

# Les industries motrices et la croissance d'une économie nationale

François Perroux

Volume 39, numéro 3-4, octobre 1963, mars 1964

Colloque franco-canadien sur la planification

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/1001929ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/1001929ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

## Éditeur(s)

HEC Montréal

## ISSN

0001-771X (imprimé)

1710-3991 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

## Citer cet article

Perroux, F. (1963). Les industries motrices et la croissance d'une économie nationale. *L'Actualité économique*, 39(3-4), 377-441.  
<https://doi.org/10.7202/1001929ar>

# Les industries motrices et la croissance d'une économie nationale

## LE PROBLÈME POSÉ

Cette étude se propose d'améliorer un peu nos connaissances sur les relations qui existent — dans une économie contemporaine de type occidental — entre *le taux de croissance du produit de l'industrie et les changements dans la structure de l'industrie.*

L'ensemble considéré est donc l'industrie, au sein d'une économie nationale, par opposition au commerce, à l'agriculture, aux transports et à l'administration. Cet ensemble est formé de sous-ensembles: les diverses industries, saisies, non par une définition théorique<sup>1</sup> mais dans le cadre des définitions technico-économiques des relevés statistiques; chacune de ces industries particulières a son produit particulier (brut ou net); la somme de ces produits particuliers donne statistiquement le produit industriel (brut ou net).

L'accroissement du produit industriel, en quelque période que ce soit<sup>2</sup> s'opère en même temps que des changements dans sa structure, c'est-à-dire dans les proportions entre les produits des industries particulières et dans les liaisons établies entre ces industries particulières<sup>3</sup>.

1. Le concept marshallien ou chamberlinien d'industrie.

2. Courte, moyenne, longue.

3. Sur le concept de structure adopté ici, cf. François Perroux, *L'Économie du XX<sup>e</sup> siècle*, P.U.F., 1962, pp. 277 à 286.

Pourquoi et comment les changements dans la structure des industries particulières entraînent-ils un changement dans la croissance de l'ensemble industriel?

Entre les constatations statistiques et une analyse pleinement satisfaisante, la distance reste encore grande, en dépit de multiples travaux sur les décompositions statistiques des agrégats économiques — spécialement de cet agrégat qu'est l'industrie et sur l'analyse des liaisons qui s'établissent entre eux.

Les statistiques dans les économies occidentales distinguent, pour des périodes plus ou moins longues, les industries: a) à taux de croissance croissant; b) à taux de croissance moyen; c) à taux de croissance décroissant; parmi ces dernières, elles distinguent celles dont le produit (en montant absolu) est croissant d'avec celles dont le produit (en montant absolu) est décroissant. Ainsi est dressé un tableau numérique des allures et des rythmes de croissance des sous-ensembles qui composent l'industrie.

Nous possédons, d'autre part, des évaluations de la dimension des industries (mesurée, par exemple, par le nombre des salariés), à une date déterminée<sup>4</sup>. Ces évaluations permettent d'apprécier l'importance des industries relativement «modernes» dans l'industrie totale. Nous disposons aussi de relevés des taux de croissance des industries les plus nouvelles. Enfin nous possédons de nombreuses séries commentées<sup>5</sup> sur l'allure logistique de la croissance d'industries particulières. Mais l'explication du freinage dans ces croissances «logistiques» reste générale et plus historique qu'elle n'est analytique<sup>6</sup>. Quant à l'addition et à la combinaison de logistiques d'industries particulières, pour construire un produit industriel total, elles n'ont jusqu'ici livré aucun enseignement positif.

4. « Technology in our economy », monographie n° 22, *Investigation of concentration of economic power*. Washington 1941. Les dates de comparaison sont, dans cette étude, 1879 et 1929.

5. Simon Kuznets, « Retardation of industrial growth », *Economic Change*, New York 1953.

6. Cette remarque vaut pour les trois éléments de l'«explication» du freinage:

a) la succession des innovations initiales et des innovations auxiliaires, les secondes censées capables d'une moindre économie de facteurs de la production;

b) la saturation de la demande particulière qui s'adresse à l'industrie nouvelle;

c) la réduction du volume des investissements initiaux.

Cf. infra: l'utilisation de ces distinctions sommaires pour l'étude des relations entre «industries entièrement nouvelles» et «industries modernes.»

De meilleures connaissances sur les interactions entre industries particulières dans la croissance de la totalité de l'industrie sont nécessaires.

Caractérisons le contenu et les limites de notre propre recherche.

- a) Nous considérons, non pas des industries isolées, mais bien des ensembles caractéristiques d'industries.

Ce sont les *industries de croissance*<sup>7</sup> (*Wachstumsindustrien*; *growth industries*; *growth leaders*) dont on sait, statistiquement, qu'elles ont un taux de croissance de leur produit et un taux de croissance de leur productivité supérieurs aux taux moyens respectifs de l'ensemble industriel, et qu'elles gagnent une participation croissante dans le produit industriel total.

Ce sont aussi les *industries «modernes»*, définies d'une façon purement opérationnelle et historique comme celles qui se sont affirmées dans la décennie antérieure à la première guerre mondiale (électricité, chimie, automobile, pétrole, mécanique à base d'acier).

Ce sont, enfin, les *industries entièrement nouvelles* qui, depuis quelque quinze ou vingt ans (quelquefois moins) donnent des ensembles de produits totalement inconnus jusqu'ici, où que ce soit dans le monde (industrie atomique, industrie électronique, industries plastiques, industrie spatiale).

Chacun de ces groupes d'industries est hétérogène et composite; en dépit de quoi, il est intéressant de les distinguer. En effet, l'industrie entièrement nouvelle suppose une base d'industrie moderne, d'une part; de l'autre, elle renouvelle et active le secteur de l'industrie moderne. Ce fait nous paraît fondamental pour l'intelligence de l'industrialisation et de la croissance.

Des conséquences notables en résultent quant aux *inégalités cumulatives* entre les structures des économies

7. Il faut dire «industries de croissance» au lieu d'«industries croissantes». Ce sont des industries à caractéristiques complexes qui, en un sens, «soutiennent» la croissance. Cf. infra.

nationales, et quant aux options qui s'offrent à une planification<sup>8</sup> de la croissance.

- b) Nous nous proposons de décrire entre ces groupes d'industries, des *effets d'entraînement*.

On les définit: les actions par lesquelles l'augmentation du taux de la croissance du produit ou de la productivité d'une unité simple ou complexe<sup>9</sup> A, *provoque* l'augmentation du taux de croissance du produit ou de la productivité d'une autre unité simple ou complexe B. L'unité entraînant ou motrice<sup>10</sup>, ainsi entendue, agit théoriquement, soit par un *effet de productivité* ou d'*innovation*<sup>11</sup>. Souvent combinés, en pratique, ces effets peuvent cependant être distingués conceptuellement.

L'unité A, soit par la demande additionnelle qu'elle adresse à B, soit en réduisant, par une offre additionnelle, un goulot d'étranglement dont souffre B, augmente le taux d'accroissement du produit de B. Si cette action s'exerce sans que la productivité ni de A ni de B soit modifiée, nous avons *un effet pur de dimension*.

L'unité A, par l'innovation qu'elle pratique, sans changer ni son propre taux de croissance, ni le taux de croissance de B, augmente la productivité de B en lui permettant de maintenir sa production, mais en employant moins de facteurs ou en les payant moins cher. En ce cas, *un effet pur de productivité* est exercé par A sur B.

Pour chacun des groupes d'industries mentionnés plus haut, nous aurons à marquer des caractéristiques techniques et économiques de l'ensemble et des innovations qui s'y réalisent, au sein de la totalité de l'industrie. Quelques liaisons entre ces industries caractéristiques peuvent alors

8. Sous ses formes indicatives.

9. Sur la notion d'unité complexe ou *macro-unité*, cf. François Perroux, *L'Économie du XX<sup>e</sup> siècle*, III<sup>e</sup> partie, ch. I.

10. La moins mauvaise traduction, en anglais est: *propulsive*.

11. De productivité ou d'innovation: les deux expressions sont, ici, équivalentes l'une à l'autre; on n'ignore évidemment pas que l'accroissement de la productivité peut avoir bien d'autres causes que l'innovation de production étroitement définie en partant d'une position initiale de croissance équilibrée.

être étudiées. Notre analyse ne porte pas sur les interactions des firmes à l'intérieur d'une même industrie, ni sur celles d'industries analysées finement à l'intérieur d'un ensemble industriel: elle constitue donc sans plus, une première approximation.

- c) Enfin, il convient de définir la période que nous prenons en considération. Ce n'est pas la longue période «classique» où un système en équilibre s'adapte pleinement à un changement exogène donné; de cette période on ne tire rien en pratique; ce n'est pas non plus la période séculaire à la J. Schumpeter-Kondratieff. Ce n'est pas la courte période (disons une année), ni même la période cyclique caractérisée par les deux ou les quatre phases d'un cycle et une durée «paradécennale», très approximative qu'on y rattache. C'est une période conventionnelle de dix ans, que nous appellerons dans ce contexte-ci la période moyenne. Au cours de cette durée de deux plans quinquennaux, ou d'un plan quinquennal et d'une projection ultérieure de cinq ans<sup>12</sup>, les changements structurels qui nous intéressent peuvent être appréhendés; en outre, comme depuis la dernière guerre mondiale<sup>13</sup> les cycles sont immergés dans les inflations durables, dans un ensemble de changements de facteurs exogènes et dans des politiques interventionnistes, nous sommes autorisés à une enquête portant sur une décennie comptée en temps du calendrier.

Ce choix n'empêche évidemment pas de prendre ultérieurement en considération, la longue période (un siècle historique ou une période séculaire à la J. Schumpeter-Kondratieff) et la courte période (une année).

Ces précisions acquises et la terminologie fixée, nous étudions les effets d'entraînement en examinant les industries de croissance dans leurs rapports avec les industries «modernes» puis, les indus-

12. C'est-à-dire au cours d'une période qui est pertinente pour la politique économique d'un État moderne.

13. André Piatier, «Les originalités du cycle depuis la fin de la seconde guerre mondiale», *Encyclopédie Française*, volume IX, Larousse 1960.

tries «entièrement nouvelles» dans leurs rapports avec les précédentes.

I — LES INDUSTRIES DE CROISSANCE ET LES INDUSTRIES MODERNES

Les relevés statistiques offrent des industries qui présentent trois caractères ensemble :

- 1) elles ont un taux d'accroissement de leur produit plus élevé que le taux moyen d'accroissement du produit de l'industrie;
- 2) elles ont un taux d'accroissement de leur productivité<sup>14</sup> plus élevé que le taux moyen d'accroissement de la productivité de l'industrie;
- 3) elles ont une participation croissante au produit total de l'industrie.

Sauf spécifications de détail, ces faits sont établis pour des périodes plus longues que celle qui nous occupe (1899-1953) aux Etats-Unis, pour 33 industries, par Solomon Fabricant<sup>15</sup> et au Royaume-Uni (1924-1950) par W.-F. Salter pour 28 industries dont 5<sup>16</sup> engendrent la plus grande partie du produit industriel total.

Pour une période de la durée de celle qui nous occupe, ces mêmes faits sont établis, pour l'Allemagne fédérale, par Dieter Mertens<sup>17</sup> (1940-1959) et pour la France, par de premiers calculs de l'I.S.E.A.<sup>18</sup>.

Sur un modèle descriptif, précisons les caractères des industries de croissance, et symbolisons les relations notables entre ces caractères et les effets d'entraînement de diverses sortes qui en résultent.

Soit un ensemble industriel composé de deux sous-secteurs (industries), l'industrie de croissance et le reste de l'industrie; la

14. Mesurée par rapport au travail, ou par rapport à un autre facteur de la production.

15. *Basic facts on productivity change*, Occasional paper 63, National Bureau of Economic Research, 1959. Voir aussi: John-W. Kendrick, *Productivity trends in the United States*, Princeton University Press, 1961.

16. Electricité, chimie, caoutchouc, coutellerie, tubes d'acier.

17. *Wachstumsindustrien. Ein Beitrag zur partiellen Beobachtung*, *Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung*, 1960, 3<sup>e</sup> cahier, pp. 282 et suivantes.

18. Voir appendices. Ces industries de croissance chez D. Mertens sont: extraction et traitement du pétrole, industries chimiques, construction du matériel de transport, industrie électrique, industrie de transformation des produits de synthèse.

dimension de l'ensemble et de chacun de ses composants est représentée par le produit  $P_T$ : produit de l'ensemble de l'industrie;  $P_C$ : produit de l'industrie de croissance;  $P_r$ : produit du reste de l'industrie<sup>19</sup>.

a) *Taux d'accroissement du produit.*

A partir de l'observation, on écrira:

$$P_T + \left( P_T \cdot \frac{\Delta P_T}{P_T} \right) = P_C + \left( P_C \cdot \frac{\Delta P_C}{P_C} \right) + P_r + \left( P_r \cdot \frac{\Delta P_r}{P_r} \right) \quad (1a)$$

ou, en termes équivalents:

$$P_T + \left( P_T \cdot \frac{t}{100} \right) = P_C + \left( P_C \cdot \frac{C}{100} \right) + P_r + \left( P_r \cdot \frac{r}{100} \right) \quad (1b)$$

Puisque, par construction, le taux d'accroissement de  $P_C$  est plus grand que le taux d'accroissement de  $P_r$ , on peut écrire le premier par rapport au second en ajoutant un coefficient (positif) à  $\frac{r}{100}$ :  $\frac{\alpha + r}{100}$  ou en multipliant  $\frac{r}{100}$  par un coefficient  $\alpha$  (positif) convenablement choisi:

$$P_T + \left( P_T \cdot \frac{\Delta P_T}{P_T} \right) = P_C + \left( P_C \cdot \frac{\alpha + \Delta P_r}{P_r} \right) + P_r + \left( P_r \cdot \frac{\Delta P_r}{P_r} \right) \quad (2)$$

ou

$$P_T + \left( P_T \cdot \frac{t}{100} \right) = P_C + \left( P_C \cdot \frac{\alpha r}{100} \right) + P_r + \left( P_r \cdot \frac{r}{100} \right) \quad (2a)$$

A partir d'une dimension donnée de  $P_T$ ,  $P_C$ , et  $P_r$ , les conditions décrites désignent un accroissement *relatif* plus grand de  $P_C$  par comparaison à  $P_r$ .

Dans cette écriture, comme dans toutes celles qui suivent,  $P$  peut être remplacé, soit par la valeur ajoutée plus l'amortissement,

<sup>19</sup> Le produit est pris brut ou net.  
Chiffre d'affaires de l'industrie = achats à l'étranger + [salaire + profit + intérêt net] + amortissement + impôt.

$$G = (\mathcal{Q} \times p) = A + [S + \pi + i] + \alpha + t$$

en négligeant l'impôt:

$$\text{produit brut:} \quad P_b = G - A = (S + \pi + i)$$

c'est-à-dire: valeur ajoutée (qu'on réduit souvent à  $S + \pi$ ); plus amortissement.

$$\text{produit net:} \quad P_n = G - A - \alpha = S + \pi, \text{ en négligeant l'intérêt net.}$$

soit par la valeur ajoutée nette, soit par une expression déterminée qui relie le produit au capital ou le produit au travail<sup>20</sup>:

Pour faire apparaître le taux d'accroissement de  $P_C$  et de  $P_r$  par rapport au taux d'accroissement de  $P_T$ , on peut écrire:

$$P_T + \left( P_T \cdot \frac{t}{100} \right) = P_C + \left( P_C \cdot \frac{n}{100} \right) + P_r + \left( P_r \cdot \frac{m}{100} \right) \quad (3)$$

b) *Taux d'accroissement de la productivité.*

Puisqu'on passe de la productivité marginale à la productivité moyenne, et réciproquement, raisonnons, à partir d'une situation initiale donnée sur l'accroissement de la productivité marginale<sup>21</sup>

$\frac{\Delta P}{\Delta N}$ ;  $\frac{\Delta P}{\Delta K}$ ; ( $N$  = Travail,  $K$  = Capital) ou  $\frac{AP}{A(T+K)}$  ou  $AP$  sur l'accroissement d'un facteur spécifique.

