous avons vu, dans le paragraphe précédent, que, sous les hypothèses posées, le système était en situation de croissance équilibrée de plein-emploi lorsque le taux d'accumulation du capital et le taux de croissance de la force de travail étaient approximativement égaux.

1 - Or, si le progrès technique (supposé exogène), accroit régulièrement la production par tête, au même rythme, dans les deux secteurs de production, tout se passe comme si les effectifs disponibles augmentaient au rythme correspondant.

Supposons, comme le fait J. ROBINSON, que la population active soit constante. Alors, si la capacité de production s'accroit au même rythme que la production par tête (2), le niveau de l'emploi est constant, la répartition des effectifs entre les secteurs ne change pas, les salaires réels s'accroissent et le taux de profit reste constant.

2 - Ceci nous permet de dégager les conditions pour un développement harmonieux de l'économie : si le progrès technique "se diffuse de manière identique dans toute l'économie" (définition du progrès neutre de ROBINSON), à un taux constant

---

(1) J. ROBINSON, op. cit. p. 80

(2) Et si "la périodisation du procès de production demeure inchangée" - J. ROBINSON op. cit. p. 81

d'une part, si la capacité de production s'accroit au même rythme que la production par tête d'autre part, enfin si les mécanismes concurrentiels permettent aux salaires réels de croître avec la production par tête, alors l'économie connaîtra une situation "d'âge d'or".

"Quand le progrès technique est neutre et survient régulièrement dans le temps sans modifier la périodisation du processus de production, alors que les mécanismes concurrentiels fonctionnent sans entraves et que la croissance de la population (le cas échéant) est régulière et que l'accumulation est assez rapide pour fournir la capacité de production nécessaire à la population active disponible qui cherche à s'employer, le taux de profit a tendance à être constant et le niveau des salaires à s'élever avec la production par tête. Le système est dépourvu de contradictions internes ... rien ne s'oppose au maintien d'une telle situation ... La production totale annuelle et le stock de capital s'accroissent alors proportionnellement à un rythme constant qui est la résultante de la combinaison du taux d'accroissement de la population active et du taux d'accroissement de la production par tête" (1).

Remarquons que ces conclusions sont identiques à celles du modèle de base néo-classiques avec progrès neutre de Harrod. Cependant, dès que l'une des conditions citées n'est pas respectée, le système est soumis à de multiples perturbations et l'équilibre est rarement atteint.

§2 - Quand les conditions nécessaires à la stabilité ne sont pas réunies

Lorsque le rythme du progrès technique varie, ou lorsque le progrès est biaisé ("un des secteurs bénéficie d'un progrès technique supérieur à l'autre") (2), ou si

(1) J.ROBINSON op. cit. p. 90-91
(2) " op. cit. p. 88

l'accumulation n'est pas en harmonie avec l'offre "efficace" de travail, enfin si les mécanismes concurrentiels sont entravés, alors en règle générale, "les règles du jeu capitaliste ne fournissent pas de mécanismes auxquels on puisse se fier pour diriger l'économie dans la direction appropriée" (1).

* *
*

J. ROBINSON a également étudié le cas d'un modèle à plusieurs techniques de production. Elle compare alors des sentiers de croissance de l'âge d'or que suivent deux économies possédant des technologies différentes. Elle introduit ensuite un progrès neutre ou biaisé (tel que définit dans le paragraphe précédent) et examine leurs conséquences. Nous n'avons pas étudié ce cas car, comme le dit J. ROBINSON elle-même : "cela complique considérablement l'analyse précédente sans en modifier les principales conclusions" (2).

Quelles sont ces principales conclusions ? C'est le dynamisme des entrepreneurs et par là même l'investissement qui régit le système. Il peut exister une situation où l'économie connaît une croissance équilibrée de plein-emploi mais elle nécessite des conditions très restrictives qui, en général, dans un système capitaliste, ne sont pas vérifiées. Donc, le plus souvent, c'est la croissance en sous-emploi qui apparaît.

Enfin, soulignons que, comme chez les néo-classiques, l'élément progrès technique, lorsqu'il est introduit ne fait que renforcer ces conclusions : "la démonstration reste valable pour l'essentiel" (3).

---

(1) J. ROBINSON op. cit. p. 84
(2) " " p. 92
(3) " " p. 77

La controverse entre néo- classiques et néo-cambridgiens a conduit à introduire un certain type de progrès technique dans les modèles de croissance.

Les hypothèses sur la forme du progrès technique posées par ces macro-économistes (en particulier par les néo-classiques) sont très restrictives ; et la réalité est souvent assez éloignée de ces schémas théoriques.

Les modèles néo-cambridgiens sont certes moins déterministes, mais le caractère plus formalisé des modèles néo-classiques les rend plus adaptés à une application économétrique.

Ce sont donc les hypothèses néo-classiques qui constitueront le cadre de notre analyse de l'action du progrès technique dans l'industrie agro-alimentaire française, au cours des années 70.

P A R T I E   2

APPLICATION DES HYPOTHESES NEO-CLASSIQUES :

Mesure du biais et du rythme du progrès technique dans les industries agro-alimentaires françaises

Dans cette seconde partie, nous conservons toutes les hypothèses néo-classiques. Nous supposons donc que tous les marchés sont en concurrence pure et parfaite et que l'état de la technologie, dans l'industrie agro-alimentaire française, est représenté par une fonction de production flexible du type translogarithmique. Nous admettons également que les productions de ce secteur sont agrégées pour former un seul produit homogène, obtenu à partir de trois facteurs de production : le travail, les consommations intermédiaires et le capital. Enfin, nous considérons le progrès technique sous sa forme néo-classique : c'est-à-dire non incorporé, sans modification de la nature du produit, et variant continuement dans le temps.

Sous ces hypothèses, la fonction de production se déforme régulièrement dans le temps (Partie 1 - Chapitre 1). Il s'agit alors ici, de tenter de caractériser la déformation subie par la fonction de production dans le secteur agro-alimentaire français (sur la période 1967 - 1982) d'une part, et dans deux de ses sous-secteurs, le secteur lait et viande et le secteur autres produits alimentaires (de 1971 à 1982) d'autre part.

Pour ce faire, nous nous efforcerons, dans le premier chapitre, de déterminer le biais du progrès technique sur les différents facteurs, puis, dans le chapitre 2, d'estimer le rythme du progrès par facteur de production.

CHAPITRE III : LE BIAIS DU PROGRES TECHNIQUE

Revenons à la théorie néo-classique du fonctionnement des marchés des facteurs. Nous avons vu, dans la 1ère partie, que sous l'hypothèse de concurrence pure et parfaite, capital et travail sont rémunérés à leur productivité marginale (fonctions de demande de facteurs). Si, de plus, leurs offres sont inélastiques, à l'équilibre, les quantités utilisées d'inputs et leurs prix sont déterminés simultanément (gra. II p13).Or, puisque le progrès technique déforme la fonction de production, il influence également l'évolution des produits marginaux des facteurs de production. Cela signifie que, dans la théorie néo-classique de la croissance, le progrès technique joue un rôle actif dans la détermination du taux de salaire et du taux de profit.

Dans ce qui suit, nous ne nous intéressons plus à ce qui se passe sur les marchés des facteurs. En d'autres termes, <u>nous supposons que les prix des inputs sont exogènes</u>. Ainsi, le secteur agro-alimentaire se comporte comme une "méga-entreprise" considérant les prix comme donnés. Nous raisonnons donc dans un cadre différent : dans la première partie, les quantités de facteurs étaient considérées comme données et les produits marginaux déterminaient, en valeur, leurs prix ; tandis qu'à présent, les prix des inputs sont donnés,si bien que les produits marginaux déterminent les quantités utilisées. Par suite, dans cette seconde partie, c'est par les variations des quantités de facteurs que l'on mesurera l'action du progrès technique. Mais, nous allons voir que l'on peut tout de même utiliser une des formes de progrès technique définies par les théoriciens néo-classiques de la croissance. La mesure du biais nécessite, en effet, l'utilisation de la classification selon Hicks.

Ceci constituera l'objet de la première section. Dans la section suivante, nous spécifierons le modèle utilisé. Enfin, la troisième section sera consacrée à l'estimation.

Section 1 : Le biais du progrès technique

Dans la première partie, nous nous sommes intéressés aux différentes définitions de la neutralité du progrès technique. Or, dans la réalité, il n'y a aucune raison pour que le progrès qui apparait, dans une économie, soit neutre : "la réalité concrète ne se laisse pas réduire à des schémas aussi simplistes, mais elle peut être saisie à partir de ces outils d'analyse" (1). C'est justement le but poursuivi ici. En particulier, nous allons montrer que, pour mesurer le biais du progrès technique, dans un secteur économique, la classification selon Hicks est tout à fait appropriée.

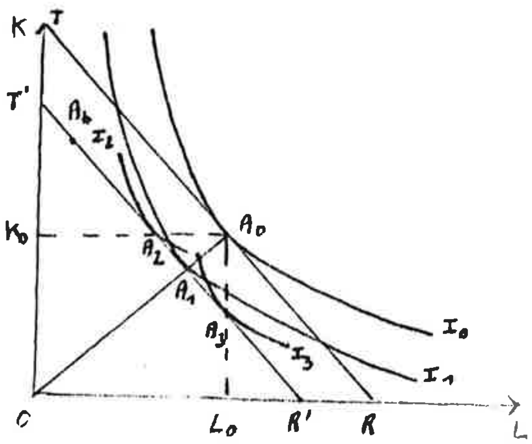
§1 - Le biais du progrès technique à prix relatifs constants : la classification selon Hicks

1 - Prenons le cas de deux facteurs de production : le travail et le capital. On suppose que le rapport des prix des facteurs est constant au cours du temps. Dans ce cas, lorsque l'on introduit le progrès technique vérifiant les hypothèses néo-classiques, il est possible de produire la même quantité d'output à l'aide de quantités inférieures d'inputs : "le seul résultat recherché est alors la réduction

---

(1) G.A. FROIS : "Eléments de dynamique économique (fluctuations et croissance)" - Dalloz, 4e édition 1984, p. 155.

du coût moyen par unité produite" (Partie I - Chapitre I, p. 20). Le graphique I représente le déplacement de l'isoquante unitaire Io, consécutif à l'action du progrès technique, les prix relatifs, du travail et du capital restant constants.



(Gra I)

Lorsque l'état de la technologie est représenté par l'isoquante Io, la combinaison productive optimale (correspondant au rapport des prix $\frac{wo}{ro}$) se situe au point Ao (Lo, Ko). Sous l'action du progrès technique, la production d'une unité d'ouptut devient moins coûteuse . Ainsi, les nouvelles technologies représentées par I_1, I_2, I_3 permettent la même économie ($\frac{R'R}{OR} = \frac{T'T}{OT}$). Mais elles ne sont pas pour autant équivalentes puisqu'elles font intervenir des combinaisons optimales différentes (A_1, A_2 et A_3). C'est sur la base de ces nouvelles combinaisons productives que l'on repère le biais du progrès technique.

2 - En effet, nous avons vu, dans la première partie, que le progrès technique est neutre au sens de Hicks si "le rapport des produits marginaux est constant chaque fois que le rapport K/L reste inchangé" (Partie I - Chapitre I, p.33). On peut donc transposer cette définition ici : le progrès technique est neutre au sens de Hicks si, lorsque le rapport des prix du capital et du travail est constant, le rapport K/L reste inchangé. Par suite, sur le graphique I, on remarque que :

- Le déplacement de l'isoquante Io vers I_1 correspond à un progrès neutre (K/L est constant).
- A_2 et A_3 correspondent à un progrès technique biaisé (K/L varie). Le passage de la combinaison A_1 à la combinaison A_2 économise du travail alors qu'en A_3, une économie de capital est constatée.

Notons que les situations A_2 et A_3 correspondent à une économie de l'un des inputs, la quantité utilisée de l'autre restant constante. Mais il peut exister des cas où le progrès technique biaisé entraîne un accroissement de la quantité utilisée de l'un des facteurs : le passage de A_o à A_4 induit une économie de travail mais, simultanément, plus de capital est utilisé (gra. I).

3 - Lorsque l'on considère deux facteurs de production (capital et travail) le biais du progrès technique est donc défini par la variation relative de l'intensité capitalistique. Mais, cette définition n'est plus appropriée dans le cas de plus de deux inputs. On utilise alors les parts de facteurs : à prix relatifs constants, une variation du rapport K/L entraîne une modification de la répartition du produit entre les facteurs de production (à rendements d'échelle constants). Par suite, le biais du progrès technique sur le facteur i est défini par :

$$b_i = \frac{dM_i}{dt / M_i} \qquad M_i = \text{part du facteur i}$$

d'où, si : - $b_i < 0$, le progrès économise le facteur i

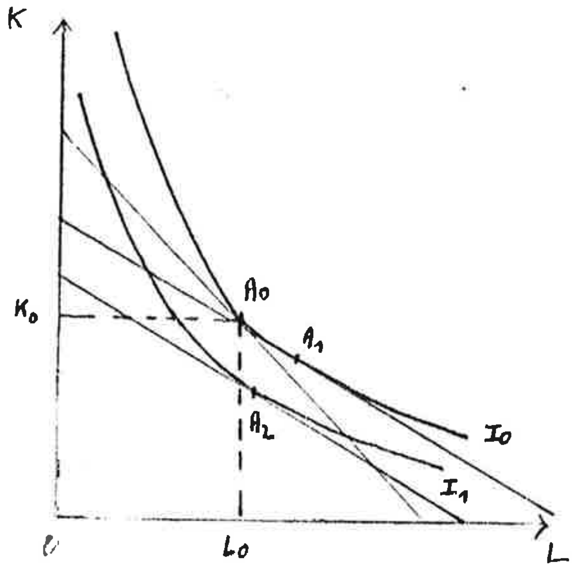
- $b_i = 0$, le progrès est neutre pour le facteur i
- $b_i > 0$, le progrès consomme le facteur i.

4 - Il convient de souligner enfin que l'hypothèse de

constance des prix relatifs des facteurs est ici primordiale puisque c'est elle qui permet l'utilisation de la classification selon HICKS pour définir le biais du progrès technique. Or, en général, le rapport des prix des inputs varie. Peut-on alors continuer à utiliser cette classification ?

§2 - Déplacement le long de l'isoquante et déplacement de l'isoquante

1 - Nous supposons maintenant, que les prix relatifs des facteurs varient. Dans ce cas, les déplacements de la combinaison productive optimale résultent de deux effets : l'effet de substitution d'une part, correspondant à la variation du rapport des prix des inputs, (déplacement le long de l'isoquante), et l'effet du progrès technique d'autre part (déplacement de l'isoquante). Ainsi, si l'on veut conserver la définition du biais du progrès technique retenue ci-dessus, il faut réussir à isoler ces deux effets : en considérant d'abord le déplacement consécutif à l'effet de substitution, on peut ensuite raisonner à prix relatifs constants et, par conséquent, mesurer le biais sur la base de la classification selon HICKS (gra. II).



2 - On voit, sur le graphique II que l'amplitude du déplacement le long de l'isoquante dépend de la courbure de celle-ci. Si l'on veut mesurer les biais factoriels, il est donc nécessaire de connaître la forme de la fonction de production (en particulier les élasticités de substitution entre les facteurs). Pour déterminer le biais du progrès technique dans l'industrie agro-alimentaire française, nous utiliserons une fonction de production translogarithmique.

Section 2 : Spécification du modèle

La fonction translogarithmique (translog) a été introduite par L.R. CHRISTENSEN, D.W. JORGENSON et L.J. LAU dans les années 1970 (1).

Contrairement aux fonctions de production classiques comme la Cobb-Douglas par exemple, elle n'impose aucune restriction, à priori, sur les élasticités de substitution (2).

---

(1) L.R. CHRISTENSEN, D.W. JORGENSON, L.J. LAU : "Conjugate duality and the transcendental logarithmic production fonction" - Econometrica, 1971, vol. 39, p. 255

"Transcendental logarithmic production frontiers"-The review of economics and statistics, Février 1973, Vol. LV, p. 28-45

(2) On trouvera une présentation détaillée des propriétés de la fonction de production translog dans : F. BONNIEUX "Etude économétrique des disparités de l'agriculture française sur la base de données départementales", INRA Rennes, 1986, p. 341-376.

§1 - La fonction de production translogarithmique

a) Présentation

1 - Soit Y la production finale. La fonction de production translog à n facteurs de production Xi (i = 1,n) s'écrit :

$$\text{Log } Y = a_o + \sum_{i=1}^{n} a_i \text{ Log } X_i + \frac{1}{2} \sum_{ij} b_{ij} \text{ Log } X_i \text{ Log } X_j$$

avec $b_{ij} = b_{ji}$ $\forall\, i \neq j$ puisque les dérivées partielles secondes sont symétriques. Si tous les b_{ij} sont nuls, la fonction translog se ramène à une Cobb-Douglas.

2 - Considérons, à présent, le cas de 3 inputs. On pose :

- X_1 , quantité de travail
- X_2 , quantité de consommations intermédiaires
- X_3 , quantité de capital

La fonction de production s'écrit alors :

$$\begin{aligned}\text{Log } Y = {} & a_o + a_1 \text{ Log } X_1 + a_2 \text{ Log } X_2 + a_3 \text{ Log } X_3 \\ & + \frac{1}{2} b_{11} (\text{Log} X_1)^2 + b_{12} \text{ Log } X_1 \text{ Log } X_2 + b_{13} \text{ Log } X_1 \text{ Log } X_3 \\ & + \frac{1}{2} b_{22} (\text{Log } X_2)2 + b_{23} \text{Log } X_2 \text{ Log } X_3 \\ & + b_{33} (\text{Log } X_3)^2\end{aligned}$$

3 - La théorie de la production admet l'hypothèse de décroissance des productivités marginales des facteurs. Or, les dérivées partielles premières et secondes de la fonction translog dépendent des quantités de facteurs. Elles peuvent

donc prendre des valeurs quelconques. En particulier, il peut exister des cas où la productivité d'un ou plusieurs facteurs de production est croissante. Ce qui implique que les isoquantes ne sont pas nécessairement convexes. Il sera donc nécessaire de vérifier la régularité de la fonction translog lors de l'estimation des paramètres (1).