La croissance d'un produit est couramment exprimée par référence au taux d'accroissement de l'épargne investie ( $E$ ) multiplié par l'efficacité du capital, c'est-à-dire l'inverse du coefficient de capital  $\frac{1}{K}$ ; nous pouvons donc écrire (1a) et (1b) sous la forme:

$$P_T + \left[ P_T \cdot \left( E_T \cdot \frac{1}{K_T} \right) \right] = P_C + \left[ P_C \cdot \left( E_C \cdot \frac{1}{K_C} \right) \right] + P_r + \left[ P_r \cdot \left( E_r \cdot \frac{1}{K_r} \right) \right] \quad (4)$$

Pour que la condition (2) ou (2a) soit remplie, il faut donc, à partir de l'équation (4), ou bien:  $E_C > E_r$ , pour  $\frac{1}{K_C} = \frac{1}{K_r}$ ; ou bien:

$\frac{1}{K_C} < \frac{1}{K_r}$  (productivité ou efficacité du capital plus grande en  $C$ ) pour  $E_C = E_r$ . L'écriture (4) donne une nouvelle expression du taux d'accroissement de chaque secteur et de l'ensemble de l'industrie. L'accroissement de la productivité du capital étant, par construction, plus grande dans le secteur  $P_C$  que dans le secteur  $P_r$ , on doit avoir à partir d'une position initiale:

20. Une fonction de production. Les difficultés de l'insertion de la fonction de production sont connues. Cf. un bon exposé récent dans: *Rassegna della letteratura sui cicli economici*, Roma 1962. Mario Ancelli: La Funzione di Cobb — Douglas per la programmazione.

21. Statistiquement comprise.

$$\frac{P_T}{K_T} = \frac{P_C}{K_C} + \frac{P_r}{K_r} \text{ où } \Delta \frac{P_C}{K_C} > \Delta \frac{P_r}{K_r}$$

$$\frac{P_T}{K_T} + \frac{\Delta P_T}{\Delta K_T} = \frac{P_C}{K_C} + \Delta \frac{P_C}{K_C} + \frac{P_r}{K_r} + \Delta \frac{P_r}{K_r} \quad (5)$$

Théoriquement, la plus grande productivité du capital dans l'un des secteurs  $\Delta \frac{P_C}{K_C}$   $\Delta \frac{P_r}{K_r}$  peut être attribuée soit à un taux d'épargne investi plus élevé ( $E_C > E_r$ ) pour un même taux d'efficacité du capital, soit à une efficacité du capital plus élevée  $\frac{1}{K_C} < \frac{1}{K_r}$ , soit aux deux raisons ensemble<sup>22</sup>.

Un produit peut être exprimé par référence au travail — et c'est la méthode la plus fréquente<sup>23</sup>. Une formulation alternative de (5) est, pour  $N$  = nombre d'heures de travail œuvrées:

$$\frac{P_T}{N} + \frac{\Delta P_T}{\Delta N} = \frac{P_C}{N_C} + \Delta \frac{P_C}{N_C} + \frac{P_r}{N_r} + \Delta \frac{P_r}{N_r}$$

où:  $\Delta \frac{P_C}{N_C} > \Delta \frac{P_r}{N_r}$

Le plus grand accroissement de la productivité ainsi mesuré  $\Delta \frac{P_C}{N_C}$  peut être attribué soit à des raisons relatives à l'ensemble de l'économie: meilleure allocation des ressources s'opérant dans le temps, accroissement du capital par tête de travailleur, progrès dans la qualification et l'intensité du travail, soit à l'innovation de production, c'est-à-dire au changement favorable dans la fonction de production. En cas d'innovation *labour-saving*, une force de travail est libérée dans le secteur intéressé (par exemple  $P_C$ ).

c) *Participation accrue dans l'industrie.*

Chaque industrie examinée prend une participation accrue au total de l'industrie pendant une période. Le sous-secteur qui

22. Pour les industries concrètes considérées, l'observation et l'analyse rendent probable l'action de ces deux facteurs.

23. Notons la distance qui sépare cette quantité statistique de la quantité théorique et analytique qu'est la productivité marginale  $\frac{\delta P}{\delta T}$ .

représente ces industries ( $P_C$ ) doit donc être considéré comme gagnant une participation accrue dans l'industrie.

En représentant  $P_T + \Delta P_T$  pendant une sous-période (une année) par  $P_T$ , ( $P_C + \Delta P_C$ ) par  $P_C$ , et ( $P_T + \Delta P_T$ ) par  $P_T$ , on compare année par année la participation de chaque secteur au produit total de l'industrie.

$$\frac{P_{C_{t_2}}}{P_{T_{t_2}}}, \frac{P_{C_{t_1}}}{P_{T_{t_1}}} \dots$$

A la fin de la période<sup>24</sup>, pour que la condition soit remplie, on doit avoir :

$$\frac{P_{C_{t_n}}}{P_{T_{t_n}}} > \frac{P_{C_{t_1}}}{P_{T_{t_1}}}$$

En posant un coefficient de participation ( $a_1, a_2$ ) de chaque sous-secteur au produit total, on a, pour  $a_1 > a_2$ :

$$P_T + \Delta P_T = a_1 (P_T + \Delta P_T) + a_2 (P_T + \Delta P_T) \quad (7)$$

qui traduit, par référence au produit global de l'industrie éprouvant son accroissement pendant la période, la croissance relative des deux sous-secteurs composants.

Ces symbolisations qui précèdent précisent en quantités algébriques et statistiques, la structure caractéristique d'une industrie totale répartie en deux secteurs représentatifs l'un des industries de croissance, l'autre du reste des industries; elles peuvent être traduites en termes statistiques.

Posons maintenant trois questions:

- 1) Pourquoi les industries ont-elles des taux de croissance inégaux ?
- 2) Y a-t-il des raisons générales expliquant que les industries qui ont le taux de croissance le plus élevé de leur produit, aient aussi le taux de croissance le plus élevé de leur productivité ?
- 3) Quels sont les effets d'entraînement exercés par les industries de croissance ?

24. Il sera intéressant de déterminer, dans une analyse ultérieure, si l'accroissement est pratiquement continu ou non.

1) Le produit ( $P$ ) d'un ensemble ou d'un sous-secteur est une offre et une demande, qu'en première approximation on prend en équilibre ( $P_C = O_C = D_C$ ). L'offre totale est une somme d'offres particulières ( $O_C = \sum_1^{n'} O_i$ , où:  $1 \dots n' =$  nombre des produits offerts) et la demande totale une somme de demandes particulières ( $D_C = \sum_1^n D_i$ ;  $1 \dots n =$  nombre des produits demandés). Chaque produit particulier est affecté d'une *élasticité-revenu particulière* et d'une *élasticité-prix particulière*.

La demande réelle<sup>25</sup> globale dans l'ensemble de l'économie croît<sup>26</sup>; en outre, dans les économies développées, la demande réelle globale qui s'adresse à l'industrie a un taux de croissance relativement plus élevé. Les demandes particulières qui composent cette dernière demande changent en dimensions relatives, au sein de la demande globale. D'une part, les changements techniques, la circulation de l'information et les changements des systèmes de préférences des agents, modifient les dimensions relatives des diverses demandes privées du consommateur final, des diverses demandes des produits intermédiaires et des diverses demandes faites par le secteur public: on observera que, pour les industries examinées, les demandes publiques ou influencées par le secteur public, c'est-à-dire relativement indépendantes du fonctionnement du marché privé, ont une importance particulière. D'autre part, les statistiques disent qu'avec l'élévation du revenu réel moyen, la demande de produits différenciés et de produits nouveaux augmente *relativement*. Or, les industries<sup>27</sup> sont inégales en face de ces changements autonomes de la demande. Elles ont des *vitesses inégales de réaction* aux changements du marché et aux changements dans la provision disponible des nouvelles fonctions de production. Elles ont des *vitesses inégales d'adaptation* aux changements perçus. La mesure de l'adaptation est procurée par l'élasticité de l'offre du

25. A prix constant.

26. Pour des raisons différentes des changements de structure étudiés par l'effet des dynamismes de la croissance: croissance de la population, innovation, changement des institutions.

27. Et les firmes qui les composent.

produit particulier par rapport à la demande du produit particulier:  $\frac{\Delta O_{i_2}}{O_{i_2}} / \frac{\Delta D_{i_2}}{D_{i_2}}$  et la vitesse d'adaptation par le temps nécessaire pour que l'adaptation soit parfaite, c'est-à-dire pour que le rapport de deux accroissements relatifs soit égal à 1. ( $e = f(t) = 1$ ). La valeur observée de  $e$  pendant une période et le temps ( $t$ ) nécessaire pour l'adaptation parfaite, dépendent, outre des conditions générales de l'économie, de la structure de l'industrie, et notamment, de la plasticité de son capital technique.

Considérons maintenant les changements de l'offre, c'est-à-dire l'activité (autonome) des industries<sup>28</sup>. Les diverses industries sont inégales quant à leur capacité d'abaisser leur coût de production<sup>29</sup> et quant à leur capacité d'exposer des coûts de vente ( $S$ ) pour un produit mis sur le marché à un prix donné<sup>30</sup>; la mesure de ce dernier élément est donnée par l'élasticité de la demande<sup>31</sup> d'un produit donné par rapport au coût de vente, c'est-à-dire par l'efficacité de l'effort de vente:  $\frac{\Delta O_{i_2}}{O_{i_2}} / \frac{\Delta S_2}{S_2}$ .

Pour les industries considérées, qui ne sont pas en régime pur de concurrence hétérogène, et qui sont en relations nombreuses avec le secteur public et les pouvoirs publics, il est réaliste de considérer, au delà des coûts de vente *stricto-sensu*, des *coûts de financement* de l'expansion de la demande ( $S'$ ): (avantages officieux dans la politique des rapports entre groupes oligopolistiques, coûts exposés pour obtenir des commandes publiques, etc.)<sup>32</sup>, et les élasticités de la demande afférentes à cet effort de vente, étranger aux procédés classiques du marché privé.

Sous tous ces rapports, les industries sont inégales quant aux conditions de leur offre et quant aux conditions de leur demande; en outre, les industries examinées présentent des caractères particuliers<sup>33</sup> qui rendent intelligible le taux d'accroissement relativement plus élevé de leur produit pendant la période.

28. Et des firmes qui les composent.

29. Et chacun des éléments de ce coût:  $A + (S + \pi) + \alpha$ .

30.  $A + (S + \pi) + \alpha + S$ .

31. Demande satisfaite ou offre placée.

32.  $A + (S + \pi) + \alpha + S + S'$ .

33. Offre de biens complémentaires multiples, capacité d'information, relations avec les demandes publiques ou influencées par le secteur public.

2) Une industrie ayant un taux d'accroissement relativement plus élevé de son *produit* pendant la période, y a-t-il des raisons, (étrangères aux conditions conjoncturelles), pour qu'elle ait aussi un taux d'accroissement plus élevé de sa productivité ? La réponse est affirmative.

Le produit étant relativement plus croissant, l'industrie examinée peut répartir sur un produit relativement plus élevé ses frais généraux et ses coûts fixes, c'est-à-dire, déjà pour cette raison, abaisser le prix unitaire de son produit<sup>34</sup>.

Il y a plus. Le taux de profit, par unité de produit de l'industrie examinée est ou bien égal, ou bien inférieur, ou bien supérieur au taux de profit par unité de produit dans le reste de l'industrie. S'il est égal ou supérieur, le plus grand taux de croissance de son produit permet à l'industrie de disposer de moyens relativement plus étendus pour la recherche et pour l'innovation; il en résulte une tendance *cumulative* à la réalisation de l'innovation dans l'industrie examinée. Si le taux de profit est inférieur, mais si la dimension du produit est relativement plus élevée que dans une autre industrie, il peut se faire que l'industrie examinée soit située au delà du *seuil critique* à partir duquel un service de recherche peut être créé.

Joignons que les industries examinées sont, le plus souvent, en régime d'oligopoles et de groupes: une fraction au moins des oligopoles et des groupes dans les économies les plus développées<sup>35</sup> accomplit un effort intense de recherche et d'innovation; dans les économies de l'Europe occidentale, il en va parfois de même<sup>36</sup> et il faut tenir compte du dynamisme de l'innovation dans certaines grandes entreprises nationalisées<sup>37</sup>. Bien entendu, il faudrait une étude fine et détaillée des structures de chaque industrie considérée isolément et de chaque catégorie d'innovation pour décrire plus précisément l'effet des diverses causes de l'augmentation de la productivité dans les industries examinées.

34. C'est une application dynamique de la notion d'économie d'échelle

35. Aux États-Unis, par exemple.

36. Chimie, produits de synthèse.

37. Electricité de France (E.D.F.).

3) Compte tenu des seuls éléments analysés jusqu'ici, quels sont les effets d'entraînement exercés par les industries de croissance ?

L'effet d'entraînement sur le total de l'industrie est clair. Le sous-ensemble (industrie de croissance) qui est *relativement* le plus productif est aussi celui qui prend une participation *relativement* plus grande dans le produit industriel total. La mesure de ce changement est donnée par les équations ci-dessus (2), (2a), (4), (5), (7). Elles sont assez générales pour traduire des situations diverses du sous-secteur  $P_r$ , c'est-à-dire du reste de l'industrie. Sans que la forme des équations soit changée, la dimension du sous-secteur peut être plus ou moins grande, le taux d'accroissement de son produit et de sa productivité peut être supposé décroissant, constant ou croissant. Raisonnant sur une *dimension initiale* donnée et sur un taux d'accroissement *constant* ou *croissant* de ce «reste de l'industrie»<sup>38</sup>, la présence d'industries de croissance augmente le taux de croissance du produit de l'ensemble industriel et de la productivité moyenne de cet ensemble.

En outre, le sous-secteur des industries de croissance est considéré, à juste titre<sup>39</sup>, comme exerçant communément, en moyenne période, un effet de stabilisation sur la croissance du produit industriel total. Les responsables des industries de croissance dressent en effet des plans d'investissement et de développement pour plusieurs années : ces plans ne sont pas (ou pas nécessairement) réduits, si un fléchissement cyclique ou un accident historique vient à se produire, qui contrarie temporairement la croissance ; quand les plans d'investissement et de développement ne sont pas réduits, ils soutiennent par conséquent la croissance des industries visées, et, par cet intermédiaire, celle de l'ensemble de l'industrie<sup>40</sup>. En fin de compte, ce raisonnement repose a) sur la *présomption* d'une prise de conscience, par les chefs des industries de la croissance, de la spécificité que présente cette famille d'industrie, et b) sur leur capacité de former des décisions d'assez longue portée. Il n'y

38. Ce qui semble conforme, pour la moyenne période, aux données de l'observation dans les pays développés d'Occident.

39. Voir D. Mertens, article cité.

40. Un élément supplémentaire s'ajoute au modèle sans le changer : l'investissement consciemment et volontairement fait par les grandes ou très grandes firmes dans le dessein de combattre une contraction conjoncturelle. Quelques exemples de cette attitude ont pu être relevés aux États-Unis.

a aucune «nécessité» qu'il en soit ainsi, mais le raisonnement paraît conforme aux données courantes de l'observation.

Pour deux raisons, par conséquent (augmentation relative du sous-secteur le plus croissant et le plus productif, stabilisation ou chance de stabilisation), la présence des industries de croissance entraîne une élévation du taux moyen de croissance de l'ensemble industriel pendant la période.

Plus précisément, comment s'opèrent les effets d'entraînement à l'intérieur du secteur des industries de croissance, d'une part, et entre ce secteur et le reste de l'industrie, d'autre part ? Les relevés statistiques s'opérant selon un découpage *extrêmement grossier* des industries, conséquence d'habitudes administratives et non de curiosités scientifiques, la marge reste inévitablement considérable entre les inductions analytiques et les vérifications numériques; c'est dans le dessein de réduire cette marge qu'une *interprétation* s'impose.

Les effets d'entraînement à l'intérieur du secteur des industries de croissance sont observables clairement.

Une industrie ou subdivision d'industrie *A* offre un produit nouveau à une industrie ou subdivision d'industrie *B* dans le sens vertical<sup>41</sup>, et lui «permet» d'innover ou «l'oblige à» innover.

Dans le sens horizontal<sup>42</sup>, une industrie ou subdivision d'industrie *B<sub>1</sub>* offre un produit nouveau à l'acheteur et «incite *B<sub>n</sub>* à» ou «oblige *B<sub>n</sub>* à» innover, c'est-à-dire à offrir un produit nouveau équivalent ou meilleur.

En outre, quand plusieurs industries ensemble, dans le sens vertical et dans le sens horizontal, livrent des produits nouveaux complémentaires ou substituables, un *entraînement à l'innovation par le produit nouveau a lieu*. Les acheteurs de produits intermédiaires nouveaux et de produits finals nouveaux, pour utiliser certains de ces produits, en achètent d'autres; s'ils sont gagnés par l'esprit de changement, ils renouvellent avec une rapidité croissante leurs biens de consommation durables et leur capital de

41. De l'énergie (électricité, pétrole) vers le «matériel de transport (avion, automobile)».

42. De l'industrie spécialisée dans tel matériel de transport vers telle industrie spécialisée dans tel autre matériel de transport, de l'industrie mécanique *B<sub>1</sub>* vers l'industrie mécanique *B<sub>2</sub>*.

production. Ces effets d'innovations par les *inputs* et les *outputs* ne sont pas douteux bien qu'ils ne soient mesurables que par une statistique assez fine sur tableaux industriels détaillés qui font souvent défaut.

*La conséquence globale* est un nouvel approvisionnement de produits terminaux dans des lignes de production données qui ont une qualité (efficacité) meilleure à prix égal, temporairement plus élevé ou plus bas. En période séculaire, la tendance générale est probablement à l'amélioration de la qualité et à la baisse des prix; dans la période moyenne qui nous intéresse, la présence et le degré de ces derniers changements dépendent de la *période de développement* dans laquelle se trouve l'économie industrielle considérée.

Clairement observables aussi sont les effets de dimension entre industries ou subdivisions d'industries par adjonction de nouvelles industries d'un secteur initialement défini d'industries de croissance. C'est dans la très courte période (un an, un semestre) qu'on peut repérer des élasticités d'offres et de demandes inter-industrielles par rapport aux prix et aux revenus (réalisés ou anticipés), dans une structure donnée et constante du capital fixe. Dans la période moyenne, les industries ou subdivisions d'industries, par leurs achats et leurs ventes, créent ces nouvelles activités, c'est-à-dire ces emplois et ces investissements additionnels qui apparaissent si nettement dans la période séculaire<sup>43</sup>. Les effets *nets*<sup>44</sup> d'accroissement de l'emploi et de l'investissement ne peuvent pas être suivis, sinon par des relevés statistiques détaillés que tous les pays développés sont loin de posséder encore.

S'il est raisonnable d'admettre en période séculaire un effet net positif à l'intérieur du secteur des industries de croissance, la période moyenne qui nous intéresse, peut être affectée très diversement par la tendance.

Les effets d'entraînement par le produit nouveau et par la création d'activités nouvelles, peuvent jouer en principe entre

43. Création, par l'automobile, d'activités dans les industries du pétrole et des carburants, de l'industrie mécanique, du caoutchouc, etc. . . Dans le sens descendant, création, par l'automobile, du réseau des stations et des garages, stimulation de la construction des routes, etc. . .

44. C'est-à-dire, compte dûment tenu du chômage et des déinvestissements engendrés par une industrie dans une autre industrie.

deux industries quelles qu'elles soient, et entre deux ensembles d'industries quels qu'ils soient.

Dans notre modèle, ils peuvent se produire du «secteur des industries de croissance» vers le «reste des industries» ou bien du «reste des industries» vers le «secteur des industries de croissance»<sup>45</sup>. Ce sont là des interdépendances entre *groupes structurés* d'unités, qui ne sont *pas* semblables à l'interdépendance de toutes les offres et de toutes les demandes unitaires et de toutes les unités individuelles dans un modèle de concurrence complète (pure et parfaite) ou approximativement tel. Il ne peut pas, toutefois, être posé que les deux effets d'entraînement examinés sont à sens unique et vont seulement des industries de croissance vers le reste de l'industrie. Parce que, d'autre part, l'analyse s'applique à des groupes statistiques et non pas à des groupes analytiquement construits, il faudra bien se contenter d'une simple amorce d'analyse structurelle.

Dans le groupe des «industries de croissance», on trouve communément<sup>46</sup> les industries de l'électricité, du pétrole, des produits chimiques, du matériel de transport (automobiles, notamment), de la mécanique. Dans le «reste des industries»: des industries telles que les industries textiles, les industries des cuirs et peaux, les industries du bois et de l'ameublement. Ce ne sont que des exemples à partir desquels il est loisible d'isoler des traits structurels qui ne se présentent pas à l'état pur dans la réalité et dans les statistiques.

Dans le groupe des industries de croissance, se rencontrent des industries qui:

- a) sont «*capital intensive*». En deux sens: en ce qu'elles emploient beaucoup de capital par unité de produit, en ce qu'elles doivent procéder à des investissements indivisibles étendus quand la demande prévue excède durablement leur capacité;

45. De nouvelles routes et de nouvelles installations (industrie de la construction) peuvent provoquer ou favoriser une augmentation de la fabrication des automobiles ou certains types d'automobiles; de nouveaux produits alimentaires de synthèse, provoquer ou favoriser la fabrication de produits chimiques ou de nouveaux types de produits chimiques.

46. De pays à pays, la liste n'est évidemment pas rigoureusement identique.

b) sont productrices de biens supplémentaires multiples (énergie, transport, machines fabriquant d'autres machines); ces biens entrent dans la composition d'un grand nombre de coûts de production dans le secteur industriel<sup>47</sup>; la réduction du prix de ces biens, même en régime de concurrence monopolistique, se répercute sur les coûts de production du reste du secteur industriel<sup>48</sup>.

Mieux les «industries de croissance» offrent ces deux caractères, plus la différence est accusée, sous le rapport de ces deux caractères, avec le «reste de l'industrie», plus forte est la présomption d'un effet asymétrique d'entraînement du premier groupe sur le second, par action de l'investissement additionnel et par action de la baisse des prix réalisée dans le produit nouveau<sup>49</sup>. Le détail de ces deux actions ne pourrait être suivi que sur un tableau inter-industriel convenablement interprété.

Mais à considérer le groupe des «industries de croissance» dans son contenu essentiel, il apparaît qu'il est composé d'industries directement issues de types d'énergie déterminés: électricité, pétrole — et de l'industrie mécanique qui produit des machines fabriquant d'autres machines. Dans les économies développées de type occidental, les industries nées de ces énergies et même l'industrie mécanique évoluée, se sont formées au cours de la décennie qui précède la première guerre mondiale<sup>50</sup>. Ces industries se sont répandues dans l'usage industriel, c'est-à-dire se sont intégrées à l'ensemble du secteur industriel par des réseaux étendus et complexes de prix, de flux, et d'informations. Elles n'ont pas éliminé les énergies antécédentes (notamment le charbon et la vapeur) et

47. Et dans l'ensemble de l'économie.

48. Et de l'ensemble de l'économie.

49. Ou par réduction du prix du produit courant.

50. Au cours des seize premières années du «troisième Kondratieff» pour ceux qui acceptent le raisonnement en termes de «cycles» Kondratieff (voir J. Schumpeter, *Business Cycles* — McGraw Hill, New York, Londres 1939, volume 1, pp. 397 et suivantes). Ce n'est pas notre cas. L'analyse présentée ici retient des industries motrices spécifiques dans une période de développement déterminée, mais exclut que les «cycles» longs soient prouvés pour le passé, et qu'il y ait intérêt à interpréter le présent en termes de «troisième cycle» Kondratieff. J. Schumpeter (1939) déclarait qu'il fallait «attendre» pour parler de «troisième cycle» Kondratieff. Ce que nous disons est qu'une période de développement, caractérisée par des industries motrices spécifiques et un ensemble d'institutions, est une réalité différente du «cycle» Kondratieff, tel qu'il est communément compris.

leurs systèmes de marchandises; mais elles les ont réduites et spécialisées.

Ces industries ont transformé la structure de tout l'ensemble industriel; elles peuvent, sans abus, être appelées *les industries d'une époque industrielle*, et, pour les observateurs de ce temps-ci, les industries «modernes». Entre les énergies modernes, entre leurs systèmes de machines et les systèmes de machines qui fabriquent d'autres machines, des *complémentarités techniques* se sont formées qui donnent à l'industrie de 1950 une *structure globale* entièrement différente de celle de 1850. Que l'on trouve dans le groupe des «industries de croissance» en moyenne période, les industries de l'électricité, du pétrole et de la mécanique, cela ne peut pas être considéré comme un effet du hasard. Les industries d'une époque industrielle composent un ensemble techniquement caractérisé, capable de *renouvellement*, mais dans un champ de *possibilités techniques*.

En une première approximation, il ne sera donc pas arbitraire de raisonner sur un modèle théorique où le «secteur des industries de croissance» est aussi le secteur des industries modernes au sens qui vient d'être précisé.

Entre le groupe des industries modernes et celui des industries absolument nouvelles, les interactions appellent alors une analyse propre.

## II — LES INDUSTRIES « ENTIÈREMENT NOUVELLES » ET LES INDUSTRIES « MODERNES »

Parmi les industries entièrement nouvelles, il est bon de distinguer deux groupes: l'industrie productrice d'une *énergie* entièrement nouvelle: l'énergie atomique par exemple, les industries de *produits* entièrement nouveaux: l'électronique par exemple.

Notre analyse concerne les actions que ces industries exercent sur le «secteur de l'industrie moderne», lequel conditionne, d'autre part, leur apparition<sup>51</sup>.

51. On ne nie évidemment pas qu'elles n'agissent aussi sur l'industrie acclimatée, sur les transports, sur l'agriculture (cf. les isotopes radioactifs animant la recherche agronomique en vue de la nutrition des plantes et de la meilleure utilisation des engrais). Mais on choisit de se limiter aux relations entre le «secteur de l'industrie moderne» et le «secteur des industries absolument nouvelles».

Pour l'énergie absolument nouvelle, une coupure marque le moment où cette énergie deviendra compétitive<sup>52</sup> c'est-à-dire où elle sera intégrée à l'économie industrielle. Nous nous attachons à la phase présente où nous avons affaire à une *industrie-pilote* en ce sens précis *qu'avant d'être intégrée* à l'économie industrielle par des effets massifs et réguliers de complémentarités et de substitutions, elle exerce sur les industries modernes de nombreux effets d'entraînement.

Pour obtenir l'énergie entièrement nouvelle, un *programme d'intérêt général* est dressé. Les pouvoirs savent que l'industrie tout entière se dirige vers une sorte de mutation; ils essaient de la prévoir et de l'aménager; les initiatives et les réalisations sont mixtes sous contrôle public, et les imputations des charges et des rendements sont largement conventionnelles. De recherches et de réalisations, entre elles imparfaitement liées, on passera à des effets étendus et généralisés, quand, *en même temps*, l'économie nationale disposera de l'électricité tirée de l'énergie atomique et d'un grand nombre d'installations, d'appareils et de procédés nouveaux. Un projet d'intérêt général est, par conséquent, le moteur *d'innovations liées*. C'est dans ces conditions que l'industrie entièrement nouvelle induit des innovations comme cliente, en direction de ses *inputs* (extraction des matières fissiles et fertiles, matériaux et appareils nucléaires) et comme vendeuse (isotopes radioactifs utilisés par l'industrie du pétrole et de la chimie). La dimension des flux de ces achats et de ces ventes est moins décisive que l'élévation du niveau technique des industries. Les innovations induites particulières et leurs nombreux *effets de jonction* s'accompagnent d'une stimulation de l'esprit d'innovation<sup>53</sup>.

Les *effets de dimension* doivent être décomposés avec soin. L'industrie de l'énergie absolument nouvelle est liée à l'industrie moderne par son offre et par sa demande. Son offre à l'industrie moderne est fonction d'un investissement qui est lui-même fonction d'un projet public (d'une demande prévue dépendant de décisions

52. En France, le IV<sup>ème</sup> Plan prévoit que si la «compétitivité» est obtenue en 1969, l'électricité tirée des centrales atomiques formera 30 p.c. de l'ensemble «thermique-nucléaire»; en 1970: 40 p.c. Cette «compétitivité» dépend d'investissements de recherches contrôlés par les pouvoirs publics.

53. On l'exprime souvent en disant que l'énergie atomique est une école de recherche et de qualité.

publiques et de fonds publics). Sa demande à l'industrie moderne se définit dans les mêmes conditions. Par ces deux biais, à mesure qu'elle croît, l'industrie absolument nouvelle forme une offre et une demande additionnelles de *caractère public* concernant l'industrie moderne, qui ne dépendent pas des fluctuations courtes du marché, mais bien des dimensions et du contenu du projet public.

Encore cette constatation ne rend-elle pas compte de la réalité qui est bien plus complexe. Ce sont des coalitions d'établissements financiers et de grandes firmes industrielles qui sont les *contractants principaux* avec les pouvoirs publics et qui passent des conventions avec des *sous-contractants*<sup>54</sup>. Au sein de ces groupes coopèrent d'une façon organique avec les centres d'étude et de lancement de l'énergie nouvelle, les principales firmes et les principaux groupes du *secteur moderne* (industries chimiques, industries électriques, industries mécaniques). D'où il résulte que l'on ne peut pas juger de l'effet d'entraînement exercé par l'industrie nouvelle d'après le chiffre d'affaires procuré à telle grande entreprise ou tel groupe privé; celle-ci ou celui-ci n'a, par exemple, pas plus de 10 p.c. de son chiffre d'affaires total dans les productions nouvelles au cours de telle année, mais cette activité se situe:

- a) dans le plan de développement d'un oligopole qui donne un *grand nombre de produits*;
- b) dans le *plan d'opérations* d'un groupement d'oligopoles financiers et économiques.

Le rassemblement de plusieurs grandes unités procure à l'ensemble qu'elles forment une surface de crédit, une puissance d'investissement et une force contractuelle que n'auraient pu réaliser les grandes unités prises isolément. L'assimilation des techniques nouvelles et de la construction des appareils nouveaux procure pour l'avenir, des positions préférentielles ou quasi mono-

54. Exemples en France: le groupe INDATOM, architecte des piles-piscines, formé d'une grande banque d'affaires et de neuf sociétés industrielles disposant de plus de 160 filiales; le groupe France-Atome, qui réunit, autour de trois établissements financiers, une quinzaine de firmes industrielles (Chantiers de l'Atlantique, Forges et Ateliers du Creusot, Société Alsacienne de Constructions mécaniques, etc. . .). Une certaine spécialisation s'opère; pour la production des matériaux nucléaires: Kuhlman, Pechiney, Saint-Gobain, Air liquide, Rateau; pour la construction des piles: Creusot, Alsacienne, Alsthom.)

polistiques aux intéressés. Les *profits-liés*<sup>55</sup> des opérations au sein du groupe sont fonction a) du monopole, b) de l'innovation et c) de l'action spéculative. Or, de deux choses l'une: ou les oligopoles en question étaient novateurs, ou ils étaient routiniers. S'ils étaient novateurs, l'industrie absolument nouvelle y stimule encore l'innovation tout en suscitant de nouvelles positions quasi-monopolistiques. S'ils étaient routiniers, l'industrie absolument nouvelle les incite à l'innovation, sans leur faire perdre leurs positions quasi-monopolistiques. L'industrie absolument nouvelle tend, par conséquent, à *augmenter l'investissement* dans le secteur moderne, *dans un réseau de liaisons organiques*:

- a) au sein du secteur moderne;
- b) entre ce secteur moderne et l'industrie nouvelle<sup>56</sup>.

L'effet d'innovations induites et l'effet de dimensions sont par conséquent intimement mêlés.

Considérons maintenant un exemple d'industries qui livrent des produits entièrement nouveaux: l'industrie électronique<sup>57</sup>. Elle a des taux d'accroissement de son produit exceptionnellement élevés<sup>58</sup>. Elle est fortement concentrée<sup>59</sup>. Elle est une industrie «scientifique» qui exige des personnels de recherche et des personnels qualifiés et diversifie rapidement son produit, grâce à ses bureaux d'études.

L'industrie examinée et les industries qui présentent le même caractère exercent des effets d'innovations induites sur l'industrie moderne, de qui elles reçoivent et à qui elles offrent des produits entièrement nouveaux. Dans des cas déterminés (régulation par les appareils électroniques), le progrès durable, en qualité et en régularité, de la production est sans commune mesure avec le prix

55. Pour une première analyse des profits-liés et des trois types de liaison, cf. François Perroux, *L'Économie du XXe siècle*, pages 543-544.

56. C'est-à-dire par des voies toutes différentes de celles du fonctionnement du marché de concurrence et même des marchés de concurrence monopolistique, tels qu'ils sont, pour le moment, analysés et formalisés.

57. Un autre exemple est fourni par l'industrie des plastiques.

58. Au cours des dernières années, le taux d'accroissement annuel de la production électronique a été extrêmement élevé (cf. appendice).

59. Pour ce qui est de l'industrie électronique française, sept firmes emploient 73 p.c. des effectifs globaux, et font 75 p.c. du chiffre d'affaires.

de l'appareil acheté; ou bien les effets en chaîne (diffusion de l'information par l'électronique) sont tels qu'ils ne peuvent être rigoureusement mesurés. Outre les effets d'impact, ces «industries scientifiques» élèvent le niveau de la qualification technique des personnels et des produits de toute l'industrie et même de l'économie nationale. Il est avantageux pour l'économie nationale qu'outre les effets de substitution rationnellement calculés, des effets d'imitation ou d'entraînement pur en faveur du produit et du procédé nouveau, se déclenchent.