4 - Pour la suite, nous supposerons la fonction translog homogène de degré un. Celà nous conduit aux contraintes linéaires suivantes sur les paramètres :

$$a_1 + a_2 + a_3 = 1$$

$$b_{11} + b_{12} + b_{13} = 0$$

$$b_{12} + b_{22} + b_{23} = 0$$

$$b_{13} + b_{23} + b_{33} = 0$$

Six paramètres indépendants sont à estimer : a_0, a_1, a_2, b_{11}, b_{12} et b_{22}.

b) <u>L'introduction du progrès technique</u>

1 - Là encore, nous adoptons la démarche des théoriciens néo-classiques de la croissance, en introduisant, dans la fonction de production translog à 3 facteurs, un indice de progrès technique, T, assimilable à un quatrième input. Par suite, la fonction de production devient :

---

(1) Une fonction de production est régulière par rapport aux facteurs si elle est croissante, homogène de degré 1 et concave.
Pour la vérification de la régularité de la translog, se reporter à F. BONNIEUX, op. cit. p. 345-346, et p. 195-198.

$$(1) \quad \text{Log } Y = a_0 + a_1 \text{ Log } X_1 + a_2 \text{ Log } X_2 + a_3 \text{ Log } X_3 + a_T \text{ Log } T$$
$$+ \frac{1}{2} b_{11}(\text{Log } X_1)^2 + b_{12} \text{ Log } X_1 \text{ Log } X_2 + b_{13} \text{ Log } X_1 \text{ Log} X_3$$
$$+ b_{1T} \text{ Log } X_1 \text{ Log } T$$
$$+ \frac{1}{2} b_{22}(\text{Log } X_2)2 + b_{23} \text{ Log } X_2 \text{ Log } X_3$$
$$+ b_{2T} \text{ Log } X_2 \text{ Log } T$$
$$+ \frac{1}{2} b_{33} (\text{Log } X_3)2 +$$
$$b_{3T} \text{ Log } X_3 \text{ Log } T$$
$$+ \frac{1}{2} b_{TT} (\text{Log } T)^2$$

D'où les contraintes sur les paramètres :

$$a_1 + a_2 + a_3 = 1$$

$$\Sigma_i b_{ij} = \Sigma_j b_{ji} = o \quad i,j = 1,3$$

$$b_{1T} + b_{2T} + b_{3T} = 0$$

La fonction translog "avec progrès technique" fait donc intervenir 10 paramètres indépendants (a_0, a_1, a_2, a_T, b_{11}, b_{22}, b_{1T}, b_{2T}, b_{TT}).

§2 - Les équations des parts de facteurs

a) La maximisation du profit

1 - Nous raisonnons, à présent, dans le cadre de la maximisation du profit lorsque les prix (du produit et des facteurs) sont donnés. Dans le cas général, il s'agit de résoudre le problème :

$$\underset{(Y,X_i)}{\text{Max}} \quad \pi(p, p_i) = pY - \Sigma_i p_i X_i \qquad i = 1,n$$

avec $Y = f(X_i)$

(X_i désigne la quantité de l'input i et Y la quantité d'output).

Les conditions du premier ordre nous conduisent au système d'équations suivant :

$$\frac{DY}{DX_i} = \frac{P_i}{P} \qquad i = 1,n$$

soit $\frac{DLog\ Y}{DLog\ X_i} = \frac{P_i\ X_i}{PY} = M_i$ où M_i est la part du facteur i dans le produit total

2 - Si la fonction de production est la translog définie au paragraphe précédent, par l'équation (1), par dérivation par rapport à chacun des inputs, on aboutit au système suivant :

$$M_1 = a_1 + b_{11} \text{ Log } X_1 + b_{12} \text{ Log } X_2 + b_{13} \text{ Log } X_3 + b_{1T} \text{ Log } T$$

$$M_2 = a_2 + b_{12} \text{ Log } X_1 + b_{22} \text{ Log } X_2 + b_{23} \text{ Log } X_3 + b_{2T} \text{ Log } T$$

$$M_3 = a_3 + b_{13} \text{ Log } X_1 + b_{23} \text{ Log } X_2 + b_{33} \text{ Log } X_3 + b_{3T} \text{ Log } T$$

avec : - M_1, part du travail dans le produit

- M_2, part des consommations intermédiaires
- M_3, part du capital.

Sous l'hypothèse d'homogénéité de degré 1 de la fonction de production, le produit est intégralement réparti entre les facteurs. Donc : $M_1 + M_2 + M_3 = 1$ ce qui signifie que l'on a deux équations indépendantes :

$$(2)\quad M_1 = a_1 + b_{11} (\text{Log } X_1 - \text{Log } X_3) + b_{12} (\text{Log } X_2 - \text{Log } X_3) + b_{1T} \text{ Log } T$$

$$(3)\quad M_2 = a_2 + b_{12} (\text{Log } X_1 - \text{Log } X_3) + b_{22} (\text{Log } X_2 - \text{Log } X_3) + b_{2T} \text{ Log } T$$

3 - A partir de ce système, il est facile d'interpréter les différents paramètres: les b_{ij} correspondent aux paramètres de courbure des isoquantes. Ils mesurent les variations des parts de facteurs consécutives aux changements des prix relatifs des inputs. Les b_{iT}, quant à eux, sont les biais factoriels. Ils mesurent, à prix relatifs constants, les variations des parts de facteurs dues à l'action du progrès technique. Les équations (2) et (3) permettent donc d'estimer simultanément les a_i, les b_{ij} et les biais factoriels b_{iT}. En particulier, si :

- $b_{iT} < 0$, le progrès technique économise le facteur i
- $b_{iT} = 0$, le progrès technique est neutre pour le facteur i
- $b_{iT} > 0$, le progrès technique consomme le facteur i.

b) "L'équation de productivité" (1)

1 - Elle s'obtient en dérivant la fonction de production par rapport au logarithme de l'indicateur de technologie T. Soit :

$$\frac{D \text{ Log } Y}{D \text{ Log } T} = a_T + b_{1T} \text{ Log } X_1 + b_{2T} \text{ Log } X_2 + b_{3T} \text{ Log } X_3 + b_{TT} \text{Log } T$$

ou encore, puisque $b_{1T} + b_{2T} + b_{3T} = 0$,

$$(4) \quad \frac{D \text{ Log } Y}{D \text{ Log } T} = a_T + b_{1T} (\text{Log } X_1 - \text{Log } X_3) + b_{2T} (\text{Log } X_2 - \text{Log } X_3) + b_{TT} \text{ Log } T$$

(1) F. BONNIEUX, op. cit.

On peut alors, à l'aide de cette équation, estimer les paramètres a_T et b_{TT}.

2 - Mais, au préalable, il est nécessaire de déterminer le membre de gauche : $\frac{D \text{ Log } Y}{D \text{ Log } T}$. Si l'on pose Log T = t, où t est le trend, alors $\frac{D \text{ Log } Y}{D \text{ Log } T} = \frac{dY}{dt/Y}$ représente le taux de variation de la production lorsque les quantités utilisées de facteurs restent constantes au cours du temps, c'est-à-dire, le taux de croissance de la productivité totale des facteurs de production. Pour l'approcher, on utilisera l'approximation de Tornqvist de l'indice de divisia (annexe 3).

§3 - Les élasticités de substitution partielle de ALLEN

1 - En l'absence de progrès technique, et à production constante, lorsque les prix relatifs des facteurs varient, on assiste à un déplacement de la combinaison productive optimale le long de l'isoquante. Lorsque, dans l'économie, il n'existe que deux facteurs de production, pour mesurer la réponse de l'intensité capitalistique à une variation du rapport des prix des inputs, on utilise l'élasticité de substitution :

$$\sigma = \frac{d\left(\frac{K}{L}\right)}{d\left(\frac{PL}{PK}\right)} \cdot \frac{\left(\frac{PL}{PK}\right)}{\left(\frac{K}{L}\right)}$$

Mais, lorsque l'on considère plus de deux facteurs de production, on ne peut plus avoir recours à cette notion. Dans ce cas, pour analyser les substitutions entre les facteurs, on introduit les élasticités de substitution partielle de Allen (1) (leur calcul est présenté dans l'annexe 2).

(1) voir F. BONNIEUX, op. cit. p. 354 et suivantes.

2 - Les élasticités de substitution partielle de ALLEN permettent d'une part, de vérifier localement la régularité de la fonction translog (annexe 2) et, d'autre part, de calculer les élasticités propres et croisées des demandes dérivées de facteurs par rapport à leurs prix.
En effet, si s_{ij} est l'élasticité de substitution partielle entre le facteur i et le facteur j, alors :

$e_{ii} = \frac{D \text{ Log } X_i}{D \text{ Log } P_i} = M_i * s_{ii}$, est l'élasticité propre du facteur i
$i = 1,3$

$e_{ii} < 0 \iff s_{ii} < 0$

et $e_{ij} = \frac{D \text{ Log } X_i}{D \text{ Log } P_j} = M_j * s_{ij}$, est l'élasticité croisée du facteur i par rapport au prix du facteur j $i,j = 1,3$
$i \neq j$

Puisque M_j est supérieure à 0, e_{ij} et s_{ij} sont de même signe.
Donc :

- si $s_{ij} > 0$: lorsque P_j croit, la demande du facteur i augmente alors que celle du facteur j diminue. Ce qui signifie que i et j sont substituables.

- si $s_{ij} < 0$: lorsque P_j croit, la demande de i diminue parallèlement à celle de j. Dans ce cas, i et j sont complémentaires.

3 - Lorsque l'on estimera les paramètres de la fonction translog, le calcul des élasticités de substitution partielle de ALLEN nous permettra de nous assurer de la régularité de la fonction de production ainsi que de la cohérence des signes des élasticités - prix des inputs.

Section 3 : Estimation

Pour estimer les différents paramètres de la translog et, en particulier, les biais du progrès technique sur chacun des inputs, nous disposons de 4 équations : la fonction de production elle-même (1), les équations des parts de facteurs (2) et (3), et l'équation de productivité (4).

L'estimation directe de la fonction de production pose quelques problèmes. En effet, les prix étant donnés, les quantités de facteurs utilisées et la quantité d'output produite sont déterminées simultanément. Ce qui signifie que les volumes d'inputs ne peuvent être considérés comme exogènes. Il en résulte que lors de l'estimation à l'aide d'une méthode comme les moindres carrés ordinaires, on assiste à des phénomènes de multicollinéarité entre les variables explicatives. Dans ce cas, les estimateurs des coefficients ne sont pas efficaces.

Nous avons donc choisi d'estimer le système d'équations des parts de facteurs, auquel nous ajoutons, dans un second temps, l'équation de productivité.

§1 - La méthode d'estimation

1 - Lors de la maximisation du profit, les décisions concernant les quantités utilisées et produites sont simultanées. Les équations des parts de facteurs sont donc interdépendantes. Nous traduisons ce fait en introduisant, dans chaque équation un terme aléatoire u_{it} (i est l'indice de l'équation, et t la date d'observation) tel que :

$$E\,(u_{it}) = 0$$

$$\begin{aligned} COV\,(u_{it}, u_{jt'}) &= \sigma_{ij} \quad \text{si } t = t' \\ &= 0 \quad \text{sinon.} \end{aligned}$$

Le système à estimer s'écrit donc :

$$(i)\quad M_1 = a_1 + b_{11} (\mathrm{Log}\, X_1 - \mathrm{Log}\, X_3) + b_{12} (\mathrm{Log}\, X_2 - \mathrm{Log}\, X_3) + b_{1T} t + u_{1t}$$

$$M_2 = a_2 + b_{12} (\mathrm{Log}\, X_1 - \mathrm{Log}\, X_3) + b_{22} (\mathrm{Log}\, X_2 - \mathrm{Log}\, X_3) + b_{2T} t + u_{2t}$$

2 - On estimera simultanément les deux équations par la méthode du maximum de vraisemblance à information complète. Les estimateurs, ainsi obtenus, ne dépendent pas du choix de l'équation éliminée. De plus, ils sont convergents et efficaces asymptotiquement.

3 - Pour obtenir les estimés des paramètres a_T et b_{TT}, nous estimerons d'abord l'équation de productivité (équation 4) à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaires. Puis, nous tenterons également l'estimation conjointe des équations des parts de facteurs et de l'équation de productivité (1). Le système s'écrit alors :

$$M_1 = a_1 + b_{11} (\mathrm{Log}\, X_1 - \mathrm{Log}\, X_3) + b_{12} (\mathrm{Log}\, X_2 - \mathrm{Log}\, X_3) + b_{1T} t + u_{1t}$$

$$(i,i)\quad M_2 = a_2 + b_{12} (\mathrm{Log}\, X_1 - \mathrm{Log}\, X_3) + b_{22} (\mathrm{Log}\, X_2 - \mathrm{Log}\, X_3) + b_{2T} t + u_{2t}$$

$$\frac{D\, \mathrm{Log}\, Y}{D\, \mathrm{Log}\, T} = a_T + b_{1T} (\mathrm{Log}\, X_1 - \mathrm{Log}\, X_3) + b_{2T} (\mathrm{Log}\, X_2 - \mathrm{Log}\, X_3) + b_{TT} t + u_{3t}$$

(1) Nous utiliserons également, la méthode du maximum de vraisemblance à information complète.

§2 - Les données

Elles sont extraites de diverses publications de l'I.N.S.E.E. relatives aux comptes intermédiaires des entreprises non financières (1). Les comptes du secteur industrie agro-alimentaire (U02- IAA) sont disponibles sur la période 1967-1982. Par contre, pour les sous-secteurs industrie des autres produits alimentaires (T03 noté ici APA) et industrie de la viande et du lait (T02 noté ici VL), les séries n'ont été diffusées qu'à partir de 1971.

Il convient de souligner ici que, selon la méthode d'agrégation de l'I.N.S.E.E., les comptes du secteur IAA sont présentés comme le "total" de ceux des deux sous secteurs T02 et T03.

Les différentes séries et graphiques constituent le troisième point de l'annexe 1.

a) L'évolution des parts de facteurs (graphique p.118b)

1 - L'examen des courbes d'évolution des parts relatives des facteurs amène une constatation intéressante : le sous-secteur viande et lait se démarque quant à la structure et à l'évolution du partage du produit entre les facteurs.

En effet, en ce qui concerne la structure du partage, les parts relatives moyennes des inputs sont similaires dans les secteurs IAA et APA : les consommations intermédiaires reçoivent, en moyenne, 75 % du produit, tandis que les parts du capital et du travail sont à peu près égales et s'établissent à 12,5 % en moyenne (tableau 1). Par contre, dans

(1) voir annexe 1 p.106

le sous-secteur viande et lait, la part relative des consommations intermédiaires, est supérieure : 85 % en moyenne (d'où une valeur ajoutée relative moins importante) et surtout, la part de l'input travail est nettement supérieure à celle du facteur capital (11 % contre 4 %).

	Secteur IAA moyenne sur 1967 - 1982	Secteur APA moyenne sur 1971 - 1982	Secteur VL moyenne sur 1971 - 1982
Part du travail	0.126	0.140	0.108
Part des consommations intermédiaires	0.749	0.700	0.851
Part du capital	0.125	0.160	0.041

Tableau 1 : Les parts relatives moyennes des facteurs, par secteur

La part du capital est donc très faible dans le sous-secteur viande et lait par rapport à son niveau moyen dans les secteurs IAA et autres produits alimentaires. Cependant, cet écart semble quelque peu artificiel. En effet, le rapport rémunération des services du capital / produit total est obtenu à l'aide de la relation :

$M_3 = 1 - M_1 - M_2$. (où M_3, M_1 et M_2 sont respectivement les parts du capital, du travail et des consommations intermédiaires). Il en résulte que, selon l'établissement du compte de production, la part relative du capital est égale à :

$$\frac{\text{Impôts indirects}}{\text{Production}} - \frac{\text{Subvention d'exploitation}}{\text{Production}} + \frac{\text{Excédent brut d'exploitation}}{\text{Production}}$$

Comparons les différents termes de cette expression d'un secteur à l'autre . le ratio subvention d'exploitation / production est de l'ordre de 1 % dans les trois secteurs. De la même façon, le rapport excédent brut d'exploitation / production varie relativement peu d'un secteur à l'autre (7 % en moyenne, dans les secteurs IAA et APA et 4 % dans le sous-secteur VL). Par contre, le troisième terme : impôts indirects / production est très variable selon les secteurs (10 % en moyenne, dans le sous-secteur APA, 7 % dans le secteur IAA et 0,8 % dans le sous-secteur VL). (1).

---

(1) On peut penser que l'importance de la part des impôts indirects dans la production pour le secteur APA (et, par voie de conséquence, pour le secteur IAA) provient des taxes sur l'alcool versées par les entreprises produisant des boissons alcoolisées. A titre d'exemple, d'après l'"enquête annuelle d'entreprise 1982 - Industries agricoles et alimentaires" (SCEES - Octobre 1984), on a :

	VAHT* (en mil. F)	VABCF** (en mil. F)	Subventions -impôts indir.
Sous-secteur viande et lait	23 488 468	23 798 183	269 715
Sous- secteur autres prod. alimentaires dont	48 593 532	42 073 375	-6 520 157
Fabrication de boissons et alcools	17 577 455	13 460 820	-4 116 635

* VAHT : Valeur ajoutée hors taxe
** VABCF : Valeur ajoutée brute au coût des facteurs = VAHT + subventions - impôts indirects

On remarque que le poste subvention - impôts indirects du sous secteur autres produits alimentaires est constitué à 63 % par les impôts indirects, hors subventions, versés par les entreprises fabricant des boissons et alcools.

L'écart observé entre les parts relatives moyennes du capital dans les deux sous secteurs proviendrait donc essentiellement de la part relative des impôts indirects dans le produit total.

Fallait-il alors considérer non pas la production totale mais la production hors impôts indirects ? Nous n'avons trouvé aucun argument en faveur de l'une ou l'autre solution. Aussi, avons-nous conservé la production totale comme base pour le calcul des parts de facteurs.

2 - L'évolution, au cours du temps, des parts relatives des inputs est également différente (gra. p118b).
Le sous-secteur viande et lait connaît une relative stabilité des parts de facteurs sur toute la période (les chocs pétroliers y sont amortis, excepté pour la part du capital en 1974 - Tableau 2). Par contre, les secteurs IAA et autres produits alimentaires présentent des séries relativement plus heurtées. D'une façon générale, sur l'ensemble de la période, la part relative du travail est assez stable dans les deux secteurs. On note toutefois une légère hausse en 1975 (+ 8 % dans le secteur IAA et + 14 % dans le sous-secteur APA). Après cette date, la part du travail se maintient à ce niveau supérieur. La part des consommations intermédiaires, quant à elle, croît légèrement. (elle passe de 73 % à 77 % dans le secteur IAA et de 68 % à 70 % dans le sous secteur APA). Par suite, la part relative du capital, obtenue par différence, décroît dans les mêmes proportions. Mais, ce sont surtout les deux chocs pétroliers qui déstabilisent ces séries. Ils se traduisent en effet, dans les deux secteurs, par une hausse de la part des consommations intermédiaires en 1974 et 1979. Par conséquent, la part du capital chute aux mêmes dates.
Le secteur des autres produits alimentaires semble plus touché

que le secteur IAA. En outre, le choc est plus violent en 1979 (tableau 2).