Si divers que soient les ensembles structurés que forment les industries entièrement nouvelles, ils exercent par conséquent une fonction commune, qui est de relancer l'innovation et la propension à innover dans le secteur moderne. Parce qu'il s'agit de procédés et de produits entièrement nouveaux, chaque recherche ouvre les voies à d'autres recherches mal prévisibles; les fonctions de production réalisées des industries absolument nouvelles et des industries modernes sont encadrées dans un champ constamment renouvelé d'innovations possibles.

L'impulsion principale<sup>60</sup> vient des biens de production et va vers les biens de consommation. Elle vérifie cet *activisme* de l'offre et des productions intermédiaires à l'égard de la consommation finale qui est le contraire de l'hypothèse selon laquelle la dimension et la structure de la demande de produits de consommation finale seraient les moteurs d'une économie nationale.

L'effet global des actions complexes qui viennent d'être caractérisées, peut s'inscrire, mais *imparfaitement*, soit dans une fonction de production<sup>61</sup>, soit dans l'équation néo-keynésienne de la croissance.

Si le produit industriel total est écrit:

$$P_T = N T^\alpha K^{1-\alpha}$$

où  $N$  est un coefficient de progrès technique continu:

— l'action de l'industrie absolument nouvelle entraîne une augmentation de la valeur de  $N$ ;

60. En la mettant en évidence, on ne nie pas les autres réactions.

61. Fonction Solow.

- l'élévation de la qualification s'exprime par la diversification de  $T$  ( $T_1$  travail hautement qualifié,  $T_2$  travail qualifié, etc. . . .  $T_n$  travail courant);
- la complexité croissante de l'appareil technique s'exprime par la diversification de  $K$  ( $K_1, K_2, \dots K_n$ , représentant des espèces particulières de capital);
- les nouvelles combinaisons s'expriment par la modification des valeurs des exposants.

Pour le moment, et compte tenu de ce que nous pouvons écrire à partir des statistiques, si loin que soit poussé le détail de l'écriture, une bonne part des effets produits reste dans le «résidu» de la fonction, c'est-à-dire dans sa partie provisoirement inexplorée.

Aussi bien, si la croissance du produit industriel total s'écrit<sup>62</sup>:

$$\frac{\Delta P}{P} = e \frac{1}{K}$$

- l'effet d'augmentation de l'investissement provoqué par l'industrie absolument nouvelle se traduit par une augmentation du taux d'épargne investie ( $e$ );
- l'effet d'innovation par une valeur plus faible de la fraction  $\frac{1}{K}$ , c'est-à-dire par une élévation, en moyenne, de l'efficacité du capital.

Mais, comme il s'agit essentiellement d'actions intersectorielles, et que nos statistiques intersectorielles sont insuffisantes, il faut admettre que le principal de l'effort à accomplir reste l'énoncé des liaisons entre les  $e$  sectoriels et les  $\frac{1}{K}$  sectoriels.

Ce n'est pas de la statistique présente que sortira l'analyse utilisable; c'est l'analyse des liaisons qui permettra de reconstruire les agrégats statistiques et de les insérer dans un modèle opératoire.

62. Où  $e$  est le taux d'épargne investie et  $\frac{1}{K}$  le coefficient d'efficacité du capital.

## III — UN MODÈLE DE LA CROISSANCE DE L'ENSEMBLE INDUSTRIEL

1) *La place d'un modèle de l'industrie dans un modèle global*

Les faits décrits, les variables et les liaisons retenues concernent un ensemble déterminé: l'industrie. Il est décomposé en trois sous-ensembles, exprimés par leurs produits: les industries entièrement nouvelles:  $N$ ; produits:  $PN$ ; — les industries modernes:  $M$ ,  $PM$ ; — et le reste de l'industrie  $R$ ,  $PR$  — le reste de l'économie privée:  $E$ , a lui-même un produit  $PE$ ; il en est de même de l'Etat:  $A$ ,  $PA$ .

Ces ensembles structurés peuvent être représentés<sup>63</sup> sans autres difficultés que celles qui sont inhérentes à ce genre de représentations, dans un tableau interindustriel, ou dans un circuit (réseau) de comptabilité nationale. Dans les deux cas, se distinguent les relations intra-industrielles entre les trois sortes d'industries, et les relations entre l'industrie et le reste de l'économie (économie privée et Etat). Dans le tableau interindustriel le plus courant W. Leontieff, simplifié, ne figurent pas les mouvements de capitaux entre les trois sortes d'industries, ni les participations financières ou unions personnelles dont l'observation révèle l'importance. Quant on raisonne sur une économie fermée, les relations avec l'Étranger ne sont pas évidemment prises en considération. Mais il importe de bien observer que la dynamique des industries nouvelles et des industries modernes n'est pleinement intelligible que si l'on prend en considération les effets d'entraînement par l'exportation.

2) *L'action mise en évidence dans le modèle d'industrie*

Faisant ici abstraction des relations avec l'étranger et des relations entre l'ensemble de l'industrie et le reste de l'économie<sup>64</sup>, nous retenons d'une part, un type d'action: l'effet d'entraînement, et de l'autre, des liaisons précises: entre les industries entièrement nouvelles et les industries modernes, assimilées aux industries de croissance. Ce type d'action est certainement observé et ces liaisons le sont aussi; assez paradoxalement, elles ne sont pas encore étudiées

63. Ou repérés au moins, mais non analysés, quant au fonctionnement (cf. infra.).

64. En ce qui nous concerne — et nous nous en expliquons ailleurs — nous pensons que l'industrie exerce de nombreux effets d'entraînement sur le reste de l'économie, notamment l'agriculture. La relation mise en évidence dans cet autre modèle est l'inégalité devant l'innovation entre deux secteurs: agriculture et industrie.

systématiquement. Puisqu'un modèle choisit toujours dans le grand nombre des variables et liaisons qu'offre la réalité complexe, il est justifié que le nôtre — *sans exclure les autres types d'actions et les autres liaisons* — mette en évidence celles que nous avons retenues pour le moment.

Pour les placer en pleine lumière, nous pouvons poser provisoirement et en première approximation, que le reste de l'industrie a un taux de croissance constant<sup>65</sup>.

### 3) L'introduction de l'industrie nouvelle

Pour les raisons analysées ci-dessus, le modèle se présente comme l'introduction d'industries nouvelles dans un ensemble d'industries modernes dont le taux de croissance est plus élevé que celui du reste de l'industrie.

On a donc, au départ<sup>66</sup>:

$$P_T + \left( P_T \cdot \frac{t}{100} \right) = P_M + \left( P_M \cdot \frac{r + \alpha}{100} \right) + P_R + \left( P_R \cdot \frac{r}{100} \right) \quad (I)$$

puis:

$$P_T + \left( P_T \cdot \frac{t}{100} \right) = P_N + \left( P_N \cdot \frac{n}{100} \right) + P_M + \left( P_M \cdot \frac{r + \alpha}{100} \right) + P_R + \left( P_R \cdot \frac{r}{100} \right) \quad (II)$$

Si, au moment où  $P_N$  est introduit, l'économie fermée *croissait en équilibre*, en réalisant continûment un état de pleine utilisation à l'optimum, de toutes les ressources nécessaires à la réalisation de l'industrie nouvelle, les ressources devraient être soustraites aux emplois réalisés; l'optimum de l'utilisation des ressources et le taux maximum de croissance de l'ensemble ne seraient obtenus qu'à la double condition que la productivité dans le nouvel emploi soit au moins égale à la productivité perdue dans l'ancien, et que le produit additionnel de l'industrie nouvelle compense au moins le produit perdu dans l'ancien emploi<sup>67</sup>.

65. C'est une convention. Ce *reste* contient, en fait, des industries à taux de croissance constant, croissant ou décroissant, (une partie de ces dernières avec une décroissance du montant absolu du produit) (cf. supra).

66.  $r$  et  $\alpha$  positifs (cf. supra).

67. La discussion sur ce point n'est pas spécifique. Elle utilise les propositions courantes concernant l'introduction de nouvelles ressources dans un ensemble économique qui est au départ en position d'équilibre à l'optimum.

Dans une *hypothèse concrète et dynamique*, la situation est tout autre. L'hypothèse raisonnable<sup>68</sup> est que:

- 1) des ressources en travail sont flottantes et des ressources additionnelles se dégagent dans la croissance, soit par les mouvements naturels de la population, soit par l'effet d'innovations *labour-saving*;
- 2) tout le capital fixe investi n'est pas employé à sa capacité optimum;
- 3) des provisions de monnaie sont en attente d'emploi et une fraction de l'épargne disponible est en attente d'investissement.

L'industrie nouvelle, le plus souvent, est issue de la *conversion d'industries modernes*. Celles-ci peuvent opérer leur conversion sans diminuer ou en augmentant leur contribution propre à la croissance de l'industrie et de l'économie. Elles le font quand, moyennant des innovations appropriées, elles peuvent sans abaisser leur produit ni leur productivité, appliquer une partie de leurs compétences techniques, de leurs machines et de leur épargne sur autofinancement, à la création de l'industrie nouvelle.

En ce cas, qui n'est pas étranger aux conditions concrètes de la croissance des économies développées (ou des économies les plus développées), l'apparition (introduction) de l'industrie nouvelle se fait sans diminution ou avec augmentation du produit global et du taux d'accroissement du produit global (au moins après une période).

Cet effet de dimension doit être évalué dans chaque situation donnée.

La suite de l'analyse s'applique aux actions suscitées par l'industrie moderne *une fois qu'elle est présente*.

#### 4) *Les actions exercées par l'industrie nouvelle*

A partir d'une croissance donnée de l'industrie divisée en secteurs comme nous l'avons fait — c'est-à-dire de valeurs statistiques réelles exprimant les dimensions des secteurs et les taux

68. Mais nullement nécessaire. Dans un cas concret, il faudra déceler et préciser les conditions de la position de départ.

de croissance des secteurs — , la première constatation est que le *taux de croissance*  $\left(\frac{n}{100}\right)$  du secteur des industries nouvelles est *croissant* et donc que la dimension du secteur l'est aussi.

Or, bref, ce secteur agit sur le reste de l'industrie:

- a) en y induisant des innovations,
- b) en augmentant la demande et l'offre au reste de l'industrie.

Par conséquent, les effets de ces deux actions sont *croissants* pendant la période moyenne que nous considérons.

Précisons successivement:

- a) les actions de l'industrie nouvelle sur l'industrie moderne,
- b) les actions de l'industrie nouvelle et de l'industrie moderne sur le reste de l'industrie.

a) *Les actions de l'industrie nouvelle sur l'industrie moderne*

L'industrie nouvelle agit *contre le freinage* du taux de croissance de celles des industries modernes qui le subissent. Dans la période moyenne, certaines industries qui composent le secteur moderne, éprouvent un freinage de leur taux d'accroissement. On le rattache, soit à la saturation ou tassement de la demande initiale, soit au ralentissement de l'innovation, soit à la réduction du volume des investissements. En induisant des innovations dans le secteur des industries modernes, les industries entièrement nouvelles agissent dans un sens contraire à chacun de ces trois «freinages». En permettant de diversifier le produit des industries modernes, elles en stimulent la demande. En y répandant des procédés et des produits nouveaux, elles relancent, par voie de complémentarités et de substitutions, la tendance à l'innovation. En y créant, pour des branches et des produits déterminés, des marges de profits, et, éventuellement des mouvements spéculatifs, elles stimulent l'investissement.

L'action de l'industrie nouvelle sur l'industrie moderne se résume en un renouvellement de cette dernière; il s'opère par des *effets de complémentarités et de substitutions liés*, qui ne peuvent pas être décrits ni compris lorsque l'on considère des industries isolées.

Il est clair que l'élévation des productivités provoquée par l'industrie nouvelle dans les industries modernes est, logiquement et pratiquement, distincte de l'action contre le freinage de taux de croissance; celui-là peut exister sans celui-ci; communément, ils sont, cependant, combinés l'un avec l'autre.

Ces actions diverses s'expriment par une augmentation du taux de la croissance de l'industrie moderne ( $n'$ )<sup>69</sup>. Par comparaison à la situation décrite en (II), on écrira :

$$P_T + \left( P_T \cdot \frac{t}{100} \right) = P_N + \left( P_N \cdot \frac{n}{100} \right) + P_M + \left( P_M \cdot \frac{r + \alpha + n'}{100} \right) + P_R + \left( P_R \cdot \frac{r}{100} \right) \text{ (III)}$$

où  $n'$ , coefficient de dynamisation de l'industrie moderne par l'industrie nouvelle est, par les intermédiaires que nous venons de détailler, fonction de  $n$ . ( $n' = f(n)$ );  $n$  est croissant pendant la période moyenne considérée;  $n'$  est croissant (proportionnellement, moins que proportionnellement, ou plus que proportionnellement), mais dans un rapport statistiquement déterminable par rapport à  $n$ , et économiquement intelligible.

b) *Les actions de l'industrie nouvelle et de l'industrie moderne sur le reste de l'industrie*

Considérons maintenant l'action des deux secteurs couplés sur le reste de l'industrie ( $P_R$ ).

Cette action définit théoriquement soit par la réduction de certaines branches, accompagnée de l'élévation de leur productivité, soit par l'augmentation du produit et de la croissance de certaines branches, avec ou sans élévation de leur productivité. Le même raisonnement peut s'étendre au reste de l'économie, que nous ne considérons pas.

Toutes ces actions ne peuvent être concrètement séparées des effets sur l'exportation, produits directement et indirectement par les industries nouvelles; ces effets sur l'exportation, répétons que nous ne les intégrons pas, pour le moment, à l'analyse.

69.  $n'$  positif.

En fin de compte, le modèle global de la croissance de l'ensemble industriel se résume en l'action de deux coefficients liés de dynamisation.

1) *Le coefficient de dynamisation par l'industrie moderne ( $\alpha$ ) qui traduit le fait structurel et historique que des industries déterminées caractérisent une période de développement technique;*

2) *Le coefficient de dynamisation par l'industrie absolument nouvelle ( $n' = f(n)$ ), qui traduit le fait structurel et historique du renouvellement de l'industrie moderne par l'industrie absolument nouvelle.*

Ces deux coefficients expriment synthétiquement un nombre étendu d'actions diverses que nous avons analysées pas à pas, mais qui peuvent se ramener à deux effets: *l'effet de dimension et l'effet de productivité.*

Cette interprétation donne, on l'espère, un sens précis et analytique à l'affirmation souvent répétée, mais généralement justifiée très sommairement: *une économie nationale a intérêt à susciter des industries nouvelles plutôt qu'à tenter de soutenir ou de relancer des industries acclimatées et dépassées par les progrès techniques.*

##### 5) *Deux conséquences quant à la politique industrielle*

1 — De ce qui précède, résulte d'abord une réaffirmation qualifiée sous un aspect bien déterminé de *l'inégalité structurelle des économies «nationales»*. Certaines possèdent un secteur moderne étendu et diversifié, d'autres n'en possèdent pas, d'autres en possèdent un qui n'est ni étendu ni diversifié. Les deux dernières ne peuvent pas, par leurs propres moyens, susciter d'industries entièrement nouvelles; elles sont par conséquent, privées d'un facteur massif et essentiel de dynamisation de la croissance industrielle. Les nations qui possèdent un secteur moderne sont les unes par rapport aux autres, dans une position inégale quant à leur capacité de créer et de créer rapidement des industries entièrement nouvelles: un processus cumulatif s'exerce en faveur des nations relativement les mieux dotées sous ce rapport.

De là, la compétition et la coopération internationale de *groupes économiques et financiers* très actifs dans le domaine des industries

entièrement nouvelles: ils exercent sur la croissance *des nations* et sur leur commerce extérieur une action qui est tout à fait étrangère à la théorie néo-classique du commerce international.

2 — Lorsqu'une économie nationale possède un secteur moderne étendu et diversifié, et peut susciter des industries entièrement nouvelles, l'option décisive qui s'impose à elle porte *sur le rythme optimum du renouvellement de son industrie.*

Elle est différente de quelques autres options, deux notamment que l'on ne trouve qu'assez vaguement exprimées dans les publications professionnelles et même dans la littérature spécialisée.