	1974		1979	
	Part des CI*	Part du capital	Part des CI	Part du capital
Secteur IAA	+ 2,7 %	- 13,4 %	+ 5,3 %	- 34,5 %
Secteur APA	+ 4,6 %	- 14 %	+ 8,8 %	- 39 %
Secteur VL	+ 1,2 %	- 32 %	0 %	+ 5 %

* Consommations intermédiaires

Tableau 2 : Les répercussions des chocs pétroliers, par secteur

b) L'évolution de la productivité totale des facteurs (graphiques p 126, 128).

Quel que soit le secteur et sur l'ensemble de la période, on note une tendance à la baisse de la productivité totale des facteurs (tableau 3). Il semblerait donc qu'au cours des années 70, le secteur IAA français ait connu de faibles progrès de productivité. Ceci pourrait provenir du fait qu'au cours de ces années, les industries agro-alimentaires françaises aient procédé à des investissements de capacité, les investissements visant à l'accroissement de la productivité des inputs n'ayant démarré qu'au début des années 80 (on verra d'ailleurs plus loin que le biais du progrès technique sur le capital est négatif. Ce qui signifie que le progrès technique aurait économisé du capital).

Années	Secteur IAA	Secteur APA	Secteur VL
1967 - 68	- 0.035		
1968 - 69	- 0.065		
1969 - 70	- 0.090		
1970 - 71	- 0.015		
1971 - 72	- 0.099	0.103	0.069
1972 - 73	- 0.049	- 0.096	- 0.029
1973 - 74	- 0.090	- 0.044	- 0.112
1974 - 75	- 0.056	- 0.208	0.032
1975 - 76	- 0.059	- 0.161	0.011
1976 - 77	0.011	0.076	- 0.036
1977 - 78	- 0.069	- 0.105	- 0.050
1978 - 79	- 0.149	- 0.133	- 0.150
1979 - 80	0.012	- 0.071	0.072
1980 - 81	- 0.019	- 0.072	0.023
1981 - 82	- 0.013	- 0.004	- 0.019

Tableau 3 : Taux de croissance annuel de la productivité totale des facteurs, par secteur (1)

Pour chacun des secteurs, les deux chocs pétroliers se soldent par une chute de la productivité totale des facteurs : - 9 % et - 11,2 % entre 1973 et 1974, respectivement pour le secteur IAA et le sous-secteur viande et lait ; - 20,8 % entre 1974 et 1975 pour l'autre sous-secteur. Toutefois, il convient de souligner que la décroissance de la productivité totale est déjà amorcée avant 1974 (pour les 3 secteurs). On retrouve la même situation lors de la deuxième crise pétrolière : la productivité totale diminue depuis 1977 et connaît entre 1978 et 1979, une chute de 14,9 % ; 13,3 % et 15 % respectivement pour le secteur IAA et pour les sous-secteurs APA et VL.

(1) Pour le calcul, voir annexe 3 p. 133

2 - D'une façon générale, il semblerait (mais, la période d'observation est peut être un peu courte pour pouvoir avancer une conclusion définitive) <u>que les trois secteurs soient soumis à des "cycles de productivité"</u> (gra. p.133). Les trois courbes font apparaître en effet, une succession de phases de croissance et de décroissance de la productivité totale ; chaque cycle ayant une durée d'environ 5 ans dans tous les secteurs (72-77 et 77-82). En outre, on observe que les cycles sont d'amplitude relativement constante à l'intérieur de chacun des secteurs. Par contre, une comparaison intersectorielle montre que c'est le sous-secteur autres produits alimentaires qui connait les plus grandes amplitudes alors que dans l'autre sous-secteur, les cycles sont relativement plus "amortis". (Le secteur IAA, quant à lui, représente "la moyenne" des deux sous-secteurs).

c) <u>L'évolution des quantités d'output et d'inputs</u> (graphiques p.119, 126)

	Secteur IAA			Secteur APA			Secteur VL		
	TCM*	TCM** 67-76	TCM 77-82	TCM	TCM 71-76	TCM 77-82	TCM	TCM 71-76	TCM 77-[illegible]
Output	5,96	7,30	4,00	3,50	3,76	3,26	8,30	12,60	4,[illegible]
Quantité de travail	1,50	2,60	0,37	-0,25	-0,30	-0,33	3,40	5,80	1,[illegible]
Quantité de consomma - tions intermédiaires	6,45	7,35	5,11	4,00	3,41	4,55	8,55	11,8	5,[illegible]
Quantité de capital	2,40	7,13	3,90	-0,34	-0,32	-0,35	2,70	3,76	1,[illegible]

Tableau 5 : Taux de croissance annuel moyen de l'output et des quantités d'inputs, par secteur (en %)

* TCM = taux de croissance annuel moyen sur l'ensemble de la période

** TCM_{st} = taux de croissance annuel moyen sur la période s, t.

Sur l'ensemble de la période, et en moyenne, c'est le sous-secteur de la viande et du lait qui a connu les plus forts taux de croissance annuels. L'examen du tableau 5 révèle une certaine similitude entre le sous-secteur viande et lait et le secteur IAA. Il semble que ces deux secteurs aient connu deux phases de croissance : une croissance rapide jusqu'en 1976 et une croissance plus lente de 1977 à 1982. Par contre, on ne retrouve pas ces deux rythmes de croissance dans l'autre sous-secteur : la quantité d'output croît régulièrement, mais à un taux moyen annuel inférieur à celui des autres secteurs tandis que les quantités de travail et de capital ont tendance à diminuer.

§3 - Les résultats des estimations

L'estimation de l'équation de productivité n'ayant donné aucun résultat satisfaisant, elle sera abandonnée par la suite.

Les résultats obtenus lors des premières estimations des systèmes (i) et (ii) (section 3 - paragraphe 1 p.75) se révélèrent décevants : ils conduisaient à accepter l'hypothèse d'égalité à zéro de tous les coefficients. Seules les constantes étaient très significatives. Ces observations nous amenèrent à estimer les deux systèmes d'équations "en bloquant" les constantes à leur niveau estimé. Les résultats de cette seconde estimation sont présentés dans le tableau 6, page 85 .

	Secteur IAA	Secteur APA	Secteur VL
Système(i)			
a_1	0.119	0.121	0.111
a_2	0.724	0.688	0.846
a_3	0.157	0.191	0.043
b_{11}	-0.030 (-0.983)	0.007 (0.107)	- 0.019 (- 0.521)
b_{12}	-0.348 (-2.664)	- 0.486 (-2.826)	- 0.432 (- 1.720)
b_{13}	+0.378 (2.479)	0.479 (2.928)	0.451 (1.575)
b_{22}	1.945 (-2.328)	- 2.313 (- 2.474)	- 3.191 (- 1.669)
b_{23}	2.293 (2.374)	2.799 (2.534)	3.623 (1.675)
b_{33}	-2.671 (-2.382)	- 3.278 (-2.601)	- 4.074 (-1.663)
b_{1T}	0.023 (7.040)	0.032 (7.957)	0.034 (2.602)
b_{2T}	0.132 (6.480)	0.155 (6.892)	0.264 (2.626)
b_{3T}	- 0.155 (-6.566)	- 0.187 (-7.088)	- 0.298 (- 2.623)
Log L	69.3133	47.6365	63.0776
Système (i,i)			
a_1	0.124	0.119	0.110
a_2	0.718	0.699	0.844
a_3	0.158	0.182	0.046
b_{11}	- 0.053 (-1,642)	- 0,029 (- 0;449)	- 0:032 (-0.110)
b_{12}	- 0.355 (-5.373)	- 0.444 (- 2.652)	- 0.415 (- 1.470)
b_{13}	0.408 (5.386)	0.473 (3.076)	0.447 (1.450)
b_{22}	- 2.043 (-5.456)	- 2.178 (- 2.106)	- 3.005 (- 1.417)
b_{23}	2.398 (5.458)	2.622 (2.190)	3.420 (1.563)
b_{33}	- 2.806 (-5.494)	- 3.095 (- 2.302)	- 3.867 (- 1.663)
b_{1T}	0.023 (12.687)	0.031 (10.730)	0.034 (2.471)
b_{2T}	0.135 (13.276)	0.150 (8.737)	0.257 (2.476)
b_{3T}	- 0.158 (-13.271)	- 0,181 (- 9.136)	- 0.291 (- 2-620)
a_T	-0.008 (-0.184)	0.036 (0.320)	0.103 (0.506)
b_{TT}	-0.007 (-1.473)	- 0.011 (- 0.806)	- 0.033 (- 1.099)
Log L	97.9623	61.5005	128.4270

Tableau 6 : Estimation des parts des facteurs et estimation conjointe des parts des facteurs et de l'équation de productivité, avec constantes bloquées. Les nombres entre parenthèses sont les t. ratios.

Les coefficients estimés sont analogues quels que soient le secteur et le système d'équations (sauf pour le sous-secteur APA où b_{11} et b_{13} sont positifs. En outre, b_{11} change de signe selon le système d'équations estimé. Toutefois, ce coefficient n'est pas significativement différent de zéro). Les résultats relatifs au sous-secteur viande et lait sont un peu moins bons : seuls les biais factoriels sont significatifs.

a) Les élasticités de substitution partielle de ALLEN

Le tableau 7 récapitule les estimations des élasticités de substitution partielle et des élasticités propres de la demande dérivée des facteurs pour chacun des secteurs.

Les conditions de régularité de la fonction de production sont vérifiées en tout point (sauf pour le sous-secteur viande et lait en 1980 et en 1982).

D'une façon générale, quel que soit le secteur, les élasticités sont stables sur toute la période et leurs signes sont cohérents. Pour ce qui est de leur valeur absolue, il est difficile de juger puisque nous ne disposons pas d'études similaires permettant une comparaison.

D'après les résultats, et pour les trois secteurs, la substituabilité entre travail et consommations intermédiaires est relativement forte tandis que le capital est peu (ou n'est pas substituable avec les deux autres inputs. D'autre part, la

Tableau 7 : Les élasticités de substitution partielle et les élasticités propres, par secteur

	SECTEUR IAA					
	Elasticités de substitution partielle			Elasticités propres		
Années	Travail-CI *	Travail Capital	Ci - Capital	Travail	CI	Capital
1967	1.52	0.03	0.05	- 1.11	- 0.189	- 0.039
1968	1.49	0.11	0.04	- 1.09	- 0.194	- 0.039
1969	1.49	0.10	0.04	- 1.09	- 0.194	- 0.039
1970	1.49	0.06	0.04	- 1.10	- 0.189	- 0.038
1971	1.48	0.06	0.04	- 1.10	- 0.188	- 0.037
1972	1.49	0.08	0.04	- 1.10	- 0.191	- 0.038
1973	1.48	0.06	0.04	- 1.10	- 0.188	- 0.037
1974	1.46	0.03	0.04	- 1.10	- 0.184	- 0.034
1975	1.41	0.11	0.02	- 1.07	- 0.191	- 0.032
1976	1.41	0.08	0.03	- 1.08	- 0.188	- 0.032
1977	1.42	0.07	0.03	- 1.09	- 0.186	- 0.032
1978	1.41	0.08	0.03	- 1.08	- 0.188	- 0.032
1979	1.36	0.01	0.03	- 1.09	- 0.179	- 0.23
1980	1.42	0.05	0.03	- 1.09	- 0.186	- 0.030
1981	1.42	0.05	0.03	- 1.09	- 0.186	- 0.030
1982	1.42	0.03	0.03	- 1.09	- 0.183	- 0.031

* CI: Consommations Intermédiaires

Années	Elasticités de substitution partielle			Elasticités propres		
	Travail - CI *	Travail Capital	CI-Capital	Travail	CI	Capital
SECTEUR APA						
1971	4.22	0.32	- 0.006	- 2.94	- 0.54	- 0.037
1972	4.09	0.37	- 0.016	- 2.83	- 0.53	- 0.038
1973	4.09	0.37	- 0.016	- 2.83	- 0.53	- 0.038
1974	4.16	0.18	0.015	- 2.97	- 0.53	- 0.034
1975	3.24	0.44	- 0.04	- 2.33	- 0.46	- 0.034
1976	3.24	0.44	- 0.04	- 2.33	- 0.46	- 0.034
1977	3.35	0.37	- 0.03	- 2.43	- 0.47	- 0.033
1978	3.26	0.47	- 0.05	- 2.34	- 0.47	- 0.035
1979	2.99	0.30	- 0.03	- 2.29	- 0.44	- 0.024
1980	3.17	0.42	- 0.04	- 2.31	- 0.46	- 0.032
1981	3.22	0.44	- 0.04	- 2.32	- 0.46	- 0.034
1982	3.32	0.40	- 0.03	- 2.39	- 0.47	- 0.034
SECTEUR VL						
1971	1.52	0.06	0.003	- 1.30	- 0.17	- 0.009
1972	1.53	0.05	0.005	- 1.30	- 0.17	- 0.009
1973	1.52	0.06	0.003	- 1.30	- 0.17	- 0.009
1974	1.50	0.06	- 0.008	- 1.29	- 0.17	- 0.006
1975	1.52	0.07	0.001	- 1.29	- 0.17	- 0.009
1976	1.53	0.05	0.005	- 1.30	- 0.17	- 0.009
1977	1.56	0.04	0.007	- 1.32	- 0.17	- 0.010
1978	1.55	0.02	0.008	- 1.33	- 0.17	- 0.009
1979	1.56	- 0.004	0.011	- 1.33	- 0.16	- 0.009
1980	//	//	//	//	//	//
1981	1.57	- 0.02	0.013	- 1.34	- 0.16	- 0.009
1982	//	//	//	//	//	//

// : ces élasticités n'ont pu être estimées demande de facteur travail est élastique par rapport au prix du travail alors que les quantités utilisées de consommations intermédiaires et de capital réagissent "peu" aux variations des prix propres.

Cependant, il existe des différences intersectorielles notables.

1 - Le sous-secteur industrie des autres produits alimentaires

C'est dans ce sous-secteur que l'on rencontre les élasticités prix les plus élevées ainsi que les plus grandes amplitudes de variations (ceci est sans doute à rapprocher des réactions plus vives aux chocs pétroliers, observées dans ce secteur, lors de l'étude des données brutes).

La substituabilité entre travail et consommations intermédiaires y est élevée. Elle tend toutefois à décroître jusqu'en 1979. Le travail et le capital sont également substituables mais dans une moindre mesure. Par contre, les consommations intermédiaires et le capital seraient faiblement complémentaires.

En ce qui concerne les élasticités propres, les estimations révèlent une certaine sensibilité de la demande de travail à son prix (une hausse de 1 % du prix du travail entraîne une baisse de 2,5 % de la quantité de travail utilisée). Les élasticités prix des demandes de consommations intermédiaires et de capital sont, quant à elles, nettement inférieures (en particulier, lorsque le prix du capital augmente de 1 %, la demande de ce facteur ne décroît que de 0,35 % environ)

2 - Le sous-secteur industrie de la viande et du lait

Les estimations des élasticités de ce sous-secteur sont proches de celles obtenues dans le secteur IAA.

La sensibilité aux prix des demandes de facteurs dans le sous-secteur viande et lait est inférieure à celle rencontrée, précédemment, dans le sous-secteur autres produits alimentaires. Rappelons que l'industrie française de la viande et du lait est soumise à un régime de prix administrés ; ce qui pourrait constituer une explication du niveau plus faible des élasticités - prix. De plus, ce type de secteur est contraint de s'approvisionner en matières premières (en particulier, les entreprises laitières collectent le lait chaque jour quel que soit son prix). D'où au moins à court terme, les quantités de facteurs demandées (surtout de consommations intermédiaires) réagissent peu aux variations des prix des inputs.

En outre, les consommations intermédiaires et le capital sont ici (ainsi que dans le secteur IAA) substituables, bien que très faiblement. De la même manière, la substituabilité entre travail et capital est très faible (ces deux inputs deviennent même complémentaires à partir de 1979).

Enfin, les conclusions relatives aux élasticités propres sont les mêmes que dans le sous-secteur autres produits alimentaires.

*   *
*

Nous avons donc mis en lumière, à partir de l'estimation des élasticités, d'une part et d'une façon générale, la <u>sensibilité de la demande de travail aux prix ; et d'autre part, une certaine différenciation dans les réactions des demandes de facteurs aux variations de prix entre les deux sous-secteurs</u> (cette différenciation corrobore d'ailleurs les constatations de l'analyse des données brutes). Voyons maintenant si cette différence persiste en ce qui concerne l'action du progrès technique.

b) Les coefficients de productivité

A l'aide du système (ii), on obtient les estimés de a_T et b_{TT}. Mais, ces derniers ne sont significatifs dans aucun des secteurs. Pourtant, les résultats du test $a_T = b_{TT} = 0$ nous conduisent à n'accepter cette hypothèse que pour le sous-secteur autres produits alimentaires (Tableau 8). Ce qui signifie que les coefficients a_T et b_{TT} améliorent, de manière significative, la qualité des ajustements dans les secteurs IAA et viande et lait.

	Secteur IAA	Secteur VL	Secteur APA
Rapports de vraisemblance	21.9	14.2	5.5
Valeur critique du $\chi^2(2)$ à 99 %	9.2	9.2	9.2

Tableau 8 : Les résultats du test du rapport de vraisemblance, par secteur (1)

(1) Le test est le suivant : H_0 : $a_T = 0$ et $b_{TT} = 0$ contre H_1 $a_T \neq 0$ ou $b_{TT} \neq 0$. La fonction discriminante est égale au rapport de vraisemblance : $-2 \text{ Log } \frac{LH0}{LH1}$ (où LH_k est la valeur de la fonction de vraisemblance dans l'hypothèse H_k, $k = 0, 1$)

Or, $-2 \text{ Log } \frac{LH0}{LH1} \sim \chi^2(\nu)$; ν = nombre de degrés de liberté dans l'hypothèse H0 - nombre de degrés de liberté dans l'hypothèse H1

D'où si $-2 \text{ Log } \frac{LH0}{LH1} \geq \chi^2_\alpha(\nu)$, on rejette H0

ce qui signifie que les coefficients a_T et b_{TT} améliorent la qualité de l'ajustement.

c) Les biais factoriels

1 - Les résultats des estimations mettent en évidence, dans les trois secteurs, un biais positif sur le travail et sur les consommations intermédiaires. Par contre, le biais du progrès technique sur le capital est négatif.