- a) Faut-il laisser l'innovation se propager spontanément par les voies de l'économie de marché ? Ou faut-il que les pouvoirs publics orientent la propagation de l'innovation ? Cette alternative est, d'une part, mal formulée, et, de l'autre, inactuelle. L'économie de marché d'aujourd'hui est caractérisée par la concentration, les concurrences oligopoliques et l'activité des groupes économiques et financiers. S'en remettre à l'économie de marché, c'est s'en remettre aux oligopoles et aux groupes: les préférences de structures résultant de leurs concours et de leurs conflits ne coïncident évidemment pas avec les préférences de structure les plus avantageuses pour l'ensemble de l'économie nationale. D'autre part, *en fait*, les pouvoirs publics dans toutes les économies du capitalisme monopolistique interviennent pour financer les innovations dans les industries modernes et dans les industries nouvelles; la seule question qui, pratiquement, se pose est de savoir si les pouvoirs publics leur laissent les mains libres ou s'ils sont en situation de faire respecter des critères de l'avantage collectif (intérêt général), pour la propagation de l'innovation.
- b) Une autre option est formulée ainsi: les pouvoirs publics doivent-ils favoriser partout l'accroissement de la productivité ou concentrer leur intervention sur «les points forts» de l'économie nationale ? Même sous cette forme rudimentaire, le choix est loin d'être présent à l'esprit des responsables de la politique économique. Mais cette forme est, en effet, rudimentaire. L'analyse présentée marque les *limites* à l'intérieur desquelles

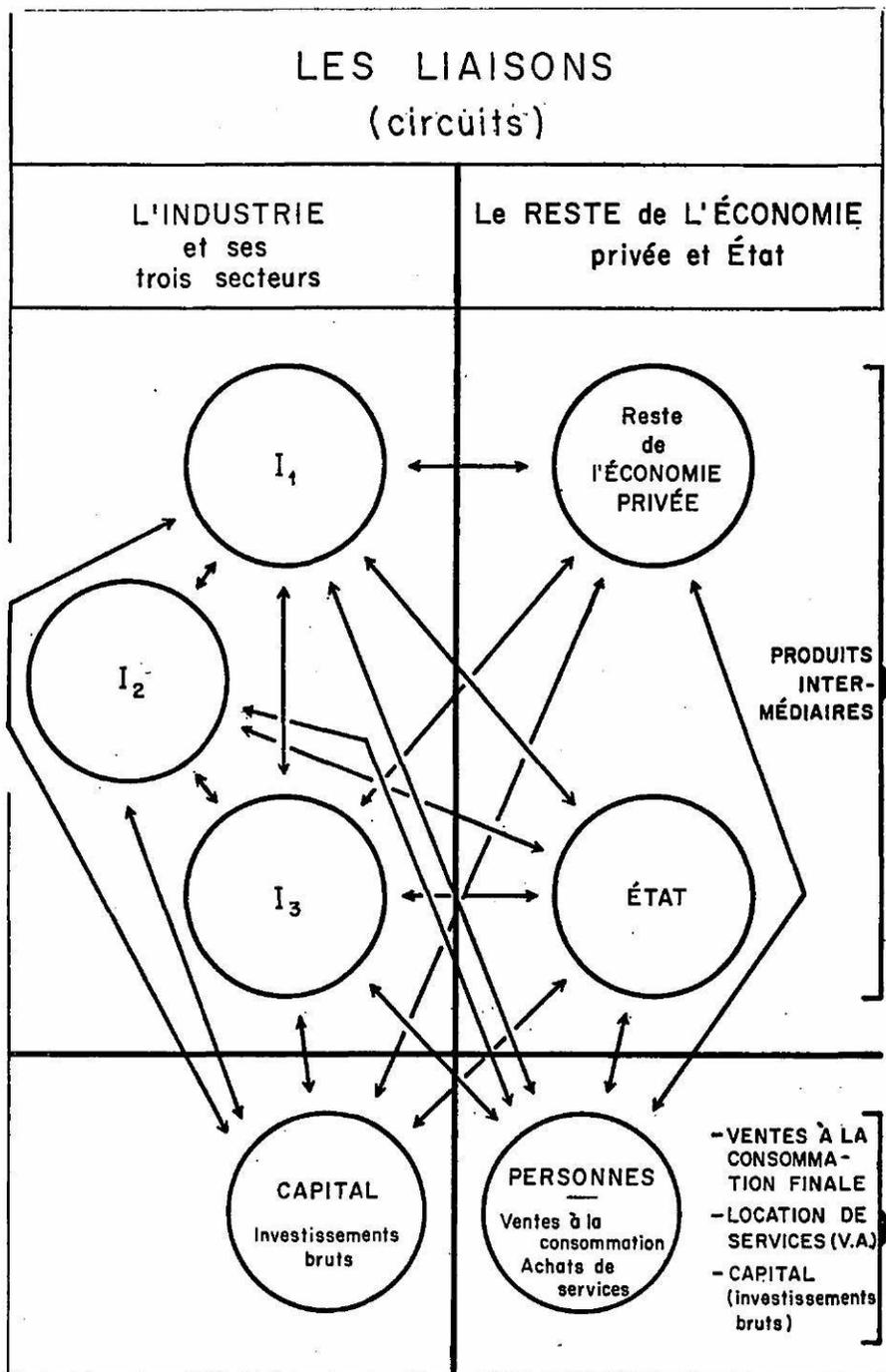
dans une structure donnée les « points forts » peuvent être choisis et fait voir comment sont liées les croissances des industries nouvelles et des industries modernes.

Le rythme optimum du renouvellement de l'industrie est donc, pour une large part, déterminé, dans *un champ des possibles*, par la répartition de l'effort des pouvoirs publics (isolés ou groupés) entre les industries nouvelles et les industries modernes. Il suppose un plan de moyenne période encadré par des projections longues, et oppose les optimisations à courte échéance et les optimisations à échéance longue. Théoriquement, vu les inégalités structurelles entre les « nations », il devrait appeler à l'échelle supranationale *une coordination des industries*, dans des ensembles plurinationaux. Nous restons très loin, en raison des conflits entre les maîtres des industries et, non moins, des conflits entre les responsables politiques des destinées « nationales ».

François PERROUX,  
*professeur au Collège de France,*  
*directeur de*  
*l'Institut de Science économique appliquée (Paris).*

## APPENDICE

(voir pages 409 à 418)



## LE MODÈLE ET LES LIMITES DE L'ANALYSE MATRICIELLE.

1) *Une convergence.*

Le fait observé qu'est l'action des industries entièrement nouvelles sur les industries modernes, contient toutes les difficultés qui marquent les limites de l'analyse matricielle. En effet, réduit à l'essentiel, il consiste en une *propagation d'innovations liées, dans un milieu dynamique.*

Pour préparer les progrès d'une analyse quantitative, à la fois rigoureuse et opérationnelle, il faut :

- a) préciser le contenu de cette affirmation;
- b) indiquer la voie dans laquelle l'obstacle peut être tourné par approximations successives.

L'efficacité d'une planification active (P. Massé) qui est, en France, une création continue, dépend, finalement, dans le domaine qui nous intéresse, des résultats acquis dans ces deux directions.

Les effets d'entraînement sont mentionnés *expressis verbis* dans les documents officiels du plan, en ce qui concerne les investissements publics, et, étant une fois admis, ne peuvent plus, sans arbitraire, être cantonnés dans ce seul domaine. Puis, l'insertion nécessaire des innovations n'est contestée ni par les responsables des décisions, ni par les techniciens de la planification, si grandes que puissent être les difficultés que cette insertion implique. Enfin, la désagrégation de la branche «industrie» en ensembles économiquement significatifs, au delà des découpages empiriques de la statistique courante, est souhaitée par tous, bien que l'absence de recensement industriel et l'insuffisance des statistiques disponibles soient, pour le moment, des empêchements éprouvés cruellement. On peut donc dire qu'une convergence des exigences de la politique concrète, de l'analyse théorique et des techniques quantitatives est hors de doute.

2) *La propagation dans une matrice en volume.*

Dans une matrice en volume (ou en prix constants), on le sait, on peut suivre *complètement* la propagation d'une impulsion ini-

tiale (par exemple une augmentation de la demande) en usant de trois séries d'équations caractéristiques:

$$\sum_{j=1}^{j=n} D_j = \sum_{j=1}^{j=n} (\Delta X_j + \Delta Im_j + \Delta S_j) \quad (1)$$

Cette première équation permet de distinguer l'effet de l'impulsion sur la production ( $X_j$ ), sur l'importation ( $Im_j$ ) et sur les stocks ( $S_j$ ); elle permet aussi d'établir les coefficients de propagation de l'impulsion sur la production, l'importation et les stocks; respectivement:

$$\frac{\Delta X_j}{\Delta D_j} = p_j; \quad \frac{\Delta Im_j}{\Delta D_j} = Im_j; \quad \frac{\Delta S_j}{\Delta D_j} = S_j$$

La seconde équation décrit l'effet de l'accroissement de  $X_j$  sur l'accroissement de  $X_i$ , que l'on écrit:

$$\Delta X_j = \sum_{i=1}^{i=n} (\Delta X_i - \Delta U_i) + \sum_{r=1}^{r=n} \Delta Im_r + \sum_{z=1}^{z=n} \Delta S_z \quad (2)$$

connaissant la décomposition de la valeur ajoutée (1), on écrit:

$$(\Delta X_i - \Delta U_i) = \Delta V_i = \Delta(\pi_i + S_i) \quad (2a)$$

ce qui permet d'écrire les coefficients de propagation de l'accroissement de  $X_j$  sur les profits ( $\pi$ ) et les salaires ( $S$ ) de  $X_i$ :

$$\frac{\Delta \pi_i}{\Delta X_j} = \pi_i \quad \frac{\Delta S_i}{\Delta X_j} = w_i$$

La troisième équation s'établit à partir des fonctions de comportement qui font connaître la quantité d'épargne ( $e$ ) et la quantité de consommation ( $c$ ) qui est contenue dans les profits et dans les salaires:

$$\begin{array}{cc} e & (\Delta \pi_i) & e' & (\Delta S_i) \\ c & (\Delta \pi_i) & c' & (\Delta S_i) \end{array}$$

on en tire, pour l'épargne, par exemple:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \left[ e (\Delta \pi_i) + e' (\Delta S_i) \right] = \Delta I \quad (3)$$

en supposant que toute l'épargne engendrée par les revenus additionnels est investie.

Le cycle étant ainsi accompli, on peut reprendre l'analyse et chercher les effets produits par  $\Delta I$ , considéré comme une impulsion.

Dans ce cadre analytique et économétrique de l'étude de la propagation d'une impulsion, la même méthode peut être employée pour en suivre les effets quelle que soit l'impulsion. D'un point de vue formel, il nous est loisible de suivre la propagation d'une dépense en biens d'investissement, d'une dépense en biens de consommation, d'une augmentation de l'épargne entièrement investie, etc.

Quant on choisit comme impulsion l'introduction d'une industrie nouvelle on admet un *structural break* qui rend inutilisable la matrice initiale et renvoie à une matrice des « possibles » du type de celles que préconise Ragnar Frisch, (*channel method*). Cette rupture est, clairement, d'un autre ordre que les changements de coefficients techniques dans une matrice d'ordre donné, dont on suppose connues quelques régularités générales de variations de ces coefficients.

### 3) La propagation dans une matrice en valeurs.

Dans une matrice où toutes les productions seraient exprimées en valeurs ( $Q_j \cdot p_j$ ) et où les flux monétaires sectoriels (recettes-dépenses, injection nettes) seraient représentées en termes matriciels<sup>1</sup>.

1 — On sait qu'il n'existe pas une relation simple et univoque entre les  $\Delta q_i$ , les  $\Delta p_i$ , les  $\Delta q_j$ , les  $\Delta p_j$ , c'est-à-dire les accroissements des quantités et des prix qui composent les quantités globales; cela revient à dire que les liaisons ne consistent pas seulement en liaisons entre quantités et prix.

1. Multiplicateur matriciel dynamique. On se réfère à un ensemble de  $n$  équations linéaires différentiables de la forme

$$x_i(t) - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j(t) - \sum_{j=1}^n b_{ij} x_j(t) = y_{it}$$

où:

$x_i(t)$  = taux de production du bien  $i$  à l'instant ( $t$ )

$x_j(t)$  = taux de changement de ce taux de production au temps ( $t$ )

$a_{ij}$  = nombre d'unités de produit du secteur  $i$  absorbé en transactions courantes par  $j$  (coefficients techniques des flux)

$b_{ij}$  = quantité de stocks de produit du secteur  $i$  requis par le secteur  $j$  par unité de flux de son propre produit (coefficient de capital)

$y_{it}$  = demande exogène pour le bien, dans la matrice ouverte;  $y_{it}$  est une fonction déterminée du temps ( $y = f(t)$ ).

2 — On sait que le passage d'un *niveau d'activité* à un *autre* s'accompagne, très probablement, de la modification des structures de la dépense à l'intérieur du système agrégé.

Par conséquent, l'introduction d'une industrie nouvelle dans la représentation initiale d'une matrice *idéale* en termes monétaires, entraîne une *combinaison* de tous les changements, réels et monétaires, sans que l'on puisse connaître la loi de ces changements. C'est en éliminant conventionnellement cette *difficulté de principe* que se construisent les modèles très schématiques qui retiennent quelques changements des prix (cf. le modèle très remarquable d'autre part, de M. Thionet).

#### 4) *Les modèles simples et l'analyse matricielle.*

Pour le moment, l'analyse matricielle est un moyen de représentation de la structure d'une économie donnée, et pose un *tableau de questions précisées* à l'analyse qui se préoccuperait :

- 1 — d'interpréter *dans le passé* une suite temporelle de matrices;
- 2 — de construire *pour l'avenir* une suite temporelle de matrices exprimant des changements possibles;
- 3 — de construire pour l'avenir une *matrice de maximation* exprimant une structure optimum. (Entre une matrice  $t_1$  et une matrice  $t_n$ , les cheminement très nombreux posent des problèmes non résolus).

L'insertion inévitable des industries entièrement nouvelles et des industries modernes qui se renouvellent dans une théorie et une pratique de la planification, marque la distance immense qui sépare la planification rigoureuse et quantitative de la planification largement empirique qui est aujourd'hui pratiquée.

En raison de cette distance, les *modèles simples des effets d'entraînement* ont une justification incontestable: ils donnent un minimum de solidité aux *hypothèses* concernant les *ensembles liés d'innovations* et les *itinéraires possibles ou probables* de la *propagation de leurs effets*.

L'ACTUALITÉ ÉCONOMIQUE

— III —

**Les liaisons**  
(Tableau inter-industriel)

I	O	IN	IM	I	E	A	C	IB	PT
	IN								PN
	IM								PM
	I								PI
	E								PE
	A								PA
	VA ( $\pi + S$ )								
	PT	PN	PM	PT	PE	PA			

— IV —

**Indices de production, France, 1959**  
(100 = 1952)

Chimie .....	239	Mines de fer .....	150
Textiles artificiels et synthétiques .....	226	Céramique, matériaux de construction .....	147
Chimie, caoutchouc .....	222	Production des métaux .....	144
Construction électrique .....	212	Chaussures .....	139
Papiers, cartons .....	197	Sidérurgie .....	138
Presse, édition .....	175	Extraction de métaux non ferreux .....	124
Verre .....	172	Textile .....	124
Pétroles et carburants .....	169	Bâtiment, travaux publics .....	121
Industries mécaniques et électriques .....	165	Soierie .....	119
Eau, gaz, électricité <sup>2</sup> .....	162	Laine .....	115
Caoutchouc .....	160	Cuir et peaux .....	115
ENSEMBLE <sup>3</sup> .....	152	Coton .....	114
		Combustibles, minéraux solides ..	104

2. Indice de livraison.

3. Indice de la production industrielle de l'I.N.S.E.E., y compris le bâtiment.

— V —

## Indices de productivité, France, 1959

(ouvrier — an)  
(100 = 1952) 4

Textiles artificiels et synthétiques	282	Production des métaux	147
Chimie	217	Sidérurgie	146
Extraction des métaux			
non ferreux	216	ENSEMBLE	146
Chimie, caoutchouc	200		
Eau, gaz, électricité	184	Industries mécaniques et	
Papiers, cartons	172	électriques	143
Construction électrique	166	Caoutchouc	139
Coton	166	Céramique, matériaux de	
Mines de fer	162	construction	133
Verre	159	Soierie	132
Laine	156	Cuirs et peaux	128
Presse, édition	153	Pétroles et carburants <sup>5</sup>	128
Textile	152	Combustibles, minéraux solides	126

4. Indice de la production sur indice de l'effectif ouvrier.

5. Le choix des années initiale et terminale a pour effet, ici, de sous-estimer les progrès de productivité dans l'industrie du pétrole : 1952 est en effet une année de fort accroissement de la productivité, et 1959 une année de stagnation.