En outre, l'introduction des biais factoriels améliore nettement la qualité des trois ajustements (tableau 9).

	Secteur IAA	Secteur APA	Secteur VL
Rapports de vraisemblance	25,5	27,6	14,7
Valeur critique du $\chi^2(2)$ à 99 %	9,2	9,2	9,2

Tableau 9 : Les résultats du test :

$H_0 : b_{1T} = b_{2T} = b_{3T} = 0$

H_1 : au moins un des coefficients non nuls

2 - A l'intérieur de chaque secteur, on peut comparer le biais sur le travail et le biais sur les consommations intermédiaires. On effectue donc, pour chacun des secteurs, le test : $H_0 : b_{2T} = b_{1T}$ contre $H_1 : b_{2T} > b_{1T}$ (tableau 10).

	Secteur IAA		Secteur APA		Secteur VL	
	Système (i)	système (ii)	Syst(i)	syst. (ii)	Syst. (i)	Syst. (ii)
T. Calculé	5.38	10.80	5.38	6.61	2.30	2.23
T. Théorique	5%: 1.645 1%: 2.326	5%: 1.645 1%: 2.326	5%:1.645 1%:2.326	5%:1.645 1%:2.326	5%:1.645 1%:2.326	5%:1.645 1%:2.326

Tableau 10 : Les résultats du test de Behrens-Fisher

On en conclut que <u>le biais positif sur les consommations intermédiaires est supérieur à celui sur le travail, quel que soit le secteur</u>.

3 - Enfin, une comparaison intersectorielle montre que les biais sur chaque facteur sont égaux dans tous les secteurs (tableaux 11 et 12).

i \ j		Secteur IAA	Secteur APA
Secteur APA	T calculé*	1.74	
	T. Théorique 5 %	2.528	
Secteur VL	T calculé	0.821	0.144
	T. Théorique 5 %	2.326	2.326

* à partir des estimés du système (i)

Tableau 11 : Résultats dutest : $H_0 : b_{1Ti} = b_{1Tj}$

$H_1 : b_{1Ti} > b_{1Tj}$

i \ j		Secteur IAA	Secteur APA
Secteur APA	T. calculé	0.766	
	T. Théorique 5 %	2.528	
Secteur VL	T. Calculé	1.3	1.06
	T. Théorique 5 %	2.326	2.326

Tableau 12 : Résultats du test $H_0 : b_{2Ti} = b_{2Tj}$

$H_1 : b_{2Ti} > b_{2Tj}$

Conclusion

On ne retrouve donc pas, en ce qui concerne les biais factoriels, la différenciation entre les sous-secteurs autres produits alimentaires et viande et lait, mise en évidence à l'aide des données brutes et des élasticités - prix des demandes de facteurs. Finalement, le progrès technique a déformé la fonction de production de la même façon dans les trois secteurs.

On constate, en effet, que sur les années 1970 - 1980, et quel que soit le secteur, le biais du progrès technique est positif sur les consommations intermédiaires et sur le travail. Il est par contre négatif sur le capital.

Au cours des années 70-80, le progrès technique se serait donc traduit par une utilisation accrue de consommations intermédiaires et de travail et, parallèlement aurait économisé le capital.

Bien que les estimations soient assez robustes, le biais négatif sur le capital dans les trois secteurs peut étonner. Malheureusement, il n'existe pas d'étude similaire pour les secteurs qui nous intéressent. Nous n'avons donc aucune indication, permettant d'appuyer ou d'infirmer nos résultats.

Le chapitre suivant, qui propose une autre spécification du progrès technique, nous permettra peut être de préciser l'effet du progrès technique sur le facteur capital, ainsi que sur les deux autres inputs.

CHAPITRE IV : LE RYTHME DU PROGRES TECHNIQUE

Ce chapitre constitue l'application d'une seconde spécification du progrès technique, posée par les théoriciens néo-classiques de la croissance. Nous avons vu, au chapitre I, que pour définir les différentes formes de neutralité, les néo-classiques considéraient un progrès technique améliorant l'efficacité des différents facteurs de production. C'est cette hypothèse qui sera ici utilisée, pour mesurer le rythme du progrès technique sur chacun des inputs, dans le secteur IAA et les sous secteurs industrie des autres produits alimentaires et industrie de la viande et du lait.

Le cadre d'analyse et les méthodes d'estimation sont les mêmes que celles exposées au chapitre précédent. Il suffira donc, dans une première section, de spécifier le modèle utilisé et, dans une deuxième section, de présenter les résultats obtenus.

Section 1 : Spécification du modèle

1 - Reprenons les hypothèses néo-classiques (chapitre I, section 2 - paragraphe 3), c'est-à-dire, supposons que le progrès technique rende le facteur i plus efficace au cours du temps.

La fonction de production à n facteurs s'écrit alors :

$$Y_t = F\,(X_{1t}, \ldots, \alpha(t)\, X_{it}, \ldots X_{nt})$$

Cette relation devient, si l'on mesure l'input i en unités efficaces :

$$Y_t = F(X_{1t}, \ldots, \bar{X}_{it}, \ldots X_{nt})$$

avec $\bar{X}_{it} = \alpha(t)\, X_{it}$

2 - Dans le cas de la fonction de production trans-log à trois facteurs de production, si l'on suppose que le progrès technique touche chacun des inputs, on a :

$$\begin{aligned}\text{Log } Y_t = {} & a_0 + a_1 \text{ Log } \bar{X}_{1t} + a_2 \text{ Log } \bar{X}_{2t} + a_3 \text{ Log } \bar{X}_{3t} \\ & + \frac{1}{2} b_{11} (\text{Log } \bar{X}_{1t})^2 + b_{12} \text{ Log } \bar{X}_{1t} \text{ Log } \bar{X}_{2t} + b_{13} \text{ Log} \bar{X}_{1t} \text{ Log } \bar{X}_{3t} \\ & + \frac{1}{2} b_{22} (\text{Log } \bar{X}_{2t})^2 + b_{23} \text{ Log } \bar{X}_{2t} \text{ Log } \bar{X}_{3t} \\ & + \frac{1}{2} b_{33} (\text{Log} \bar{X}_{3t})^2\end{aligned}$$

avec les contraintes usuelles sur les paramètres :

$$\begin{aligned} a_1 + a_2 + a_3 &= 1 \\ b_{11} + b_{12} + b_{13} &= 0 \\ b_{12} + b_{22} + b_{23} &= 0 \\ b_{13} + b_{23} + b_{33} &= 0 \end{aligned}$$

Supposons, en outre, que le progrès technique évolue à taux constant. Dans ce cas; $\bar{X}_{it} = \alpha(t)\, X_{it} = e^{\lambda_i t} X_{it}$. D'où

$$\text{Log } \bar{X}_{it} = \lambda_{it} + \text{Log } X_{it}$$

La fonction translog devient alors (1) :

$$\begin{aligned}\text{Log } Y = {} & a_0 + \sum_i a_i \text{ Log } X_i + \frac{1}{2} \sum_{i,j} b_{ij} \text{ Log } X_i \text{ Log } X_j \\ & + \sum_i a_i \lambda_i t + \sum_{ij} b_{ij} \lambda j \text{ Log } X_i t + \frac{1}{2} \sum_{i,j} b_{i,j} \lambda_i \lambda_j\, t^2 \\ & (i,j = 1,3)\end{aligned}$$

---

(1) L'indiçage par t a été omis pour simplifier l'écriture.

On remarque, que par rapport au cas plus général, étudié au chapitre précédent, on a les relations suivantes :

$$\sum_i a_i \lambda_i = a_T$$

$$\sum_j b_{ij}\lambda_j = b_{iT} \text{ (1)} \qquad i,j = 1,3$$

$$\sum_{i,j} b_{ij}\lambda_i \lambda_j = b_{TT}$$

3 - Les équations des parts des facteurs s'écrivent donc :

$$M_i = a_i + \sum_j b_{ij} \text{ Log } X_j + \sum_j b_{ij} \lambda_j t \quad (i = 1,3)$$

D'où le système d'équations indépendantes :

$$\text{(i')} \quad \begin{aligned} M_1 &= a_1 + b_{11} (\text{Log } X_1 - \text{Log } X_3) + b_{12} (\text{Log } X_2 - \text{Log } X_3) \\ &\quad + \left[b_{11} (\lambda_1 - \lambda_3) + b_{12} (\lambda_2 - \lambda_3)\right] t \\ M_2 &= a_2 + b_{12} (\text{Log } X_1 - \text{Log } X_3) + b_{22} (\text{Log } X_2 - \text{Log } X_3) \\ &\quad + \left[b_{12} (\lambda_1 - \lambda_3) + b_{22} (\lambda_2 - \lambda_3)\right] t \end{aligned}$$

En ce qui concerne l'équation de productivité, on a :

$$\frac{D \text{ Log } Y}{Dt} = \sum_i a_i \lambda_i + \sum_{i,j} b_{ij}\lambda_j \text{ Log } X_i + \sum_{i,j} b_{ij}\lambda_i \lambda_j t \qquad (i,j = 1,3)$$

$$= \sum_i \lambda_i M_i$$

On obtient donc le système (ii') suivant :

---

(1) On note que : $\sum_i b_{iT} = \sum_i \sum_j b_{ij}\lambda_j = \sum_j \sum_i b_{ij} \lambda_j = \sum_j \lambda_j \sum_i b_{ij} = 0$

La contrainte sur les biais factoriels est automatiquement vérifiée.

$$M_1 = a_1 + b_{11}\ (\text{Log } X_1 - \text{Log } X_3) + b_{12}\ (\text{Log } X_2 - \text{Log } X_3) + \left[b_{11}\ (\lambda_1 - \lambda_3) + b_{12}\ (\lambda_2 - \lambda_3)\right] t$$

$$\text{(i,i')} \quad M_2 = a_2 + b_{12}\ (\text{Log } X_1 - \text{Log } X_3) + b_{22}\ (\text{Log } X_2 - \text{Log } X_3) + \left[b_{12}\ (\lambda_1 - \lambda_3) + b_{22}\ (\lambda_2 - \lambda_3)\right] t$$

$$\frac{D \text{ Log } Y}{Dt} = \lambda_3 + (\lambda_1 - \lambda_3)\ M_1 + (\lambda_2 - \lambda_3)\ M_2$$

4 - Comme au chapitre précédent, on dispose, pour estimer les taux de progrès technique, du système (i'), de l'équation de productivité et du sytème (ii'). Il faut, cependant noter que les équations des parts de facteurs ne permettent d'obtenir que des différences de taux de progrès technique ; et que d'autre part, l'équation de productivité risque de poser problème puisque les parts de facteurs sont endogènes.

Section 2 : Les résultats

§1 - L'équation de productivité

Nous avons d'abord estimé l'équation de productivité pour chacun des secteurs. Les résultats sont présentés dans le tableau 13.

1 - Les ajustements sont médiocres (sauf pour le sous-secteur autres produits alimentaires). De plus, on aboutit à des coefficients estimés quelque peu aberrants. En effet, dans le sous-secteur APA, par exemple, l'estimation du rythme du progrès technique sur le travail (λ_1) est égale à 6.78 ; ce qui signifie que la quantité de travail, mesurée en unités efficaces, aurait connu, sur la période 1971-1982, un taux de

croissance annuel de 678 % ! On ne peut donc rien conclure quant au niveau et au signe des estimés des rythmes du progrès technique sur les différents facteurs.

	Secteur IAA	Secteur APA	Secteur VL
λ_3	0.385 (0.63)	0.903 (1.735)	0.217 (0.038)
$\lambda_1 - \lambda_3$	0.792 (0.164)	5.885 (2.617)	7.02 (-0.755)
$\lambda_2 - \lambda_3$	- 0.706 (-0.849)	2.502 (-3.190)	0.538 (0.084)
λ_1	0.41	6.78	6;81
λ_2	0.33	1.60	0.74
R^2	0.069	0.64	0.084
Log L	26.191	19.47	10.95
F	0.37	6.37	0.27

Tableau 13 : Résultats de l'estimation de l'équation de productivité, par secteur (les chiffres entre parenthèses sont les t. ratios).

2 - On peut toutefois tester la neutralité au sens de Hicks du progrès technique. Pour ce faire, on teste les hypothèses : $\lambda_1 - \lambda_3 = 0$, puis $\lambda_2 - \lambda_3 = 0$. Les conclusions sont différentes selon les secteurs (tableau 14). En effet, dans le secteur IAA et le sous-secteur viande et lait, on accepte l'hypothèse de neutralité au sens de Hicks ($\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$; c'est-à-dire que le progrès accroît l'efficacité des trois inputs dans les mêmes proportions). Par contre, pour le sous-secteur autres produits alimentaires, l'évolution à des rythmes différents du progrès technique sur les trois facteurs est une hypothèse acceptable ($\lambda_1 \neq \lambda_3$ et $\lambda_2 \neq \lambda_3$).

		Secteur IAA	Secteur APA	Secteur VL
T. calculé	$\lambda_1 - \lambda_3$	0.164	2.617	- 0.755
	$\lambda_2 - \lambda_3$	-0.849	- 3.190	0.084
T. Théorique	5%	2.2	2.3	2.3
	2 %	2.7	2.9	2.9

Tableau 14 : Résultats du test de student, par secteur

Les résultats relatifs aux secteurs IAA et viande et lait sont donc en contradiction avec les conclusions du chapitre précédent puisque nous avions alors décelé l'existence de biais factoriels dans les trois secteurs. Cependant, cette opposition ne doit pas étonner outre mesure. En effet, comme le montre le tableau 13, l'estimation du rythme du progrès technique à partir de l'équation de productivité est loin d'être satisfaisante. Nous verrons d'ailleurs, dans le paragraphe suivant, que le système (i') des parts de facteurs fournit des résultats différents.

§2 - Les équations des parts de facteurs

1 - Il nous a été très difficile d'estimer les systèmes (i') et (ii') car nous nous sommes heurtés à des problèmes de convergence de l'algorithme d'estimation. Les seuls résultats que nous ayons réussi à obtenir concernent uniquement les équations des parts de facteurs (i') pour les deux sous-secteurs (tableau 15). Par conséquent, nous ne disposons d'informations que sur les différences de taux de progrès technique. De plus, dans le cas du sous-secteur viande et lait, nous avons été obligé de bloquer les constantes alors que pour le sous-secteur autres produits alimentaires, la même opération empêchait l'algorithme de converger. Si bien qu'il est impossible de comparer les estimés d'un secteur à l'autre. De la même façon, une comparaison avec les ajustements réalisés au chapitre précédent (tableau 6, p. 85) ne serait pas significative.

	Secteur APA	Secteur VL
$\lambda_1 - \lambda_3$	- 0.0019 (0.098)	- 0.031 (-2,15)
$\lambda_2 - \lambda_3$	- 0.067 (3.115)	- 0.070 (-2.60)
Log L	47.64	115.6

Tableau 15 : Résultats de l'estimation du système (i') pour les deux sous-secteurs

2 - On peut tout de même tirer quelques informations du tableau 15. En particulier, il nous conduit à refuser l'hypothèse de neutralité au sens de Hicks du progrès technique pour les deux sous-secteurs (on aboutit à la séquence $\lambda_1 = \lambda_3 \neq \lambda_2$). Sur la période 1971-82, l'évolution du progrès technique s'est donc effectuée à des rythmes différents sur les trois inputs. Par conséquent, cette seconde estimation ne contredit pas l'existence de biais factoriels mise en évidence au chapitre III. Malheureusement, elle ne permet pas de préciser davantage eu égard au peu de fiabilité des résultats.

* *
*

L'estimation du rythme du progrès technique, à partir de la fonction de production, ayant échoué, nous avons effectué le même travail en utilisant la fonction de coût duale de la fonction translog (1). Mais sans grand succès, Nous avons rencontré les mêmes problèmes de convergence et les résultats se sont révélés tout aussi décevants.

---

(1) En nous inspirant du travail de J. WILLS : "Technical change in the U.S. primary metals industry" - Journal of econometrics, vol. 10, n° 1, Avril 1979, p. 85-98.

CONCLUSION

La première partie de ce travail a montré que le progrès technique a été introduit dans les modèles de croissance de façon à ne pas altérer la relation accumulation - répartition ainsi que les résultats des modèles de base.

Malgré toutes les critiques adressées à l'encontre des hypothèses néo-classiques et, en particulier, aux différentes définitions du progrès technique neutre, elles sont tout de même un outil appréciable pour une analyse sectorielle approfondie.

Ainsi, l'application économétrique, en termes néo-classiques, que nous avons effectuée, conduit à une meilleure connaissance du secteur IAA français. Elle a permis, notamment, de calculer les élasticités - prix de la demande des fecteurs, de mettre en évidence une opposition entre les deux sous-secteurs APA et VL et de conclure à la non- neutralité du progrès technique au sens de HICKS.

Cependant, de nombreux problèmes et interrogations restent présents. En ce qui concerne le biais du progrès technique sur les différents facteurs, il est assez difficile de conclure. En effet, on observe, d'une part, des biais factoriels significativement non nuls ; parallèlement, les parts de facteurs varient très peu sur la période et la productivité totale des facteurs tend plutôt à décroître quel que soit le secteur. L'étude de la productivité partielle de chacun des inputs nous aurait peut être éclairé à ce sujet. Enfin, l'estimation du rythme du progrès technique s'est révélée défaillante.

Pour expliquer ces déficiences et prolonger ce travail, quelques arguments peuvent être avancés . Au niveau des données, notre période d'étude est assez mouvementée puisqu'elle inclut les deux chocs pétroliers. La déstabilisation des séries, faisant suite aux crises pétrolières, peut être à l'origine des problèmes évoqués plus haut. Une même étude sur les années 80 (lorsqu'elle pourra être entreprise) apporterait certainement des informations précieuses. D'autre part, le calcul de certaines variables est sans doute à revoir, en particulier, l'obtention de la part du capital et surtout celle de la quantité de capital utilisée (l'utilisation des agrégats du bilan des entreprises est, en effet, assez délicate). En outre, s'il était possible de désagréger encore les deux sous-secteurs APA et VL, les résultats seraient probablement différents, sinon meilleurs. Le sous-secteur autres produits alimentaires surtout, regroupe un ensemble d'entreprises très hétérogène en termes d'activité principale : on y trouve, côte-à-côte, des entreprises spécialisées dans les produits d'épicerie, celles produisant des boissons et alcools, des firmes dont l'activité principale est l'alimentation animale ...etc. Ces différents secteurs d'activité n'ont certainement pas les mêmes structures, les mêmes réactions face aux variations de prix, les mêmes évolutions au cours de la période d'étude.