(Note 6, p. 416)

6. Le tableau est construit à partir des explications procurées par l'I.N.S.E.E. concernant la pondération de l'indice de la production industrielle (Source : « *Études Statistiques* » de juillet-septembre 1957 et 1962). Le changement de pondération intervenu donne l'occasion de prendre une idée de l'évolution de l'importance des branches dans l'industrie. Dans les deux cas (1952 et 1959), la pondération est fondée sur la part de la branche dans la valeur ajoutée, les précisions nécessaires ayant été spécialement fournies par le S.E.E.F. à l'I.N.S.E.E.

Deux remarques :

- 1) La valeur ajoutée est mesurée nette (déduction faite des amortissements) et au coût des facteurs (déduction faite des impôts indirects) ;
- 2) Aux dires de l'I.N.S.E.E., la comparaison 1956-59 doit être maniée avec précaution, du fait de l'amélioration des informations survenue entre temps. D'où, toujours selon l'I.N.S.E.E., le caractère « insolite » de l'accroissement de la part du « Bâtiment et Travaux publics ». Le tableau révèle bien d'autres « bizarreries » : ainsi la baisse pour la métallurgie des métaux non ferreux, l'automobile et les papiers-cartons.

Pour quelques branches, on a tenté une décomposition plus fine en utilisant les pondérations de groupes ou séries de l'I.N.S.E.E., elles-mêmes établies par l'I.N.S.E.E. non pas sur la base de la valeur ajoutée (les données du S.E.E.F. ne permettent pas une décomposition aussi « fine »), mais sur la base de la masse des salaires et appointements. L'I.N.S.E.E. estime que ce changement du critère de pondération n'entraîne pas de conséquences graves.

## — VI —

Part des branches dans la valeur ajoutée nette au coût des facteurs,  
France en p.c. <sup>6</sup>

	1952	1959
I — Électricité .....	3.50	3.60
II — Gaz .....	1.20	0.90
III — Pétrole .....	1.50	1.50
dont : gaz naturel .....	0.03	0.09
IV — Combustibles, minéraux solides .....	5.90	4.20
V — Extraction de minerais métalliques .....	0.90	1.10
dont : minerais fer .....	0.76	0.99
VI — Extraction de matériaux de construction .....	0.90	0.80
VII — Extraction et préparation de minéraux divers ..	0.50	0.50
dont : potasse .....	0.32	0.42
VIII — Production des métaux .....	3.50	4.30
dont : sidérurgie .....	2.80	3.90
métallurgie des métaux non ferreux ..	0.70	0.40
IX — Transformation des métaux .....	32.70	32.70
dont : machines-outils .....	0.74	1.11
machines agricoles .....	1.00	0.73
construction automobile .....	6.62	6.15
construction aéronautique .....	1.82	1.84
construction électrique .....	6.10	6.42
X — Industrie du verre .....	1.00	1.00
XI — Céramique et fabrication de matériaux de construction .....	2.40	2.30
XII — Bâtiment et travaux publics .....	16.90	20.50
XIII — Chimie .....	6.30	7.50
dont : matières plastiques .....	0.20	0.37
XIV — Caoutchouc .....	1.60	1.80
XV — Tabacs et allumettes .....	0.50	0.60
XVI — Corps gras .....	0.70	0.70
XVII — Textiles .....	10.60	7.40
dont : lin et coton .....	3.49	2.11
laine .....	2.54	1.66
soierie .....	0.95	0.75
textiles artificiels et synthétiques ..	0.74	0.63
XVIII — Cuir .....	3.20	2.00
XIX — Papiers et cartons .....	2.60	2.30
XX — Presse, édition .....	3.20	4.30

6. Voir page 415.

— VII —

**Part des branches dans la valeur ajoutée nette au coût des facteurs,  
France**

Branches	Part des branches (en p.c.)		Accroissement relatif (en p.c.) de 1952 à 1959
	1952	1959	
Sidérurgie .....	2.80	3.90	+ 39
Presse, édition .....	3.20	4.30	+ 34
Mines de fer .....	0.76	0.99	+ 30
Production des métaux .....	3.50	4.30	+ 23
Bâtiment, travaux publics .....	16.90	20.50	+ 21
Chimie .....	6.30	7.50	+ 19
Chimie caoutchouc .....	7.90	9.30	+ 18
Caoutchouc .....	1.60	1.80	+ 12
Construction électrique .....	6.10	6.42	+ 5
Pétrole et carburants .....	1.50	1.50	0
Verre .....	1.00	1.00	0
Industries mécaniques et électriques .....	32.70	32.70	0
Electricité, gaz .....	4.70	4.50	- 4
Céramique, matériaux de construction .....	2.40	2.30	- 4
Papiers, cartons .....	2.60	2.30	- 11
Textiles artificiels et synthétiques .....	0.74	0.63	- 15
Extraction métaux non ferreux .....	0.13	0.11	- 15
Soieries .....	0.95	0.75	- 21
Combustibles solides .....	5.90	4.20	- 29
Textile .....	10.60	7.40	- 30
Laine .....	2.54	1.66	- 35
Cuirs et peaux .....	3.20	2.00	- 38
Coton .....	3.49	2.11	- 40

— VIII —

**Indices du salaire annuel moyen ouvrier, France, 1959  
(100 = 1952)**

Verre .....	196	Industries mécaniques et	
Pétroles et carburants .....	194	électriques .....	170
Soierie .....	194	Caoutchouc .....	169
Chimie .....	190	Mines de fer .....	168
Papiers, cartons .....	186	Combustibles minéraux solides ..	167
Presse, édition .....	185	Production des métaux .....	166
Laine .....	184	Extraction des métaux	
Chimie, caoutchouc .....	177	non ferreux .....	165
Céramique, matériaux de		Eau, gaz, électricité .....	164
construction .....	175	Textile .....	164
Bâtiment, travaux publics .....	172	Coton .....	155
ENSEMBLE .....	172	Sidérurgie .....	152
Cuirs et peaux .....	171	Textiles artificiels et synthétiques	152

— IX —  
Évolution relative de l'industrie électronique, France, 1949 - 1961<sup>1</sup>

	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961
<b>Chiffre d'affaires</b> (en millions de francs)													
Total (entreprises industrielles et commerciales) .....	2,185	2,464	207,103	236,502	242,436	262,685	292,645	331,071	385,951	426,652	472,244	11,193	12,317
Construction électrique .....	258	299	3,541	4,287	4,266	4,870	5,690	6,641	7,806	8,547	9,579	2,938	3,616
Industrie électronique <sup>2</sup> .....			479	570	711	936	1,142	1,375	1,759	2,020	2,380		
Part de la construction électrique dans le total (en p.c.) .....			1.7	1.8	1.8	1.9	1.9	2.0	2.02	2.0	2.13		
Part de l'industrie électronique dans le total (en p.c.) .....			0.23	0.24	0.29	0.36	0.39	0.41	0.46	0.47	0.50		
Part de l'industrie électronique dans la construction électrique (en p.c.) .....	11.8	12.3	13.5	13.3	16.7	19.2	20.0	20.7	22.5	23.6	24.8	26.2	
<b>Production</b> (en indices établis en prix constants, 1949 = 100)													
Total (industrie) .....	100.0	100.0	112.0	114.0	115.0	125.0	135.0	148.0	160.0	167.0	173.0	190.0	
Construction. électrique .....	100.0	107.0	122.0	129.0	136.0	157.0	183.0	212.0	246.0	252.0	272.0	310.0	340.0
Industrie électronique .....	100.0	119.2	144.0	158.9	200.9	241.7	318.6	383.1	470.5	482.0	553.3	680.1	829.9
<b>Effectifs</b> (ouvriers et cadres) unités													
Construction électrique .....	188,962	188,963	190,555	199,691	198,336	210,928	226,063	240,745	256,472	262,469	260,155	275,992	287,658
Industrie électronique .....	28,233	28,969	31,263	31,373	33,480	40,000	45,886	50,670	56,346	59,304	60,303	66,848	76,193
Indices													
Construction électrique .....	100.0	100.0	100.8	105.7	105.0	111.6	119.6	127.4	135.7	138.9	137.7	146.0	152.2
Industrie électronique .....	100.0	102.6	110.6	111.1	118.6	141.7	162.5	179.4	199.6	210.0	213.6	235.9	269.9
<b>Productivité</b> (indices production / indices effectifs)													
Total (industrie) .....	100.0	100.0	110.0	111.0	114.0	123.0	131.0	140.0	147.0	153.0	162.0	177.0	
Construction électrique .....	100.0	107.0	121.0	122.0	129.5	140.7	153.0	166.4	181.3	181.4	197.5	212.3	223.4
Industrie électronique .....	100.0	116.2	130.2	143.0	169.4	170.6	196.1	213.5	235.7	229.5	259.0	288.3	307.5

1. Sources : 1) Rapports statistiques du syndicat général de la construction électrique (1949, 1950, ..., 1962)  
 2) L'électronique et son industrie en France (B.U.P., avril 1961)  
 3) Situation de l'électronique en France (Commission permanente de l'électronique. Commissariat Général au Plan, mars 1962)  
 4) Annuaire statistique de la France (1962 et annuaire rétrospectif I.N.S.E.E.).
2. Pondération : Appareils radiorécepteurs téléviseurs et de sonorisation, 36 p.c.; pièces détachées et accessoires radiobibliques et électroniques, 16 p.c.; matériel professionnel électronique et radiobibliques, 33 p.c.; tubes électroniques et semi-conducteurs, 15 p.c.; Total, 100 p.c.

## DISCUSSION DU RAPPORT DU PROFESSEUR F. PERROUX

**M. W. Léontief**

Monsieur François Perroux, mon illustre collègue, nous a brossé un tableau qui ne manque pas d'ampleur. Ce tableau est si vaste et si détaillé que j'en retiendrai seulement certains aspects. Je n'irai pas au delà de l'interprétation, de l'extrapolation des idées exprimées par le professeur Perroux dans ses formules. Mais ce sera surtout du point de vue de l'analyse empirique que j'envisagerai les idées exprimées.

Une première question nous préoccupe, à savoir : pourquoi les industries dont le taux de croissance est supérieur à la moyenne, sont aussi celles qui accusent des coûts de production décroissants, ou encore les plus fortes augmentations de productivité ?

Selon moi, ce phénomène est attribuable à deux facteurs.

*Le premier*, c'est la présence d'économies d'échelle, impliquant une productivité plus grande et, par conséquent, des coûts décroissants à mesure que l'on accroît la capacité de production d'une entreprise. Ces économies sont réalisables même en l'absence d'innovations technologiques. À mon avis, c'est une explication.

*Le deuxième*, c'est la nécessité de procéder à de nouveaux investissements si l'on désire utiliser de nouvelles méthodes de production. Ces rapports entre l'innovation et l'investissement revêtent encore plus d'importance du point de vue de la planification économique. Des innovations technologiques dans une industrie créent des besoins d'équipements neufs, de nouveaux locaux, etc. Il s'ensuit des accroissements de capacité de production voulus par une production accrue, ce qui a pour effet d'induire des investissements additionnels. En revanche, ceux-ci ne ressemblent plus aux investissements antérieurs, parce qu'ils doivent répondre aux exigences des nouvelles techniques de production. À mon avis, ici réside l'explication des rapports observés entre, d'une part, l'augmentation de la production dans une industrie donnée et, d'autre part, la diminution des coûts de production. Disons que c'est une des explications possibles de ces rapports. Car, entre l'augmentation de la production, la mise en place de nouveaux investissements susceptibles d'accroître la capacité de production, et l'introduction de nouvelles techniques de production, il existe une liaison quasi nécessaire.

Évidemment, l'innovation technologique ne s'accompagne point toujours d'un accroissement de la production. Toutefois, cela entraîne un coût élevé dû à la mise au rancart de l'ancien outillage que l'on remplace par un équipement des plus modernes.

Je voudrais également soulever, avec vous, le problème du commerce extérieur.

Il s'agit d'une question importante, bien sûr, pour le Canada. L'économie canadienne est une économie ouverte, dont fait partie l'économie du Québec, celle-ci encore plus ouverte que la première. Le professeur Perroux a émis, à ce sujet, quelques idées qu'il me plairait de développer davantage. Quelles sont les relations entre le commerce extérieur, d'une part, et les structures d'une économie, d'autre part, c'est-à-dire l'ordre dans lequel les industries sont placées les unes par rapport aux autres ?

Ayons recours non à des formules, mais à quelques graphiques très simples.

Construisons un tableau des relations inter-industrielles. Soit les industries 1, 2, 3, 4, etc., par exemple : l'agriculture, la sidérurgie, l'industrie électrique, etc. Désignons par  $y$ , la consommation ou la demande finale, c'est-à-dire la consommation et l'investissement, les exportations moins les importations. Il est logique que nous déduisions les importations, mais que nous ajoutons les exportations. Maintenant, alignons sur l'axe vertical, et dans le même ordre, les industries représentées dans la partie supérieure du tableau. Une colonne de chiffres, associée à une industrie donnée, indique donc des *inputs*, c'est-à-dire des quantités de produits divers absorbés par cette industrie, produits fabriqués par les autres industries.

GRAPHIQUE I

		Secteurs industriels											Demande finale	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Secteurs industriels	1	///												///
	2	///	///	///	///									///
	3	///	///	///	///									///
	4	///	///	///	///									///
	5	///		///	///	///	///	///						///
	6			///	///	///	///	///						///
	7			///	///	///	///	///						///
	8					///	///	///	///	///	///	///		///
	9			///		///	///	///	///	///	///			///
	10		///		///	///	///	///	///	///	///			///
	11				///	///		///	///	///	///	///	///	///
	12	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///	///

## INDUSTRIES MOTRICES ET ÉCONOMIE NATIONALE

Ce tableau nous renseigne-t-il sur les rapports entre industries, du point de vue technologique ?

Bien sûr. Car, la présence d'un coefficient, dans l'un de ces petits carrés, révèle, pour l'industrie concernée, sa dépendance d'une autre industrie. Par conséquent, dans l'hypothèse où tous ces carrés seraient remplis de coefficients, nous serions en présence d'une situation de dépendance mutuelle complète et surtout *directe* de toutes les industries. Toutefois, cela arrive rarement. Dans la réalité, certains carrés ne renferment aucun coefficient. Il n'est pas vrai de dire que chaque industrie consomme des produits de chacun des autres secteurs de production. En fait, l'expérience démontre que seulement un petit pourcentage des carrés d'un tableau d'*input-output* contient des coefficients.

Il existe, en effet, un phénomène connu, chez les économistes, sous le nom de « triangularité ». Il est possible de disposer les industries dans un ordre tel que le tableau des relations inter-industrielles présente les caractéristiques suivantes :

- 1) un certain nombre seulement de ces carrés renferme des coefficients, tandis que les autres sont vides ;
- 2) l'ensemble des carrés non vides décrit un triangle.

Ainsi la production de telle industrie — l'industrie no 1 (cf. graphique 1) — ne serait destinée qu'à la demande finale. Cette industrie s'approvisionne auprès des autres branches d'activité, mais elle ne leur fournit rien en retour. À cet effet, l'industrie du bâtiment constitue un bel exemple : tout à fait orientée vers la demande finale, cette industrie ne fournit rien aux autres dont elle dépend pourtant pour ses *inputs*.

Mais il arrive souvent que des blocs se forment : blocs d'industries inter-dépendantes. Bloc, c'est bien le mot qu'a utilisé le professeur Perroux. Chacune des industries d'un bloc est utile aux autres du même bloc, parce qu'elle leur fournit des *inputs*, tandis qu'elle ne vend rien à celles qui sont exclues de ce bloc. Nous pourrions concevoir plusieurs groupes d'industries de ce genre.

Il ne faut pas croire que nous faisons ici de la théorie pure. Plusieurs économistes — en France surtout, Monsieur Henri Aujac — emploient le procédé de la construction des blocs, parce qu'ils le trouvent très pratique. Il s'agit essentiellement de former des matrices grâce auxquelles on peut déterminer la production requise dans chaque secteur industriel, en présence de besoins globaux ou d'une demande finale donnée. Car, les rapports observés entre les industries à un moment donné, sont un reflet de l'état de la technologie. Nous allons présenter un exemple. Choisissons l'économie du Québec et posons-nous la question suivante.

Quel serait le niveau de production dans chacun des secteurs industriels si la demande finale reflétait uniquement la consommation des ménages, des gouvernements et les investissements internes du Québec, c'est-à-dire si l'économie de cette province était fermée, isolée ?



## INDUSTRIES MOTRICES ET ÉCONOMIE NATIONALE

Pour obtenir une réponse à cette question hypothétique on a seulement à multiplier le « vecteur » représentant cette demande dite interne avec l'inverse de la matrice technologique des coefficients de production de toutes les industries.

Le résultat de tels calculs est représenté sur le graphique II. Puisqu'il s'agit d'une économie fermée, le total obtenu pour chaque industrie mesure automatiquement la production effective. Dans ce cas, l'importance relative des industries est déterminée en fonction de la composition de la demande finale et de la structure technologique de tous les secteurs.

En réalité, l'économie n'est pas fermée. Nous devons ajouter à la demande finale interne le vecteur des exportations. Cela modifie donc notre tableau, c'est-à-dire les dimensions des blocs (cf. graphique III). Certaines industries en bénéficient même si elles n'exportent pas directement elles-mêmes. C'est qu'elles fournissent des *inputs* aux industries exportatrices. Ainsi au Canada, l'exportation de l'aluminium stimule la production de l'électricité. Par conséquent, supprimer les exportations, c'est faire disparaître ces accroissements de production qui, dans l'hypothèse contraire, en seraient résultés.

Mais il faut aussi tenir compte des importations. Aucun pays, même les États-Unis, ne se suffit à lui-même. Les importations permettent à un pays d'économiser des facteurs de production. Par exemple, l'importation de voitures au Canada justifie la réduction de la production canadienne d'automobiles. Conséquemment, l'on réduira également la production d'acier, d'électricité, bref, la production de toutes les industries fournisseurs de matières premières à l'industrie de l'automobile.

Ici encore, chaque bloc en sera affecté, mais dans le sens négatif, comme le montre le graphique IV où le niveau effectif de production est indiqué par le contour foncé. Nous observons habituellement des résultats nets, et ce sont précisément ces résultats nets que la statistique de production nous révèle.

Nous pourrions évoquer l'image du profil de l'économie, par analogie au profil d'une ville. Toutefois, le profil d'une économie n'est pas une ligne brisée en forme de dents de scie. Il reflète des tendances conditionnées par l'assortiment des industries présentes dans l'économie. L'ordre des industries, tel qu'il apparaît sur les graphiques, a été obtenu par la triangulation de la matrice d'*input-output* sur laquelle tous les calculs sont basés.

Le professeur Perroux a mis l'accent sur le problème du choix des industries. Devrait-on, dans un pays en voie de développement par exemple, choisir au hasard des industries à y implanter ? Si l'on procédait ainsi, sans tenir compte des relations inter-industrielles, il s'ensuivrait des frais de transport, la nécessité de recourir à des importations précisément à cause de l'incapacité de certaines industries de répondre aux besoins des autres. Il est donc plus logique de choisir des blocs d'industries. Développer des industries dont les clients se trouvent à l'étranger, n'est pas toujours chose facile. Malheureusement, certaines économies offrent un profil très irrégulier : des industries très développées coexistent avec

d'autres qui le sont peu. Elles rappellent des villes où, à côté de quelques grands bâtiments, figurent de très petites constructions. C'est plutôt le cas des pays sous-développés : en Égypte, l'industrie du coton dans ses contrastes avec les autres branches d'activité, offre un bel exemple. Dans les pays économiquement développés, le profil de l'économie est plus régulier.

On découvre, par cette approche, les différentes étapes du développement économique. C'est de cette façon que j'ai abordé, par exemple, le problème du développement économique du Pérou alors que je tentais d'analyser le plan de croissance de ce pays. En comparant le tableau de l'économie péruvienne, disons en 1965, à celui que l'on prévoyait pour 1970, je pouvais noter des changements de structure, des modifications de profil, qui reflètent le déroulement du processus de développement économique.

Connaissant les coefficients reliant les investissements et la main-d'œuvre à la production, l'on peut construire des blocs et déterminer, pour une demande finale répartie entre la consommation interne, les exportations et les importations, la combinaison de blocs la plus désirable. Évitions de parler de « combinaison optimale ou maximale », étant donné tout ce que cela implique. Mais une chose est sûre : le choix de la combinaison des blocs sera dicté par toutes sortes de considérations, lesquelles ont trait au plein emploi, ou encore à l'indépendance économique vis-à-vis de l'étranger. Il sera peut-être aussi question d'équité, du développement harmonieux des diverses provinces d'un pays. Laissons cette question aux politiciens. Pour notre part, seul le côté technique nous préoccupe, la technique d'élaboration de voies de développement économique, pas forcément « optimal » — parce que le critère d'optimalité n'est pas nécessairement défini en termes purement économiques — mais au moins pratique, c'est-à-dire réalisable.

Revenons aux principes que le professeur Perroux nous a exposés avec tant d'éloquence.

L'avantage de compter des industries interdépendantes ne peut faire l'objet d'un doute. De nos jours, le travail en bloc est voulu par les conditions dans lesquelles se déroule la production. Ainsi, le lancement d'un produit nouveau exige que les clients et les fournisseurs de matières premières soient consultés au préalable, car cela nécessite presque toujours certains ajustements.

Pour conclure, une dernière observation. L'adoption de techniques nouvelles, de nouveaux procédés de fabrication, dérange forcément le tableau d'*input-output*. Prenons le cas, très simple, d'un économiste bâtisseur de modèles, qui aurait conçu un tableau d'*input-output* pour une économie donnée. Cet économiste ne manquerait pas d'y faire apparaître le phénomène de la « triangularité », grâce auquel ses calculs seront simplifiés. Mais, dans dix ans, retrouvera-t-il le même tableau ?

Non. Car, mues par le désir d'accroître leur clientèle, des industries auront lancé de nouveaux produits, introduit de nouveaux rapports entre elles et d'autres

industries, de telle sorte que la triangularité n'existera plus. Toutefois, des forces seront présentes, qui favoriseront la formation de nouveaux blocs et la réapparition de la triangularité. Bref, il faut toujours s'attendre à ce que la triangularité se reforme après qu'elle eût disparu.

De plus, le commerce extérieur offre des solutions à certains problèmes de croissance économique. Ainsi, l'importation est un moyen de remédier à la rareté des facteurs de production dans une région, et l'exportation, un moyen de faciliter l'exploitation des avantages particuliers, naturels ou résultant de développements antérieurs, dans la région considérée. Le rôle effectif du commerce extérieur dans la structure économique d'un pays est représenté dans nos graphiques, par la différence entre le profil industriel de ce pays, et la ligne horizontale caractérisant la condition hypothétique d'isolation économique totale.

### M. F. Perroux

Je remercie Monsieur Léontief de ses intéressants développements. Comme j'ai toujours beaucoup de plaisir à le lire et à l'entendre, j'ai tiré beaucoup de fruits d'une seconde conférence, dont je suis sûr qu'elle est plus significative pour la province de Québec que la première, et, même si je n'en étais pas convaincu, la courtoisie m'imposerait de le penser.

Puisque le dessin semble autorisé, nous allons imaginer un espace banal que nous appellerons, pour la commodité du discours, la nation  $A$ , et une autre nation que nous appellerons la nation  $B$ ; je ne fais pas d'allusion géographique, et mon dessin ne ressemble à rien de concret. Comme nous nous sommes, nous aussi, intéressés aux *blocs d'industries* dont nous a parlé d'une façon particulièrement intéressante notre éminent ami Léontief, nous ajouterons un bloc que nous appellerons le bloc de l'*investissement extérieur direct*. Si nous voulions distinguer  $A$  et  $B$ , il faudrait que nous affirmions qu'il y a des *comparative costs* de  $B$  et des *comparative costs* de  $A$ , ce qui est faux puisqu'il n'y a pas de *comparative costs* pour l'ensemble du prétendu marché national.

Cela étant rappelé:  $A$ , par générosité toute pure, installe un bloc d'investissement sous la forme d'une industrie extractive en  $B$ ; ce bloc d'investissement  $I_b$  est gouverné par le bloc d'investissement  $I_a$ , lequel communique directement avec  $B$  par un circuit d'information technique distribuée à  $B$ , non pas suivant la loi de  $B$ , mais suivant la loi de  $A$ , et non pas pour servir le développement de  $B$ , mais pour servir le développement de  $A$ . De même les profits additionnels de  $B$  sont réintégrés vers  $A$  au lieu de s'investir dans l'espace banal que l'on appelle  $B$ , et du centre  $A$  émanent des ordres pour créer des filiales autour de  $B$ , soit  $I_{b_1}$ ,  $I_{b_2}$ ,  $I_{b_n}$ . Il y a donc des effets d'agglomération en  $B$ , mais ils sont décidés, positivement ou négativement, par  $A$ . On peut alors dire qu'une partie du produit additionnel que l'on enregistre dans les comptes de  $B$ , comme un produit national est soumise à la décision de  $A$ , lequel n'est pas une nation, mais une

grande firme située dans un espace qui peut être un *State Empire*. Je parle bien entendu en termes abstraits, et il n'est pas question de géographie ou d'histoire.

Cela étant bien acquis, si l'on multiplie les expériences de ce genre, on aboutit au problème « grande firme, petite nation », la dimension des deux unités étant mesurée en termes de valeur ajoutée. Ainsi on trouve des firmes françaises dans des pays sous-industrialisés, firmes dont la valeur ajoutée peut être supérieure au produit national de la nation dans laquelle elles exercent une activité. S'il s'agit de nations qui, du point de vue de la valeur ajoutée totale, sont moins inégales, l'effet est moins apparent, mais il n'en est pas moins très réel. Si une fraction importante de l'investissement dans l'espace *B* est représentée par les investissements directs extérieurs de *A*, des conséquences se produisent, qui doivent être étudiées en termes de dimensions comparées de la grande firme, de la petite nation. Si, par exemple, l'espace abstrait *B* éprouvait le besoin de prendre une mesure de régulation de l'action de *Ia* sur *Ib*, on crierait peut-être au protectionnisme, mais il vaudrait mieux examiner les conséquences produites, car de toute façon les niveaux relatifs de protection ne se mesurent pas parfaitement par la statistique et comportent une marge d'indétermination. Et si un ensemble abstrait voulait devenir un peu moins « absorbé », ou un peu plus « intégré », la théorie néo-classique pourrait-elle lui être utile ? Je ne le crois pas. J'ai étudié pendant une trentaine d'années la théorie néo-classique, et je l'admire ; mais je l'admire comme un instrument qu'il est impossible d'utiliser dans la vie pratique. Je m'appuie solidement, pour cette conclusion, sur celle de mon éminent ami G. Haberler, qui, dans les dernières pages de sa petite brochure *Survey of International Trade*, admet l'inutilité de ce type d'analyse pour toute politique concrète. La coupure est absolument nette entre la théorie néo-classique des micro-unités reliées par les prix et par les quantités, et cette théorie des secteurs, des blocs, sur lesquels nous sommes d'accord, quitte à spécifier ensuite la texture, la structure des blocs.

Cela nous conduit à affirmer qu'il existe une interprétation de l'équilibre « Léontievien » qui ne tient pas si l'on admet la théorie des blocs, et qui n'est pas une traduction de l'équilibre Walraso-Paretien, puisque nous avons dans une matrice les résultats bruts de toutes les liaisons existant dans la réalité et non pas seulement des liaisons prix-quantités.

J'en viens à un autre raisonnement. Nous avons, en France, un plan qui n'est pas du tout autoritaire, mais qui s'élabore par une procédure de consultation. Ce plan repose sur quatre équilibres fondamentaux dont l'équilibre entre l'épargne et l'investissement, et entre la production agricole et la production industrielle. La question se pose alors des effets d'entraînement. Est-ce le secteur agricole qui entraîne le secteur industriel, ou l'inverse ? Le troisième équilibre est l'équilibre de l'offre et de la demande de travail, et le dernier équilibre est celui du commerce extérieur. Ici, l'effet d'entraînement triomphe. Si je prends un petit modèle, à deux termes seulement, où les deux unités sont reliées par l'offre et la

demande réciproques, c'est-à-dire que toute offre de A est une demande en B et inversement, et si je suppose que, pour une raison ou pour une autre, l'expansion de OA est bloquée par la dimension de la partie de l'offre qui correspond à une demande extérieure en B, il est évident qu'en introduisant un troisième terme, on introduit la possibilité de croissance additionnelle que représenterait une exportation par rapport à l'ensemble AB. Suivant la structure de OA, l'effet d'entraînement sera plus ou moins grand. D'autres éléments sont à introduire dans le commerce extérieur, notamment l'économie de devises, et la répartition de la croissance entre la croissance par l'exportation et la croissance par la production interne ; enfin il faut distinguer soigneusement les périodes pour dire quelque chose de valable sur l'effet d'entraînement par l'exportation.

Je n'ai pas développé ce point dans mon rapport, puisque j'ai raisonné sur une économie dans laquelle nous n'avons comme secteurs ouverts de la matrice que l'investissement global et la consommation globale. Mais une économie close, si l'on veut rejoindre la réalité, se définit par les centres de décision qui agissent sur elles et que précisément une matrice n'éclairera jamais. De même, si l'on étudie le schéma Bakanik de planification polycentrique, qui admet des pressions de plusieurs centres et non le seul arbitrage de la centrale de planification, il faudrait savoir où sont les centres de décision. À plus forte raison en est-il ainsi lorsque l'on est en présence de combinaisons de plans des grandes firmes en A et en B.

Techniquement, l'industrie dont j'ai parlé est une industrie absolument nouvelle, qui a des rythmes de croissance de l'invention et de l'innovation qui ne sont pas prévisibles. Par exemple, l'industrie aéro-spatiale aux États-Unis dépense en investissement deux fois plus que ce qui était prévu initialement. Ce trait se retrouve dans la plupart des industries absolument nouvelles. S'il en est ainsi, et à supposer qu'initialement nous ayons une loi de transformation non seulement des coefficients techniques, mais de tous les carrés de la matrice, je me demande où nous en serons au bout de la deuxième ou de la troisième période. Cela est d'autant plus vrai que je distingue, dans mon modèle, la période où l'industrie absolument nouvelle agit sans être intégrée à l'industrie moderne, et la période où ses liaisons avec cette industrie se développent.

J'en reviens maintenant à l'interprétation de M. W. Léontief de ce que j'ai dit concernant les économies d'échelle. Je n'ai pas employé le concept d'économie d'échelle, car mon intention est précisément de le dynamiser. J'ai donc étudié pourquoi le produit et la productivité de certaines industries croissent plus que la moyenne, indépendamment de toute influence conjoncturelle, et j'ai tenté de définir les effets cumulatifs de l'industrie de la croissance, et ses effets d'entraînement pour l'ensemble du produit industriel. De même je n'ai pas utilisé la notion d'investissement d'innovation ; en effet, comment s'analyse un investissement nouveau ? Dans les industries absolument nouvelles, nous avons un investissement en choses, c'est-à-dire en machines nouvelles, et un investissement en hommes,

c'est-à-dire en formation de techniciens, par exemple. Nous rencontrons une difficulté d'expression dans une succession dynamique de matrices.

Il me reste à commenter le choix des blocs. M. Léontief admet que nous n'opérons pas sur des produits isolés, ni sur des firmes isolées, mais sur des industries liées, des investissements liés ou des groupes de firmes liées — ce qui aboutit, remarquons-le, à une théorie des profits liés. Si par exemple l'industrie nouvelle de l'atome représente 10 p.c. seulement du chiffre d'affaires d'une grande firme, l'effet d'entraînement par la dimension n'est pas nécessairement petit, car ces grandes firmes agissent comme principales contractantes, dans une structure de macro-unités, avec un grand nombre de firmes sous-contractantes, dont chacune a toute une gamme de produits et de profits liés par unité de produit. C'est donc la stratégie de la firme isolée qui est remise en cause. C'est la raison pour laquelle, à mon sens, l'introduction d'une industrie absolument nouvelle dans mon schéma aboutit à la conclusion qu'il y a très probablement une augmentation de l'investissement. D'où un effet de dimension qui est médiat et non pas immédiat.

Reste un dernier point : celui de l'influence des régimes non concurrentiels sur le prix de l'innovation et du produit. Il est vrai de dire que pour innover, il faut être trois : le vendeur de la nouvelle fonction de production, c'est-à-dire de l'innovation, l'acheteur de l'innovation et l'acheteur du produit. Or les coûts sont évidemment des coûts de monopole ; M. Léontief a montré d'ailleurs que l'un des freinages du développement de l'économie moderne est le quasi-monopole de l'innovation.