Enfin, en ce qui concerne le modèle utilisé, les économètres préfèrent le plus souvent passer par la fonction de coût duale plutôt que par la fonction de production. Ils évitent ainsi certains biais de simultanéité et surtout, d'avoir à utiliser les quantités de facteurs. Cette voie serait sans doute à explorer mais il faudrait alors disposer de tous les prix spécifiques au secteur IAA et aux sous-secteurs APA et VL.

ANNEXE 1

PRESENTATION DES DONNEES

Les données utilisées sont extraites des publications suivantes :

(1) "Entreprises non financières 1967-1973 en termes de comptabilité d'entreprises"
Collection de l'I.N.S.E.E. , n° E 50, 1977

(2) "Entreprises non financières 1971-1977 en termes de comptabilité d'entreprises"
Collection de l'I.N.S.E.E. n° E 78, 1981

(3) "Tableau de bord financier des sociétés : les comptes intermédiaires 1977, 1978, 1979"
Collection de l'I.N.S.E.E., n° E 76, 1981

(4) "Tableau de bord financier des sociétés : les comptes intermédiaires 1979, 1980, 1981"
Collection de l'I.N.S.E.E., n° E 83, 1983

(5) "Tableau de bord financier des sociétés : les comptes intermédiaires 1980, 1981; 1982"
Collection de l'I.N.S.E.E., n° E 87, 1984

(6) "Tableau de bord financier des sociétés : les comptes intermédiaires 1981, 1982, 1983"
Collection de l'I.N.S.E.E., n° E 94, 1985

(7) "Tableau de bord financier des sociétés : les comptes intermédiaires 1982, 1983, 1984"
Collection I.N.S.E.E., n° E 105, 1987

Des données comptables sur les entreprises non financières sont publiées par l'INSEE sous diverses formes.

Il s'agit, tout d'abord, des comptes d'entreprises par secteurs d'activité de la Comptabilité nationale : on y présente les comptes de l'ensemble des entreprises non financières, dans les cadres propres aux comptes nationaux, et pour les années correspondant aux comptes « définitifs ». Il faut toutefois remarquer que ces publications ne sont pas régulières .

L'INSEE publie également des « Comptes intermédiaires d'entreprises sur champ partiel (entreprises non financières soumises à l'imposition des bénéfices industriels et commerciaux, régime du bénéfice réel), dans des cadres comptables proches de ceux de la comptabilité d'entreprises; ils sont publiés annuellement sur le champ ci-dessus avec un délai de trois ans et avec un délai de quinze mois seulement pour un échantillon de ces entreprises .

L'originalité des seconds est de présenter, sur un ensemble très important d'entreprises, des données telles qu'elles ressortent de leur propre comptabilité. La nature de l'information sur ce champ particulier permet de plus d'introduire des critères d'analyse supplémentaires par rapport aux critères « traditionnels » des comptes nationaux : statut juridique (sociétés, entreprises individuelles) et secteur d'activité économique. On peut faire intervenir en particulier la taille des entreprises (mesurée par l'effectif du personnel) et établir des comptes par tranche de taille. Ceci n'est pas possible en comptabilité nationale. D'une part, on ne dispose pas d'un ensemble complet de données par tranche de taille sur la totalité du champ (en particulier pour les entreprises au « forfait »). D'autre part, dans les comptes nationaux, le montant global d'un certain nombre d'opérations de répartition figurant dans les comptes des entreprises est calé sur des données issues des comptes des administrations publiques ou d'autres « secteurs institutionnels » et ne saurait être ventilé sans risque dans un trop grand degré de détail.

Les comptes intermédiaires ont donc un intérêt tout à fait spécifique (et peuvent, dans leur version « sur échantillon », être disponibles rapidement); mais, comme on l'a déjà indiqué, leur champ est restreint.

Or, pour construire les comptes nationaux, on est, bien entendu, amené à procéder à un traitement plus complet de l'information disponible puisqu'il faut couvrir l'ensemble des entreprises. Dès lors, il a paru intéressant de diffuser des comptes utilisant le « langage » de la comptabilité d'entreprises, donc présentés dans un cadre voisin de celui des comptes intermédiaires, mais sur un champ plus vaste, celui des comptes nationaux dont seules ont été exclues les entreprises agricoles (pour lesquelles les statistiques directes sur les charges et les revenus en particulier sont peu développées) et les grandes entreprises nationales (qui font l'objet d'un traitement particulier à partir de leur propre comptabilité, et dont les comptes sont publiés à part) [3].

---

3. Le champ considéré ici couvre donc partiellement deux « sous-secteurs institutionnels » de la Comptabilité nationale, base 1971, à savoir :
— les sociétés et quasi-sociétés non financières (secteur institutionnel « SQS »), moins les sociétés agricoles et les grandes entreprises nationales (EDF, GDF, Charbonnages de France, SNCF, RATP, Air France, Air Inter et PTT).
— les entreprises individuelles non agricoles (qui constituent une partie du secteur institutionnel « ménages »).

Ces « comptes d'entreprises », qui reprennent l'ensemble des données servant à la confection des comptes nationaux avant les mises en forme et les traitements spécifiques à la comptabilité nationale, constituent donc une extension des comptes intermédiaires. Comme eux, mais sur un champ plus complet, ils permettent, suivant les méthodes d'analyse utilisant habituellement les documents comptables des entreprises, de comparer des rentabilités, dans le temps ou selon les secteurs d'activité, d'examiner le partage de la valeur ajoutée, etc...

La présente publication porte sur les années 1971 à 1977 et fait suite à la publication E 50 des Collections de l'INSEE, qui portait, elle sur 1967 à 1973. C'est dire qu'une série 1967-1977 est maintenant disponible : elle correspond aux années pour lesquelles des exploitations exhaustives des statistiques d'entreprises ont été effectuées dans le cadre de la base 1971 de Comptabilité nationale. Il faut pourtant dès maintenant noter une différence importante avec la publication E 50, à savoir le niveau de nomenclature utilisé. On a en effet considéré qu'à partir de 1971 la fiabilité des données était suffisante pour une publication dans le niveau « 40 » de la Nomenclature d'activité et de produits de 1973 (NAP) pour l'ensemble du champ. Évidemment, il peut y avoir une certaine gêne pour l'utilisateur qui désirerait disposer de séries en « 40 » dès 1967. Ces séries sont toutefois, pour l'instant, diffusées à la demande par la section « Comptes des entreprises » de la division « Synthèses des biens et services ». Enfin, il est maintenant possible de prolonger la série 1971-1977 jusqu'à 1979 pour les sociétés en utilisant la nouvelle publication du « tableau de bord financier des sociétés 1977-1979 » puisque celle-ci utilise, à peu de choses près, les mêmes cadres comptables.

Extrait de "Entreprises non financières 1971 - 1977
En termes de comptabilité d'entreprise"
p. 5-7

I - LE CHAMP - LES SOURCES DIVERSES - LE TRAITEMENT DES DONNEES

1 - Le champ

Les données concernent les entreprises soumises à la déclaration des bénéfices industriels et commerciaux (champ BIC) (1).

Avant 1977, le champ BIC comprend les entreprises (2) soumises au bénéfice réel normal (BRN), celles (2) soumises au bénéfice réel simplifié (BRS) et les entreprises au forfait (3).

A partir de 1977, le champ pris en compte par le système intermédiaire est restreint aux entreprises imposées au BRN. En effet, le nouveau régime : "nouveau réel simplifié" (NRS) "n'intègre plus les bilans, et ne comporte qu'un nombre très limité de données d'exploitation. Cette restriction est sans importance pour les sociétés (quelques dixièmes de points sur le chiffre d'affaires), mais elle affecte de manière plus notable les entreprises individuelles" ([6] (4) p. 5). Ainsi, après 1977, l'I.N.S.E.E. ne publie plus que les comptes des sociétés et quasi-sociétés imposées au BRN.

---

(1) Sont donc exclues ici, les entreprises appartenant au champ "hors-BIC", c'est-à-dire les professions soumises à l'imposition des bénéfices non commerciaux, certaines coopératives des industries agricoles et alimentaires et du commerce, des entreprises contrôlées par l'Etat ou les collectivités publiques, des ports autonomes,..etc.

(2) sociétés, quasi-sociétés, et entreprises individuelles.

(3) toutes considérées comme entreprises individuelles

(4) ces chiffres entre crochets renvoient aux publications présentées p.106

C'est pourquoi, le champ pris en compte pour notre étude ne comprend que les sociétés et quasi-sociétés. De ce fait, 1977 ne constitue pas une rupture.

2 - Sources diverses - Traitement des données :

"Le système intermédiaire d'entreprise est issu de la confrontation des déclarations fiscales annuelles des entreprises imposées au BIC et des enquêtes annuelles d'entreprises. Cette confrontation est opérée à l'INSEE dans le cadre de l'opération SUSE (Système Unifié de Statistique d'Entreprise) au niveau individuel sur le champ commun aux deux sources : les entreprises de plus de 20 salariés de l'industrie et du commerce, déclarant au BIC... la confrontation opérée entre les deux sources permet d'effectuer un certain nombre de corrections, et en particulier, de vérifier le secteur d'activité des entreprises" (1).

II - CONSTRUCTION DES VARIABLES

Pour la présentation des comptes, voir (6) p. 11-16.

1 - L'output (Y) :

Il est représenté par la production totale (production non stockée + variation de stocks), déflatée par l'indice du prix de la production des industries agricoles et alimentaires, base 100 en 1970 (2), tiré des comptes nationaux (voir Bibliographie p 135) Cette variable est ensuite transformée en indice base 100 en 1970.

---

(1) [6] p. 9. Pour plus de précisions, voir [2], p. 9-13

(2) C'est ce même indice qui est utilisé pour les calculs relatifs aux sous-secteurs APA et VL. Mais, dans ce cas, la variable Y est transformée en indice base 100 en 1971.

2 - Les parts des facteurs (M_i, i = 1, 2, 3)

- La part des consommations intermédiaires (M_2) est égale au rapport :

Consommations / Production totale

Le poste consommation est égal à la valeur totale de l'ensemble des biens et services qui ont été nécessaires à l'entreprise pour réaliser sa production. Ces consommations sont enregistrées dans la comptabilité d'entreprise en achats de matières premières et de marchandises (déduction faite des ristournes, remises et rabais), travaux, fournitures extérieures, transports et déplacements, frais divers de gestion. Les achats de marchandises qui feront ultérieurement l'objet de revente en l'état sont inclus.

- La part du travail (M_1) s'obtient comme suit :

Frais de personnel / Production totale

Les frais de personnel sont constitués par la rémunération directe ou indirecte du personnel de l'entreprise. Ils sont égaux au montant des salaires bruts et des charges sociales.

- La part du capital (M_3) est obtenue par différence. Sous l'hypothèse de rendements d'échelle constants, on a :

$$M_1 + M_2 + M_3 = 1 \text{ d'où } M_3 = 1 - M_1 - M_2$$

3 - Les quantités de facteurs (X_i, i = 1,2,3)

- La quantité utilisée de consommations intermédiaires (X_2) est représentée par la variable consommations, déflatée par l'indice du prix des consommations intermédiaires dans les IAA, tiré des comptes nationaux. X_2 est transformé en indice base 100 en 1970 (1).

(1) Voir page suivante

- La quantité de travail (X_1) est égale aux effectifs (non pondérés) de chacun des secteurs et sous-secteurs. X_1 est transformé en indice base 100 en 1970 pour le secteur IAA, et base 100 en 1971 pour les deux sous-secteurs.

- La quantité de capital (X_3) est calculée comme suit :

$$\frac{\text{valeurs immobilisées nettes}}{\text{indice du prix de la FBCF (base 100 en 1970)}}$$

(tiré des comptes nationaux)

Le poste valeurs immobilisées nettes comprend les frais d'établissement (hors amortissements) les immobilisations nettes (terrains, constructions, matériel et outillage, matériel de transport, mobilier, agencements, installations, emballages commerciaux récupérables, immobilisations incorporelles, autres immobilisations, immobilisations en cours) et les autres valeurs immobilisées (prêts et créances à plus d'un an, titres de participation, dépôts et cautionnements, le tout comptabilisé net de provisions).

III - PRESENTATION DES DONNES

---

(1) Comme pour l'output, c'est ce même indice qui est utilisé lors des calculs relatifs aux sous-secteurs APA et VL. La variable quantité est transformée en indice base 100 en 1971.

SECTEUR IAA

	IPVOL	IQTL	IQCI	IQTK	ML	MCI
1	794.000	849.000	812.000	772.000	.119000	.730000
2	826.000	861.000	831.000	873.000	.126000	.720000
3	913.000	908.000	913.000	921.000	.126000	.722000
4	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	.123000	.733000
5	1089.00	951.000	1074.00	1028.00	.123000	.735000
6	1082.00	935.000	1062.00	1046.00	.124000	.728000
7	1181.00	949.000	1139.00	1162.00	.124000	.734000
8	1295.00	977.000	1298.00	1079.00	.123000	.754000
9	1369.00	1002.00	1394.00	1067.00	.133000	.752000
10	1488.00	1030.00	1529.00	1046.00	.131000	.758000
11	1506.00	1009.00	1532.00	1060.00	.129000	.760000
12	1557.00	1026.00	1625.00	1100.00	.131000	.756000
13	1687.00	1027.00	1869.00	1174.00	.130000	.796000
14	1786.00	1035.00	1936.00	1093.00	.129000	.768000
15	1827.00	1038.00	1995.00	1069.00	.127000	.768000
16	1880.00	1043.00	2050.00	1060.00	.126000	.768000
	1	2	3	4	5	6

	MK	T
1	.151000	1.00000
2	.154000	2.00000
3	.152000	3.00000
4	.144000	4.00000
5	.142000	5.00000
6	.148000	6.00000
7	.142000	7.00000
8	.123000	8.00000
9	.115000	9.00000
10	.111000	10.0000
11	.111000	11.0000
12	.113000	12.0000
13	0.740000E-01	13.0000
14	.103000	14.0000
15	.105000	15.0000
16	.106000	16.0000
	7	8

- IPVOL = output (Y)
- IQTL = quantité de travail (X_1)
- IQTK = quantité de capital (X_3)
- IQCI = quantité de CI (X_2)
- ML = part du travail (M_1)
- MCI = part des CI (M_2)
- MK = part du capital (M_3)

	PVAL	PP	PL	CI	PCI	ANET
1	52197.0	91.8000	82.9000	38121.0	89.5000	11051.0
2	54374.0	91.9000	90.1000	39180.0	89.8000	12298.0
3	62475.0	95.6000	98.1000	45133.0	94.2000	13592.0
4	71587.0	100.000	100.000	52477.0	100.000	15737.0
5	82164.0	105.400	120.100	60381.0	107.100	16823.0
6	87955.0	113.500	132.400	64011.0	114.900	17891.0
7	105812.	125.100	156.300	77658.0	129.900	21560.0
8	126745.	136.700	180.400	95530.0	140.200	23604.0
9	146167.	149.100	219.100	109944.	150.300	26158.0
10	173110.	162.500	249.500	131193.	163.500	28343.0
11	192536.	178.600	276.400	146343.	182.000	31354.0
12	213137.	191.200	308.000	161123.	188.900	35242.0
13	249433.	206.500	356.700	198484.	202.400	38170.0
14	289571.	226.500	408.000	222479.	219.000	42798.0
15	337051.	257.700	467.800	257868.	247.200	46508.0
16	389911.	289.700	533.100	299399.	278.300	50969.0
	1	2	3	4	5	6

	PK	QTK
1	90.9000	121.570
2	89.5000	137.410
3	93.8000	144.900
4	100.000	157.370
5	104.000	161.800
6	108.800	164.400
7	117.900	182.900
8	138.900	169.900
9	155.900	167.800
10	172.100	164.700
11	188.000	166.800
12	203.600	173.090
13	206.700	184.700
14	248.800	172.020
15	276.300	168.320
16	305.600	166.780
	7	8

- PVAL = output (valeur)
- PP = prix production
- PL = prix du travail
- Pci = prix des ci
- PK = prix du capital
- ci = consommations interm. (valeur)
- ANET = actif net imm. (valeur)

SECTEUR INDUSTRIE DES AUTRES PRODUITS ALIMENTAIRES

	IPVOL	IQCI	IQTK
1	100.000	100.000	100.000
2	100.194	94.6722	102.034
3	105.337	97.3308	114.181
4	120.136	117.509	106.102
5	115.816	113.726	101.664
6	118.368	116.164	97.1028
7	123.961	122.047	101.120
8	126.676	126.526	105.509
9	132.905	145.533	108.783
10	138.729	144.526	101.045
11	139.444	144.570	96.1753
12	145.459	150.983	95.7567
	1	2	3

	IQTL
1	100.000
2	99.6626
3	98.9226
4	102.803
5	99.6582
6	98.4031
7	98.4754
8	101.134
9	96.7948
10	96.5030
11	95.2134
12	95.8877
	1

	ML	MCI	MK
1	.129000	.682000	.189000
2	.131000	.673000	.196000
3	.131000	.675000	.194000
4	.127000	.706000	.167000
5	.145000	.697000	.158000
6	.147000	.695000	.168000
7	.141000	.710000	.149000
8	.146000	.695000	.159000
9	.147000	.756000	0.970000E-01
10	.146000	.709000	.145000
11	.145000	.700000	.155000
12	.142000	.702000	.156000
	9	10	11

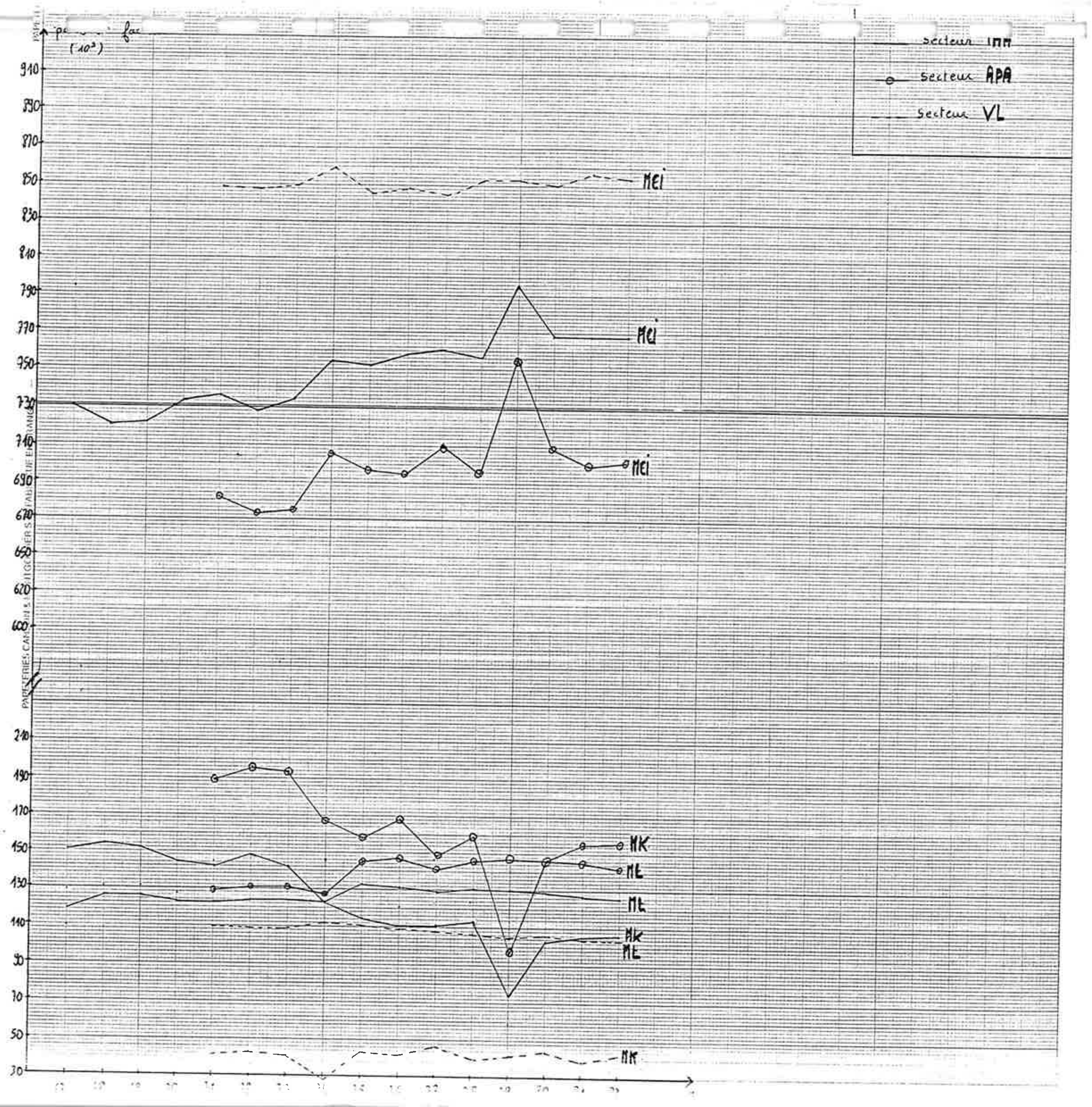
PVAL	QTL	ANET	CI
....	....	....	....
. 56224.0	272404.	. 13199.0	38343.0
. 60662.0	271485.	. 14089.0	40851.0
. 70294.0	269469.	. 17085.0	47481.0
. 87604.0	280039.	. 18704.0	61870.0
. 92114.0	271473.	. 20115.0	64192.0
. 102605.	268054.	. 21209.0	71326.0
. 118099.	268251.	. 24127.0	83418.0
. 129200.	275494.	. 27263.0	89758.0
. 146400.	263673.	. 28537.0	110620.
. 167617.	262878.	. 31906.0	118864.
. 191688.	259365.	. 33725.0	134211.
. 224787.	261202.	. 37139.0	157798.
1	6	7	4

SECTEUR INDUSTRIE DE LA VIANDE ET DU LAIT

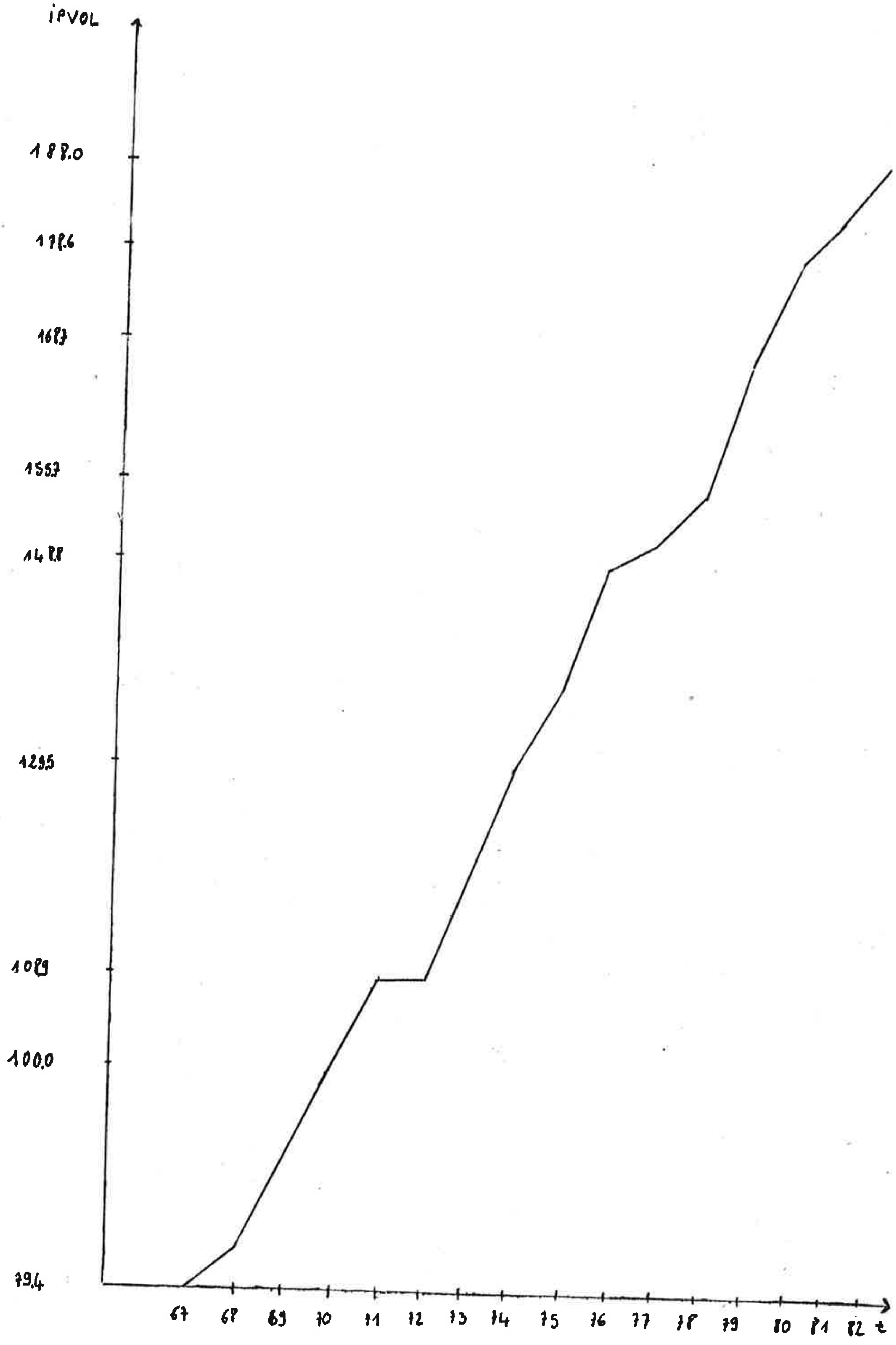
	IPVOL	IQCI	IQTK
1	100.000	100.000	100.000
2	97.7071	93.3839	100.283
3	115.362	107.627	108.924
4	116.341	111.229	101.237
5	147.303	141.028	111.238
6	176.294	169.638	119.159
7	169.349	160.176	110.302
8	178.438	175.621	112.549
9	202.734	201.122	133.755
10	218.772	219.187	125.644
11	229.191	233.415	132.904
12	231.611	235.711	129.994
	1	2	3

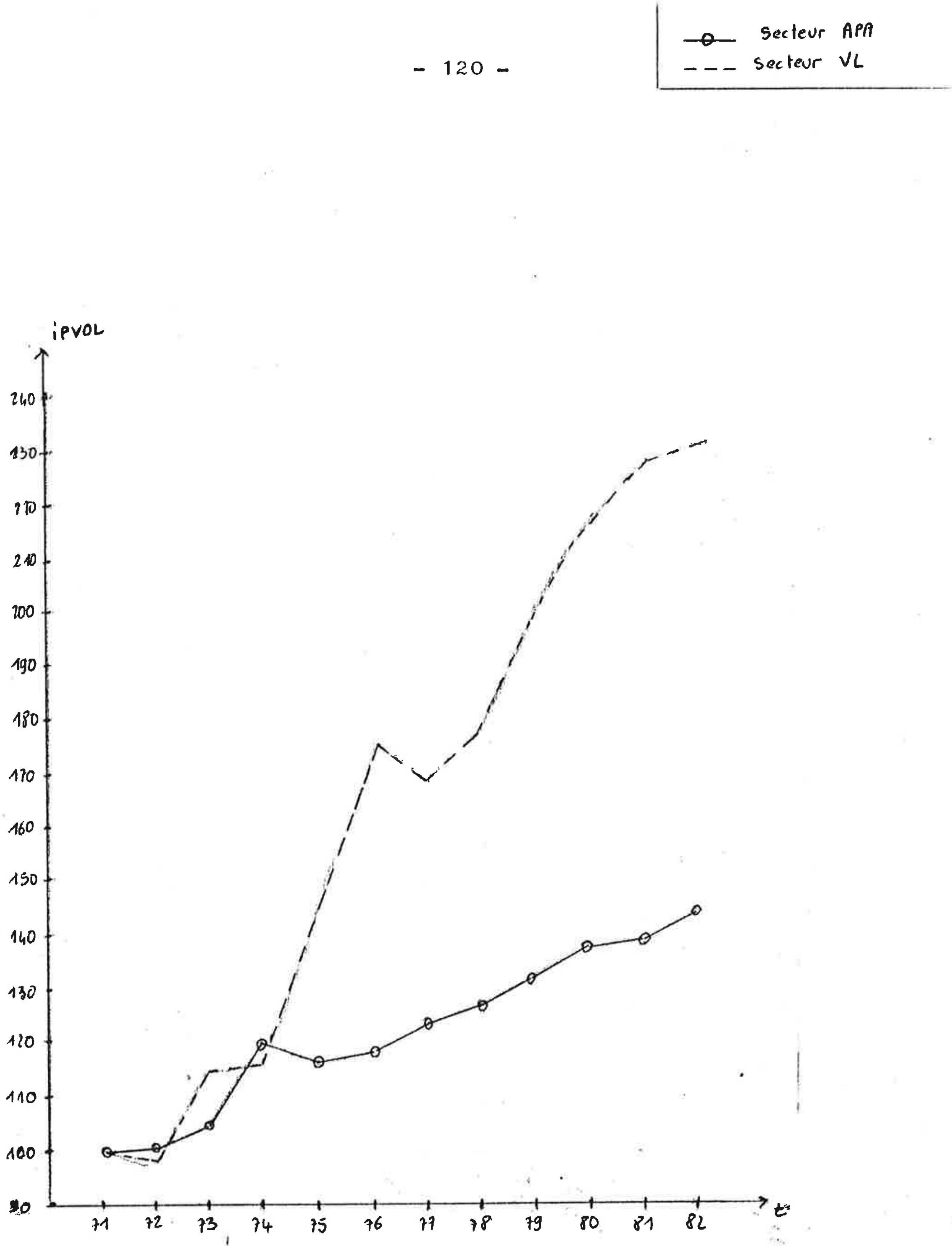
	IQTL	ML	MCI	MK
1	100.000	.110000	.849000	0.410000E-01
2	95.2358	.109000	.848000	0.430000E-01
3	101.728	.109000	.850000	0.410000E-01
4	102.458	.112000	.860000	0.280000E-01
5	118.563	.111000	.846000	0.430000E-01
6	131.213	.109000	.849000	0.420000E-01
7	123.845	.108000	.845000	0.470000E-01
8	123.473	.107000	.853000	0.400000E-01
9	133.896	.105000	.853000	0.420000E-01
10	137.440	.106000	.850000	0.440000E-01
11	141.738	.104000	.857000	0.390000E-01
12	141.685	.104000	.854000	0.420000E-01
	1	8	9	10

QTL		ANET	PVAL	CI
1	117207.	. 3624.00	25940.0	22038.0
2	111623.	. 3802.00	27293.0	23160.0
3	119232.	. 4475.00	35518.0	30177.0
4	120088.	. 4900.00	39141.0	33660.0
5	138964.	. 6043.00	54053.0	45752.0
6	153791.	. 7146.00	70505.0	59867.0
7	145155.	. 7226.00	74438.0	62924.0
8	144719.	. 7985.00	83966.0	71607.0
9	156935.	. 9634.00	103033.	87865.0
10	161089.	. 10893.0	121952.	103611.
11	166127.	. 12796.0	145359.	124544.
12	166065.	. 13843.0	165134.	141592.
	5	6	1	3


(10³)
secteur APA
secteur VL
910
890
870
850
830
810
790
770
750
730
710
690
670
650
620
600
210
190
170
150
130
110
90
70
50
30
MCI
MCI
MCI
MK
ML
ML
MK
ML
MK

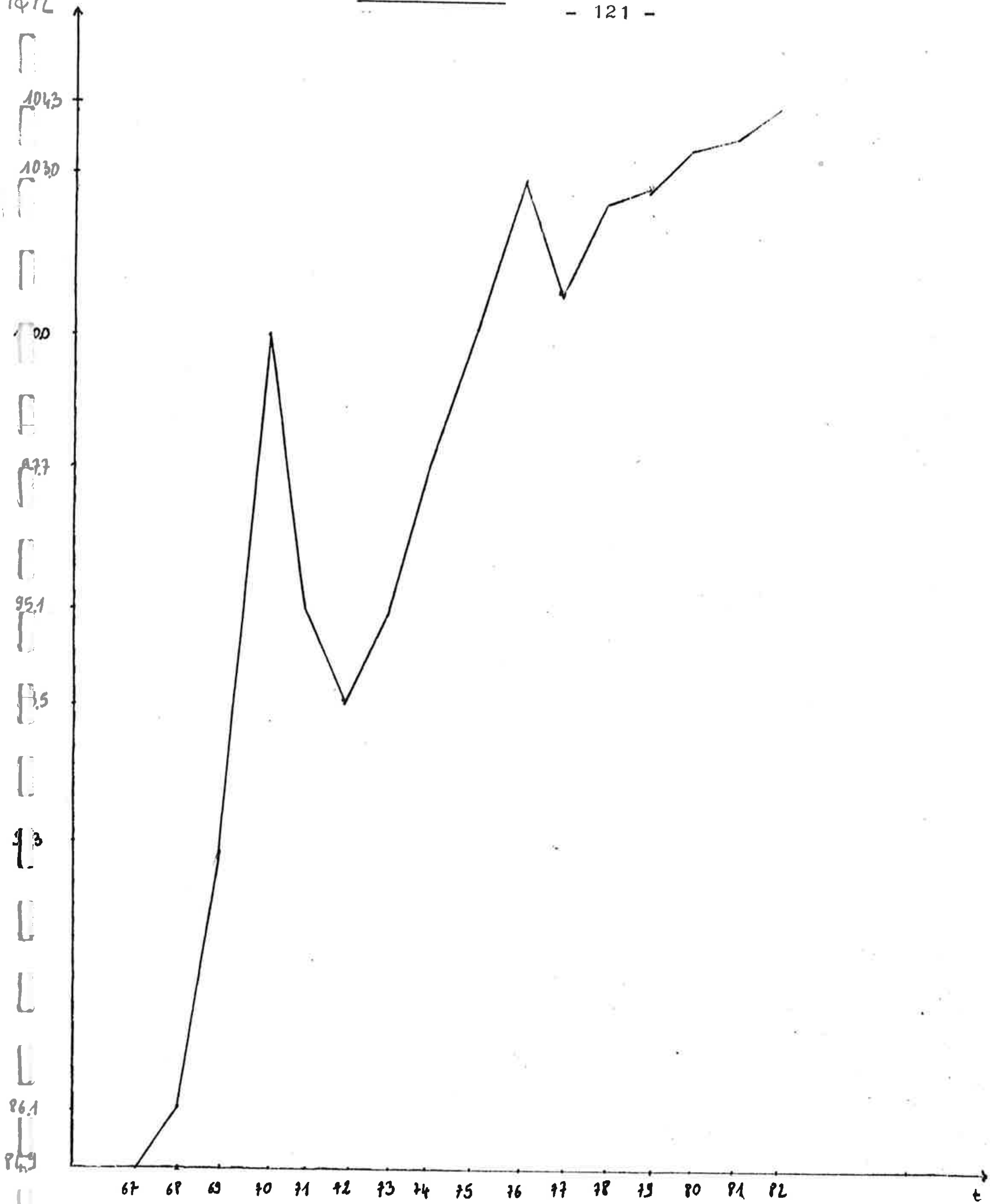
SECTEUR IAA.

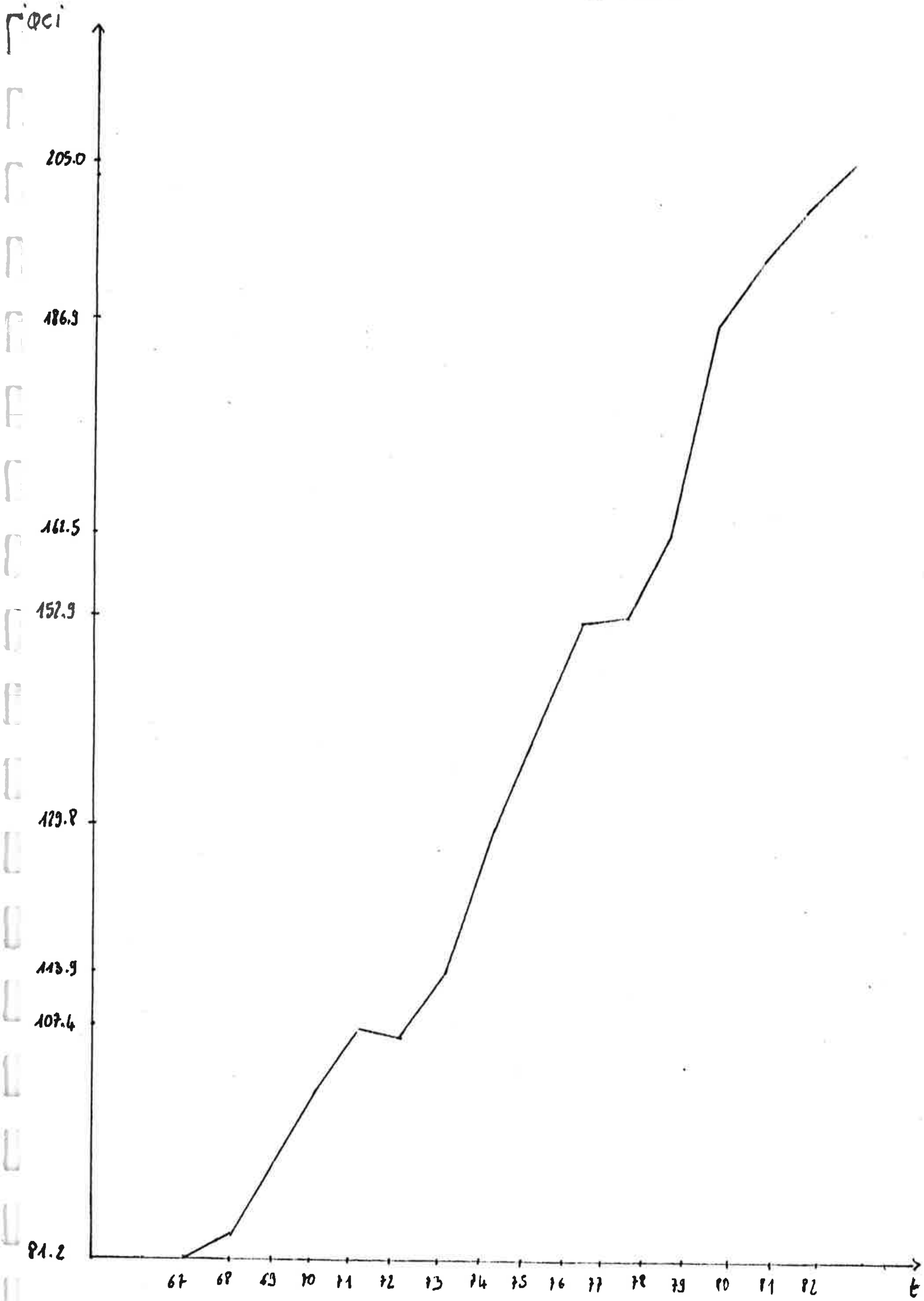

iPVOL
188.0
178.6
168.7
155.7
148.8
129.5
108.9
100.0
79.4
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
t

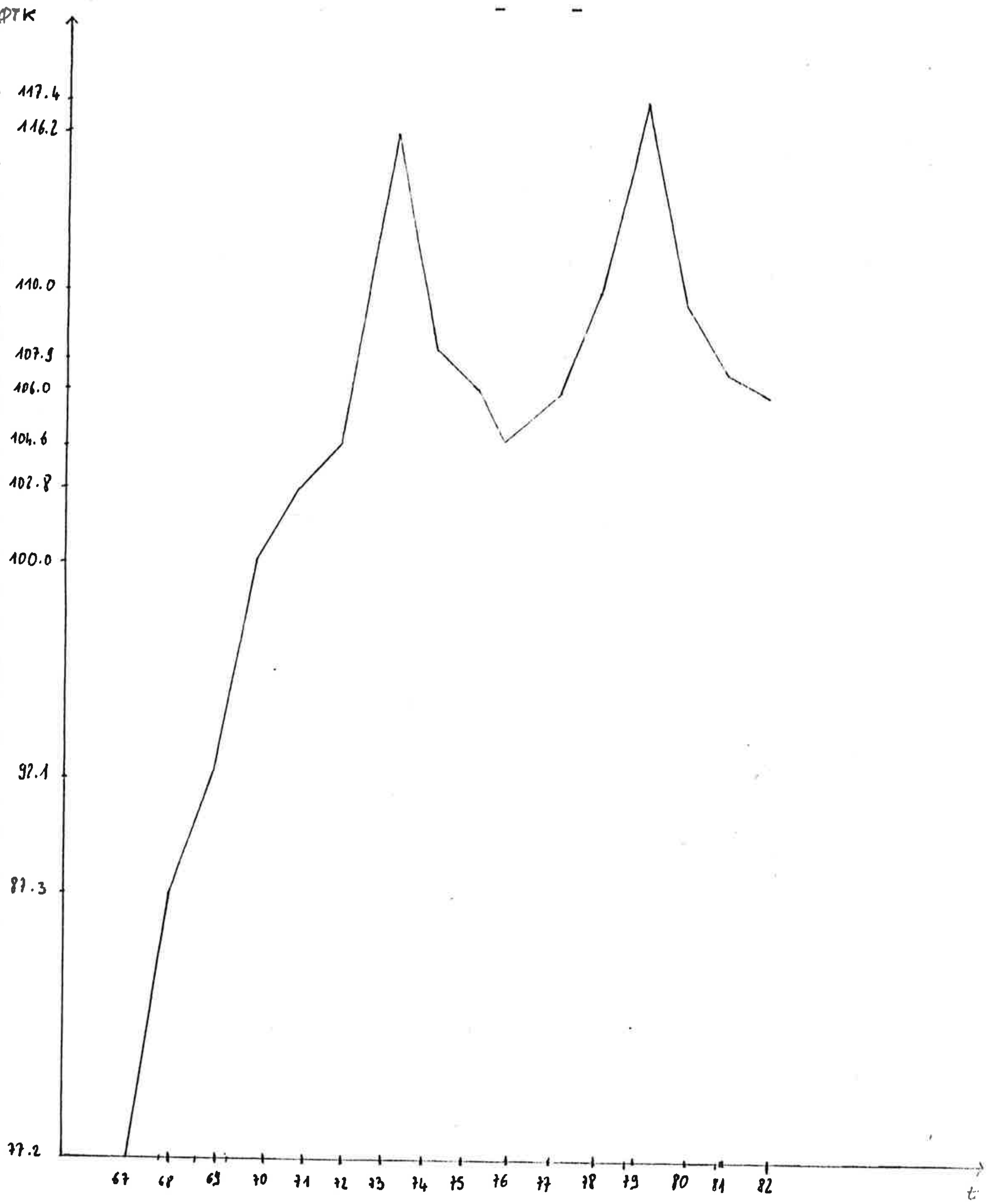


Secteur APA
Secteur VL
iPVOL
t

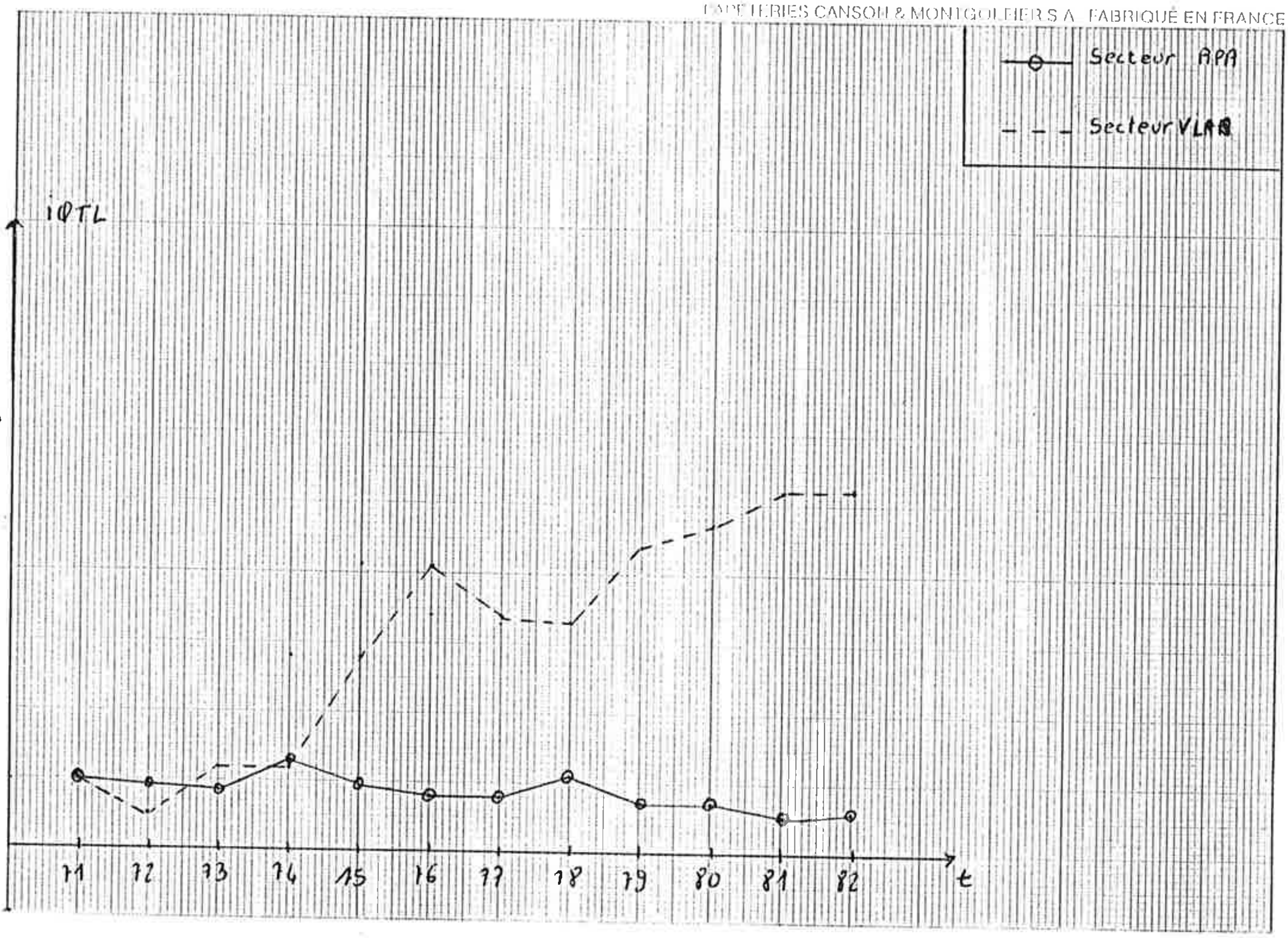
Secteur IAA.

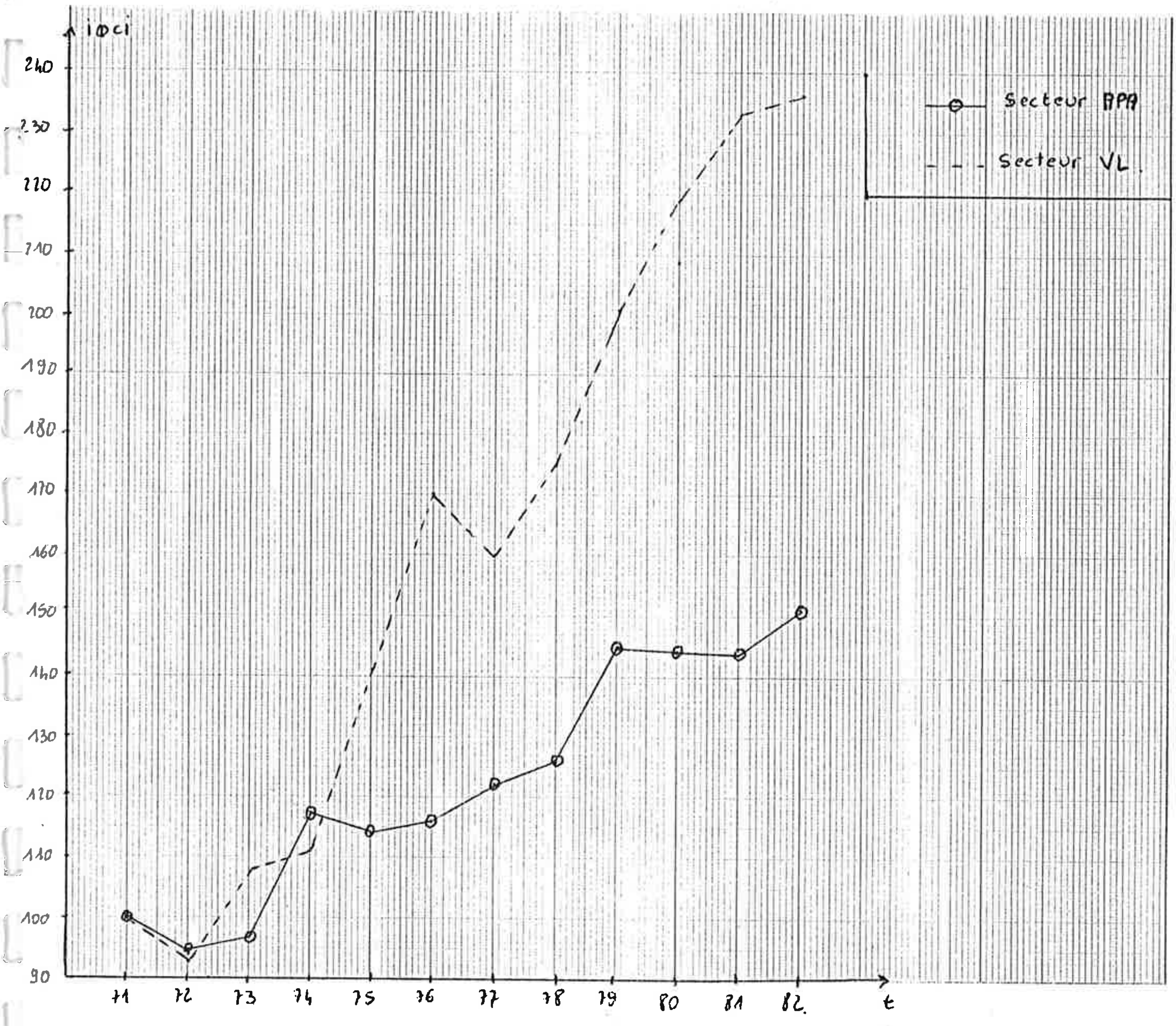


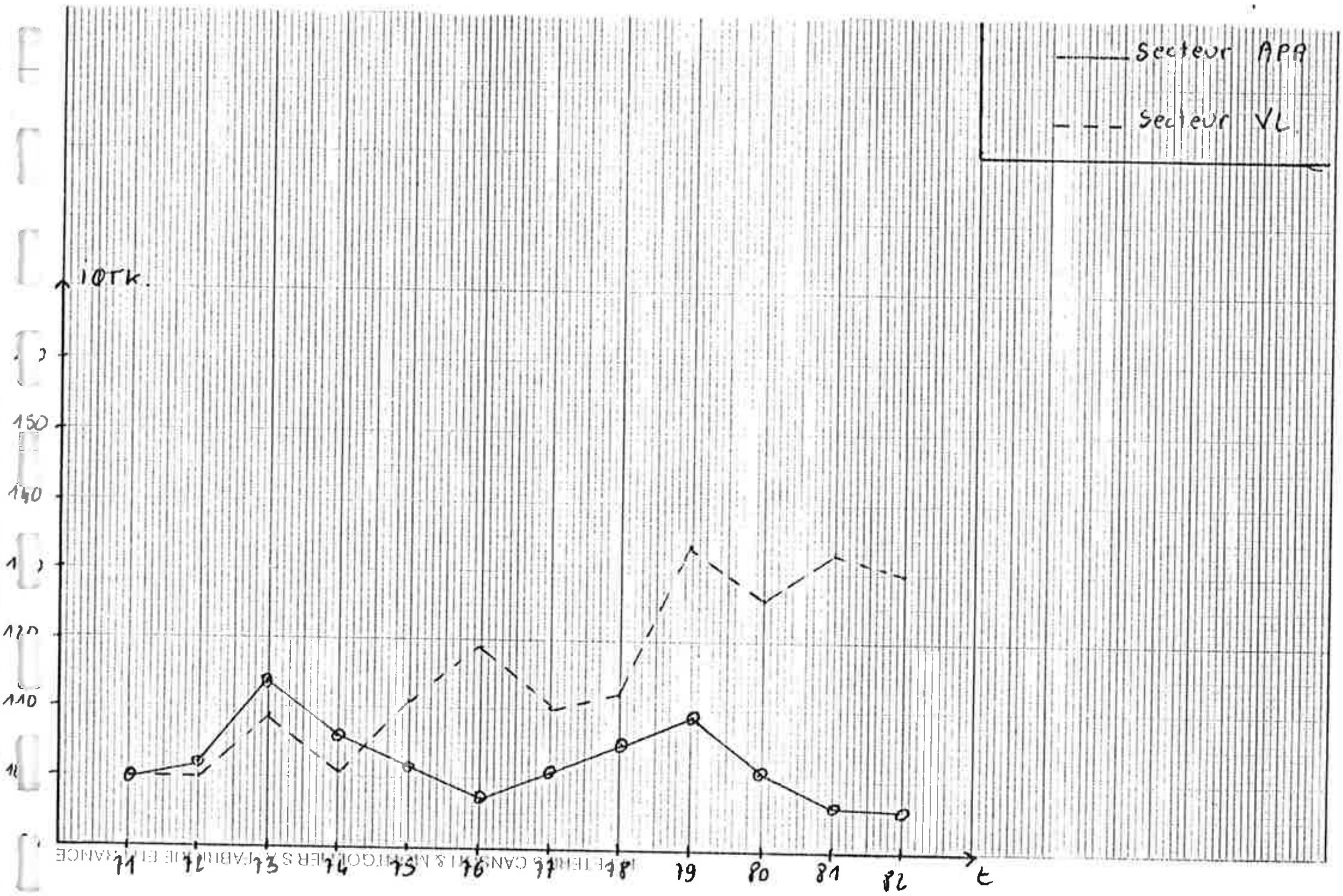

Γφci
205.0
186.9
161.5
152.9
129.8
113.9
107.4
81.2
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
t

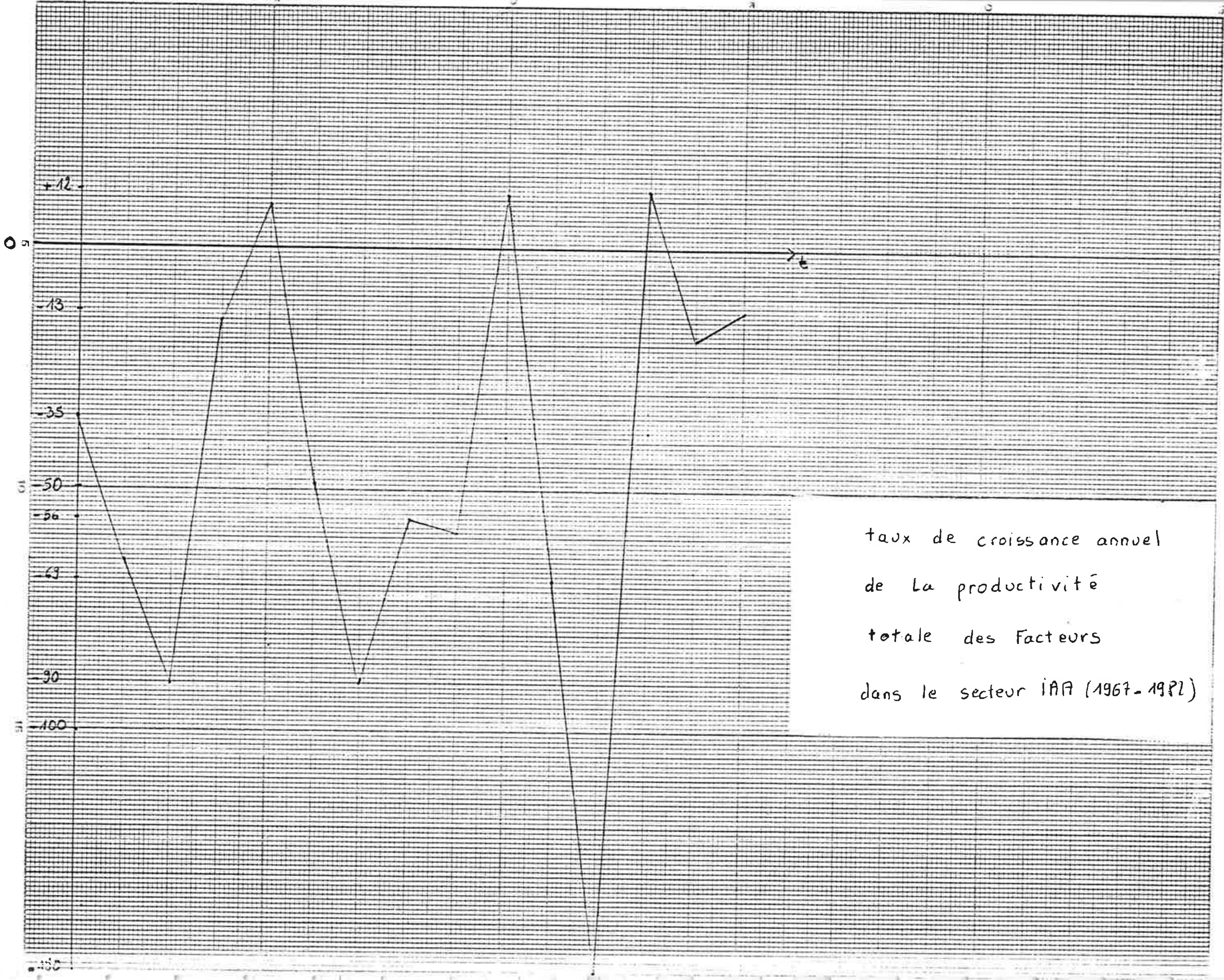


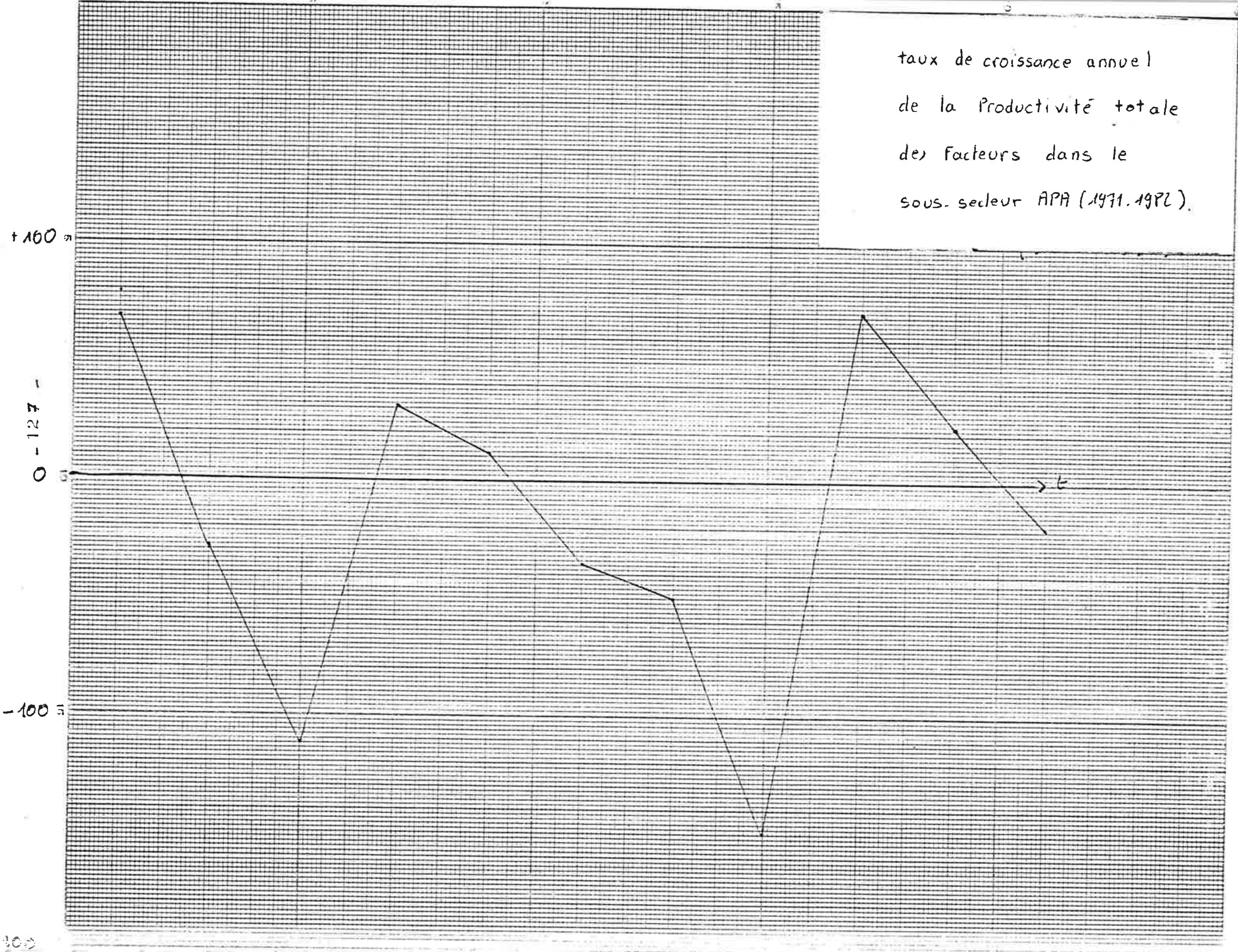
iΦTK
117.4
116.2
110.0
107.9
106.0
104.6
102.8
100.0
92.1
87.3
77.2
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
t


PAPETERIES CANSON & MONTGOLFIER S.A. FABRIQUÉ EN FRANCE
Secteur APA
Secteur VLAQ
iQTL
150
140
130
120
110
100
90
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
t

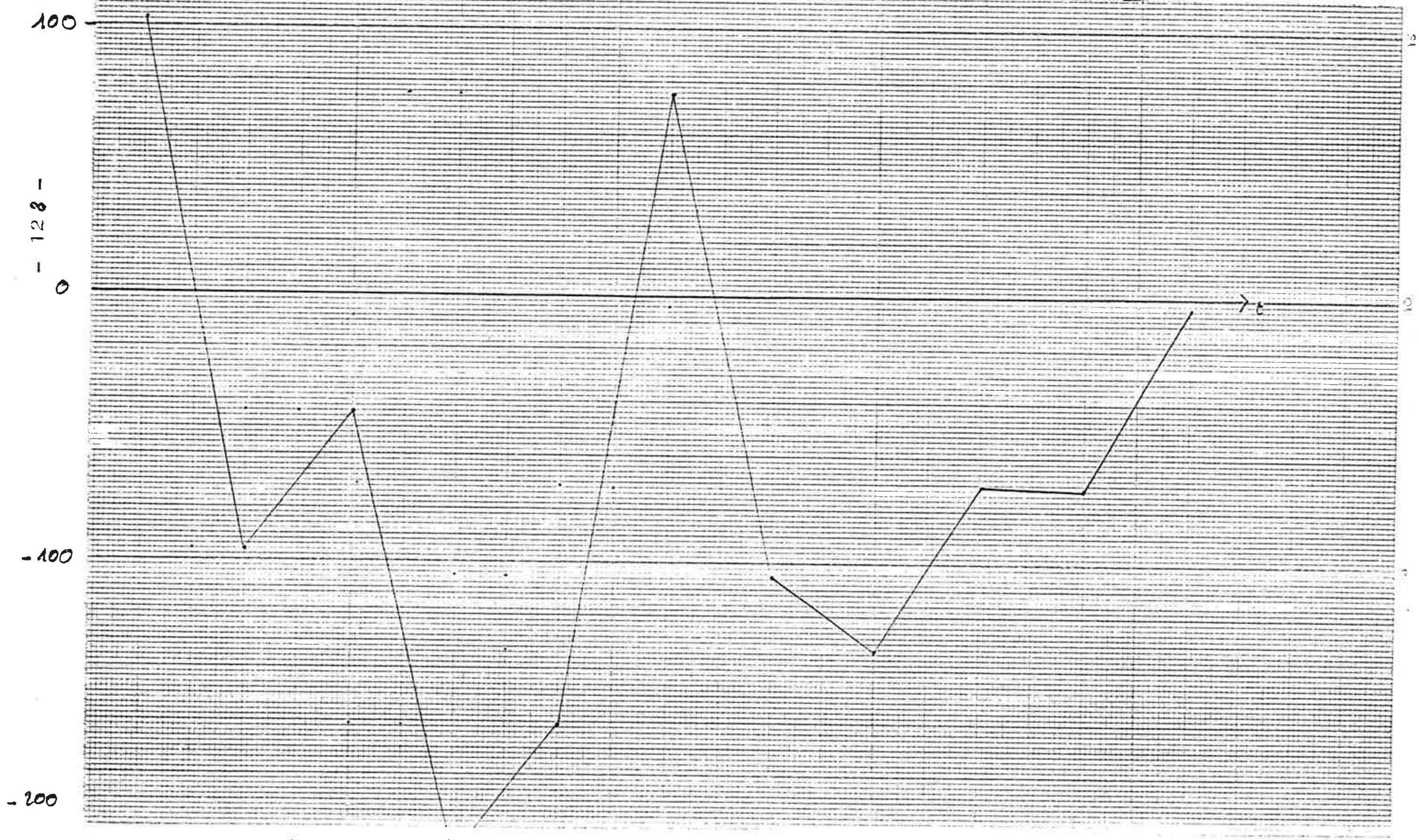

iDci
240
230
220
210
200
190
180
170
160
150
140
130
120
110
100
90
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82.
t
Secteur BPA
Secteur VL.


Secteur APA
Secteur VL
10TK.
150
140
120
110
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
t


+12
0
t
-13
-35
-50
-56
-69
-90
-100
taux de croissance annuel
de la productivité
totale des Facteurs
dans le secteur IAA (1967-1982)


taux de croissance annuel
de la Productivité totale
des Facteurs dans le
sous-secteur APA (1971.1982).
+100
0
-100
t

taux de croissance annuel
de la productivité totale
des facteurs dans le sous-secteur
lait et viande (1971-1982).



A N N E X E 2

LE CALCUL DE LA PRODUCTIVITE TOTALE DES FACTEURS

La productivité totale des facteurs représente l'accroissement de la production à quantités d'inputs utilisées constantes.

Extrait de F. BONNIEUX op. cit. p. 234-235

1.1. Problème

On considère une fonction de production à n facteurs, qui s'écrit pour l'année t :

$$Y_t = f\,(X_{1t}, \ldots, X_{nt})$$

L'année s étant choisie comme origine, la fonction $\dot{I}_{st}$ définit un indice exact (Diewert, 1976) si et seulement si :

$$\dot{I}_{st} = Y_t/Y_s$$

Lorsqu'on dispose d'un indice exact, on peut déterminer l'évolution de la production sans estimer la fonction. Si f est une approximation du second d'ordre d'une technologie homogène de degré un, on parle alors d'indice superlatif (Diewert, 1976).

L'existence d'un indice exact pour la fonction de Cobb-Douglas est connue depuis 1926 (Konyus et Byushgens, cités par Diewert, 1976). De tels indices existent pour les formes fonctionnelles couramment utilisées : CES, quadratique, translog

(Lau, 1979). L'indice exact pour la fonction tranlog est particulièrement simple, puisqu'il s'agit de l'approximation de Tornqvist de l'indice de Divisia. On a en effet (Diewert, 1976) :

$$\text{Log}\ (Y_t/Y_s) = \frac{1}{2} \sum_i (M_{it} + M_{is})\ \text{Log}\ (X_{it}/X_{is})$$

en introduisant les parts de facteurs M_{it} et M_{is} en t et s respectivement.

Sur la base de ce résultat, on peut développer une méthode rigoureuse pour étudier l'évolution de la productivité totale des facteurs et pour faire des comparaisons de productivité dans l'espace.

Le taux de croissance annuel de la productivité totale des facteurs a été calculé comme suit :

$$\frac{D\ \text{Log}\ Y}{Dt} = \left(\text{Log}\ Y_{t+1} - \text{Log}\ Y_t\right) - \frac{1}{2} \sum_i (M_{it+1} + M_{it}) * (\text{Log}\ X_{it+1} - \text{Log}\ X_{it})$$

avec Y , la quantité d'output
M_i , part relative du facteur i dans le produit
X_i , quantité utilisée du facteur i

Pour plus de précisions, sur ce point, voir F. BONNIEUX, op. cit. p. 231-244

ANNEXE 3

LE CALCUL DES ELASTICITES DE SUBSTITUTION PARTIELLE DE ALLEN

Extrait de F. BONNIEUX : "Etude économétrique des disparités de l'agriculture française sur la base de données départementales" - I.N.R.A. - RENNES - 1986 p. 196

Dans le cas d'une fonction de production translog on peut exprimer simplement les élasticités partielles de Allen à partir des parts de facteurs et des paramètres de la partie translog de la fonction (Berndt et Christensen, 1973a). On introduit la matrice suivante :

$$G = \begin{bmatrix} 0 & M_1 & M_2 & M_3 \\ M_1 & b_{11} + M_1^2 - M_1 & b_{12} + M_1 M_2 & b_{13} + M_1 M_3 \\ M_2 & b_{12} + M_1 M_2 & b_{22} + M_2^2 - M_2 & b_{23} + M_2 M_3 \\ M_3 & b_{13} + M_1 M_3 & b_{23} + M_2 M_3 & b_{33} + M_3^2 - M_3 \end{bmatrix}$$

et on désigne par $|G|$ son déterminant et par $|G_{ij}|$ le cofacteur de l'élément de la $(i+1)$e ligne et de la $(j+1)$e colonne où $i,j = 1,2,3,4$. L'élasticité de substitution partielle entre deux facteurs X_i et X_j est donnée par :

$$s_{ij} = \frac{|G_{ij}|}{|G|} \quad (i,j = 1,2,3)$$

et $s_{ij} = s_{ji}$.

La matrice G dépend des valeurs des parts de facteurs donc les élasticités partielles aussi. Elles forment une matrice symétrique S. Pour l'obtenir il suffit d'inverser la matrice G, puis d'extraire la matrice 3 x 3 convenable. Ce calcul doit être fait en tout point. Par ailleurs, si la matrice S est semi-définie négative la fonction de production est régulière. On dispose ainsi d'un test simple pour s'assurer de la régularité localement.

Pour plus de précisions sur ce point, voir F. BONNIEUX, op. cit. p. 354-363

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAHAM-FROIS G. : "Problématiques de la croissance-
  Néo-classiques et néo-keynesiens"
  Vol. 1 - Economica, 1974

- ABRAHAM-FROIS G. : "Eléments de dynamique économique"
  Dalloz, 4e édition, 1984

- ALLEN R.G.D. : "Théorie macroéconomique"
  A. Colin, 1969

- AUDROING J.F. : "Fonctions de production et modèles
  de croissance"
  Thèse - RENNES, 1967

- BEATIE B.R., TAYLOR C.R. : "The economics of production"
  Ed. John Wiley and sons, 1985

- BERNDT E.R., WOOD D.O. : "Technology, prices and the derived
  demand for energy"
  The review of economics and statistics,
  vol. L VII, n° 3, Août 1975

- BONNIEUX F. : "Etude économétrique des disparités
  de l'agriculture française sur la
  base de données départementales"
  I.N.R.A. RENNES, 1986

- CHRISTENSEN L.R., JORGENSON D.W., LAU L.J. : "Transcendental logarithmic production
  frontier"
  The review of economics and statistics,
  vol. L V, n° 1, Février 1973

- DAR A., DASGUPTA S. : "The estimation of production fonction : the CRES and CDE approaches applied to US manufacturing data - a comparative study"
Applied economics, n° 3, juin 1985

- DENNY M., FUSS M., MAY J.D. : "Intertemporal changes in regional productivity in canadian manufacturing"
The canadian journal of economics, vol. 14, 1981

- FUSS M., FADDEN Mc D. : "Production economics : a dual approach to theory and applications" vol. 1 et 2
North.Holland, 1978

- HARCOURT C.G. : "Some cambridge controversies in the theory of capital"
Cambridge University Press, 1972

- HUNT L.C. : "Energy and capital : substitutes or complements ? A note of the importance of testing for non neutral technical progress"
Applied economics, n° 7, Juillet 1986

- I.N.S.E.E. : "Le mouvement économique en France 1949 - 1979" - Mai 1981

- I.N.S.E.E. :
  - "Rapport sur les comptes de la nation de l'année 1982" - C 108-109
  - "Rapport sur les comptes de la nation de l'année 1983" - C 117-118
  - Rapport sur les comptes de la nation de l'année 1984" - C 124-125
  - Rapport sur les comptes de la nation de l'année 1985" - C 131-132

- ROBINSON J. : "L'accumulation du capital" Dunod - Paris, 1972 (traduction A. Alcouffe)

- ROSIER B. : "Croissance et crises capitalistes" P.U.F., 1975

- SATO - RUYZO : "The estimation of biaised technical progress and the production function" International economic review, vol. 11, 1980

- SCESS : "Enquête annuelle d'entreprise 1982. Industries agricoles et alimentaires" Collections de statistique agricole, octobre 1984

- SCHUMPETER J. : "Capitalisme, socialisme et démocratie" Paris - Payot - 1951

- STEEDMAN I. : "On the impossibility of HICKS neutral technical change" The economic journal, septembre 1985

- WILLS J. : "Technical change in the US primary metals industry" Journal of econometrics, vol. 10, n° 1, Avril 1979