Pour conclure, j'aurais voulu demander à M. W. Léontief, en premier lieu, comment il voit la liaison entre les fonctions de production et les étagements successifs de la production dans une hiérarchie verticale, ensuite comment il analyse les liaisons entre les coefficients marginaux de capital dans une succession dynamique ; enfin, je lui demanderai s'il est d'accord sur le principe même de mon analyse.

### **M. W. Léontief**

Je suis entièrement d'accord sur le principe.

### **M. R. Dehem**

Malheureusement, je n'ai pas pu obtenir votre communication avant la séance de cet après-midi. Je vais donc me borner à certaines réflexions d'ordre méthodologique qui m'ont été inspirées par votre exposé. Vous avez dit, au début de votre exposé, que vous vous proposiez de nous soumettre un ensemble conceptuel utilisable pour l'action, et vous avez aussi dit que votre modèle n'avait pas pour but de réaliser une matrice de maximation, mais simplement un mieux dans le futur. Je n'ai pas pu vérifier votre appareil conceptuel ; je suppose qu'il est indiscutable. Il part d'ailleurs d'une identité, n'est-ce pas ?

## INDUSTRIES MOTRICES ET ÉCONOMIE NATIONALE

Alors, je ne conteste pas l'utilité de votre modèle pour expliquer *ex post* le développement de l'économie française ou de toute autre économie. Je veux simplement exprimer ici le désarroi du planificateur du futur devant votre modèle, car comment celui-ci peut-il *ex ante* faire un choix des industries à croissance future, pas à croissance passée. Depuis dix, quinze ans les *growth industries* ont changé. Il y a une dizaine d'années, par exemple, au Canada et aux États-Unis, on pensait que les industries productrices de matières premières avaient un immense avenir.

Votre modèle fait abstraction des prix, des rentabilités. Il ne met pas en évidence les instruments d'action. Il ne montre pas comment le planificateur peut choisir ces industries d'avenir et comment il doit intervenir pour promouvoir le meilleur développement possible. Vous avez, à l'occasion, lancé une pointe contre la théorie des coûts comparatifs. Je suis d'accord pour dire que, interprétée d'une certaine façon, cette théorie n'explique rien. Mais par quelle théorie proposez-vous de la remplacer ? Ou bien, pensez-vous que votre théorie des effets d'entraînement puisse se substituer à la théorie des coûts comparatifs, et pensez-vous que, par exemple, la province de Québec, ou n'importe quelle autre province, où n'importe quel autre petit pays du monde, puisse s'inspirer des effets d'entraînement observés en France, ailleurs en Europe ou aux États-Unis, pour pouvoir amorcer un développement avec quelque espoir de succès ?

Enfin, mon intervention se borne à mettre en garde contre l'effet d'illusion de modèles importés : ce qui est vrai dans certains types de pays peut être extrêmement dangereux, et parfois catastrophique dans d'autres types de pays. D'ailleurs, l'intervention de M. Léontief, je pense, a contribué considérablement à montrer la portée pratique de votre modèle théorique.

### M. F. Perroux

Je remercie mon ami et collègue R. Dehem, et je vais lui répondre.

La première objection est que mon modèle fonctionne *ex post*, mais qu'*ex ante* il ne donne pas de renseignements au planificateur. S'il marche *ex post*, j'en suis fort heureux, car alors il apporte quelque chose d'assez nouveau. Jusqu'à présent, nous avons deux appareils d'analyse pour étudier les modifications longues de la structure des produits nationaux. Le premier est le schéma Kondratieff-Schumpeter ; sans en présenter une critique détaillée, je ne crois pas qu'il soit utilisable. Le deuxième nous est donné par notre collègue Rostow avec ses « *development stages* ». Mais la période de développement, telle que je la définis, n'a aucun rapport avec la sienne. Il utilise des secteurs sans les hiérarchiser, et sans chercher les effets d'entraînement. C'est le contraire que j'ai tenté. Nous n'avons pas fait de vérifications expérimentales, ni d'applications sur les séries longues, mais je crois qu'on en peut tirer quelque chose.

Cependant, dites-vous, on n'en tire rien pour la planification. Je ne le crois pas. La question est celle-ci : peut-on tirer d'une collection de matrices une planifica-

tion ? Certes, les matrices nous rendent de grands services pour passer d'un objectif désiré de consommation à un produit intermédiaire ; elles nous rendent encore de très grands services pour figurer des évolutions possibles, mais je ne crois pas que l'on puisse, à l'aide du procédé matriciel, aller beaucoup plus loin dans une planification détaillée. C'est la question même que soulevait M. Léontief. Si nous voulons introduire un bloc d'investissements, où allons-nous l'introduire ?

Je développe actuellement deux petits modèles au Collège de France, en marquant, dans une première élaboration, le nombre des cheminements possibles, et en observant que le milieu de propagation est lui-même dynamique, c'est-à-dire que la situation normale est une situation de déséquilibre partiel qui résulte d'ajustements entre des équilibres partiels. Pas plus dans mon modèle que dans un autre on ne peut tenir un compte exact des modifications des prix. La vraie question est de savoir si, pour une période déterminée, ou bien en considérant plusieurs périodes déterminées, le système tend à la stabilité. Ça ne nous permet pas de dire, bien entendu, où nous allons placer les nouveaux investissements.

Il y a deux façons de faire une programmation : on part des grands agrégats pour aller aux petits agrégats, ou on part des petits agrégats pour aller aux grands agrégats. La méthode qui consiste à partir des grands agrégats pour aller aux petits, est la méthode utilisée en France. Elle suppose, une fois le calcul fait sur l'investissement possible, la répartition entre les secteurs de cet investissement additionnel. On revient au coefficient sectoriel de capital et au problème de la liaison entre les  $\frac{I}{k}$  sectoriels et les  $e$  sectoriels. La deuxième méthode est la méthode des cartes de R. Frisch, qui consiste à intégrer une matrice exprimant l'économie actuelle dans une matrice des possibles. Dans cette méthode, on ne peut pas se dispenser d'étudier les effets d'entraînement des nouveaux plans d'investissement introduits dans la matrice des possibles. Je ne vois donc pas qu'il y ait d'autre méthode que celle que j'ai suggérée, à savoir l'étude des effets de propagation. En affectant chacun des accroissements entraînés par l'investissement nouveau d'un coefficient temporel, on obtient un calcul grossier des effets en cascade de l'investissement.

Pour étudier les relations entre plusieurs fonctions de production M. Leroux a proposé des solutions intéressantes pour les pays sous-développés, de même que M. Salmons à l'I.S.E.A. Mais cela ne nous donne pas la loi des successions des matrices, ou bien des coefficients techniques dans des matrices successives, pas plus que cela ne donne la loi de succession des effets de prix qui sont intégrés d'une façon extrêmement sommaire dans le modèle Thionet ; ce modèle est remarquable mais ne prétend pas résoudre tout le problème. Quant au deuxième point, ou bien vous admettez qu'il y a des coûts comparatifs en termes généraux et néo-classiques pour l'« Amérique » et le « Canada », par exemple, auquel cas nous ne sommes pas d'accord, ou bien vous admettez que, pour rendre compte de la situa-

tion réelle, vous procédez par coûts comparatifs sectoriels, et alors nous sommes d'accord.

### Mrs. K. Levitt

I am very honoured to have been asked to comment on the stimulating presentation of Mr François Perroux. Mr Perroux is outstanding among those economists who have explored the relationship between structural change and the process of economic growth. His work is thus of very great interest to development in countries or in regions which suffer from the retarding wake of the cumulative process which tends to generate growth in precisely those economies which already have the most advanced technology and the highest growth rates.

There are, of course, many important differences between the case of the region and the case of the country. A region is a totally open economy within a country. As a community, the region is severely limited in the means it can devise to close the gap in relative growth rates. On the other hand, such a region can gain relief by out-migration of persons. It can, also through the political process, press for a social redistribution of incomes within the country. Furthermore, it can benefit from a national policy of deliberately encouraging faster industrialization of retarded regions such as is practised today in France, England and other countries.

The case of the under-developed country is different. Such countries cannot, in general, relieve the situation by out-migration of people. Nor is there any international counterpart to income equalization by governmental redistribution such as is found within the boundaries of one country. These countries can break out of the vicious circle of under-development and slower growth rates only by adopting some form of development planning to effect radical structural changes in their economies. It is a fact that such development plans generally put strong emphasis on speeding the growth of the domestic industrial sector by means of tariff protection, credit and exchange control and other forms of governmental incentives and intervention. The conclusions which derive from Mr Perroux's analysis of the relationship between structure and growth lend support to such development policies.

In the closing sentences of his paper, Professor Perroux apologizes for the simplicity of the model which is presented on the grounds that more rigorous and quantitative inter-industrial decision models, capable of indicating the best policy in the case where alternative structural changes are contemplated, have not yet been devised. This is true. No model has been developed which can adequately deal with the « *effets d'entraînement* » — the « propelling effects » — of the growth industries on the industries which supply their inputs or use their outputs. Professor Ragnar Frisch has probably made the most ambitious effort to build an econometric decision model which is capable, in theory at least, of yielding maximization results in the case of the « structural break ». He would probably be

the first to admit that these models are not likely to be operationally useful in macro-economic planning for a long time to come.

In the meantime, it seems to me to be both sensible and scientific to attack the subject step by step in the manner in which Professor Perroux has done. He concentrates on the pull and push exerted by the growth industries or « backward and forward linkages » to use Professor Hirschman's convenient terminology. « Backward linkage » means that expansion in one industry creates demand for the industries which supply it. This is a « derived » demand and can best be studied by an input-output table. In this way an economy which has much industrial inter-dependence can transmit growth from one sector to another, subject to the absence of bottlenecks in the form of resource constraints or balance-of-payments difficulties arising from the import content of some of sectors involved. Thus the growth industries may stimulate productivity increases in other sectors, which now face expanded markets. This could come about through economies of scale, or through the challenge to overcome obstacles in expanding production for a growing market. One aspect of planning for structural change would thus be the effort to establish sufficient industrial inter-dependence within an economy to benefit from the workings of the industrial matrix multiplier.

Let us then turn to the other case — the case of « forward linkage ». Here Professor Perroux argues that the expansion of the growth industries will lead to expansion in industries which use the outputs of these growth industries. But this can occur, surely, only if these outputs are now cheaper, or of better quality, or of a new type. The mere establishment of a steel mill will not produce a complex of engineering industries in the same automatic way in which it will produce an increase on the demand for iron ore. A deliberate strategy of growth by forward linkage necessarily sets up the challenge of technological improvement and innovation. Successful efforts to increase the degree of processing of raw materials generally call for the prior solution of technological and marketing problems. Development by cheaper electricity implies efforts to find methods of producing cheaper electricity and then implies further efforts to design and produce products which can benefit from the availability of cheaper energy — and then to find the markets for them. In a sense, the strategy of development by forward linkage consists of creating the modern industrial infrastructure which will lead to the development of other modern industries in which the rate of productivity increases by technological progress is potentially very high, precisely because they are new and modern. Many countries which have been subjected to the pressure of finding new technology, new products and new markets because of scarcity of natural resources in relation to population (Switzerland, Japan) or because of political boycott (U.S.S.R.) have emerged with a complex of modern industries which have enabled them to gain from the cumulative advantage of a high level of technology.

We thus observe that an increase in industrial interdependence and a situation

in which a country is forced to seek means of raising productivity by the exercise of technological innovation are favourable to growth.

Backward linkage in an economy which is very open to foreign trade will not necessarily generate demand for domestic output. The first result may be a great increase in imports. It is only when some of these imports are blocked by means of a tariff or some other selective import restriction, that it becomes possible to transform the domestic structure of production. Such a situation sets up a pressure for productivity increase unless the country is willing forever to pay the costs of these trade restrictions in the form of more expensive domestic production. This argument really comes down to a strategy of deliberately subjecting an economy to a certain amount of stress in order to force technological progress and productivity increases and to build a modern industrial sector which can offer possibilities of rapid cumulative growth. Without some interference in the established pattern of international trade, the advanced countries will continue forever to benefit from the cumulative advantages of the historical sequencing of industrialization and the location of modern growth industries in the advanced countries.

The contribution of Professor Perroux is important. It is many times more relevant to our understanding of the dynamics of the growth process than elegant growth models where highly aggregated production functions are developed with various degrees of sophistication to yield complicated stability conditions. These models deal with homogeneous output — an absurdity ; homogeneous capital — an even more elusive absurdity ; and uniform rates of technological progress. The essence of growth is after all the ability of an economy to translate savings — resources not used for consumption — into an increase in the capacity to produce goods and services which can find a market and yield high incomes. At the heart of this process is the collective ability of the economy to innovate, to organize and to re-organize. A more sophisticated economic structure both requires and nurtures the technological, scientific and organizational « know-how » which is part of the secret of success of the advanced countries.

Professor Perroux and others such as Leontief, Chenery and Hirschman who have concerned themselves with the relationship of structural change to growth are good antidote to the simple-minded use of comparative advantage models which will always tell you that new industry should be located where modern industry already is — and the result is a widening of the gap between the rich and the poor countries, and the perpetuation of the economic and technological dependence of the latter on the former.

The case of Canada is interesting in this context. We have benefitted greatly from our ability to supply the growth industries first of Britain and more recently, of the United States, with their inputs. We have been able to do this because we are fortunate in having great natural wealth. The inputs are extracted efficiently by U.S. corporations using modern technologies developed in the United States.

## L'ACTUALITÉ ÉCONOMIQUE

We have benefitted from the derived growth of the U.S. economy. This growth has spread into other sectors by backward linkage and by the rising level of consumer spending. But can it go on forever? What will happen to a national economy — even one rich in resources — if it does not have indigenous technical dynamism and if it has lost the tradition of industrial innovation?

I would not like to be misunderstood on the matter of macro-economic models. These are indispensable to economic planning. Further, the growth models which were referred to are not useless because they are mathematical but because they are far too crude and aggregated. We do need macro-economic policy decision models which will help us to see how to allocate scarce resources — but these models must take into account the technological and institutional framework of the economy, as well as the behavioural pattern of the important decision-making units in the economy. Extended national transaction accounting tables which can aid planners in balancing the projected supply and demand of the main industrial outputs; of the supply and demand for specific types of skilled labour; of savings and investment; of foreign exchange earnings plus inward capital flows and the level of required imports, visible and invisible — these are not only useful, but essential.

This raises the only substantial criticism I would like to make of the presentation of Mr Perroux. It is the assumption that equality of aggregate savings with the sum of proposed investment expenditure is sufficient to ensure consistency here. This pre-supposes a perfect capital market. This assumption is not valid in advanced countries and even less valid in under-developed ones. There is first the practice of the re-investments of retained earnings. Business savings of the important growth industries — and these are by and large the industries which are able to accumulate retained earnings — are not freely disposable throughout the economy. They are, to a large degree, earmarked for re-investment into these same industries. (This is, incidentally, yet another aspect of cumulative growth). Even personal savings are not freely available to all sectors. The bulk of these are in the form of institutional savings and the financial intermediaries who control these savings have established patterns of investment. Thus econometric projections may yield an *aggregate* level of savings sufficient to finance planned investments and yet certain types of investment expenditures may experience severe difficulties of finding finance. This then raises the need for policy intervention in the capital market to ensure that the selected or desired investment projects can in fact be financed.

A similar point could be made about the assumption that equality of the estimated sum of domestic savings and capital inflows with proposed domestic investment expenditures is a sufficient condition to ensure consistency of programming. Here again such an aggregated approach ignores the fact that a certain set of investment projects may require a larger volume of imports than some other set of equal aggregate value. In other words, while available foreign

funds over and above those earned in foreign trade can substitute for domestic savings, the reverse is not wholly true. To make a consistent plan, the planners must proceed by sectoral projections and must consider the balance of payments as an independent and separate constraint from the savings-investment constraints. It is quite conceivable that a country has a sufficient volume of *ex ante* domestic savings to cover its investment plans, but is yet unable to realize them because the needed foreign exchange requirements exceed the available supply. This problem is further aggravated when capital inflows — commercial or non-commercial — are tied to specific sources of supply in terms of currencies and commodities.

All this points up the importance of multi-sectoral macro-economic models which can take into account all the important technological, and institutional relationships and all the constraints which affect the network of income flows and the feasibility of alternate strategies of development.

Professor Perroux and all other economists who concern themselves with the relationship between growth and structure are working in one of the most difficult areas of economics — where there is need to bring to bear a combination of logical consistency, reference to statistical observation and, above all, a sense of economic history. If the result is not neat, tidy and elegant, it has the compensating merit of being highly meaningful.

### **M. F. Perroux**

*I thank you very much for the very generous comments and the stimulating criticism of my lecture. It is important indeed to recognize that development poles or propulsive industries are the very origin of growth and development in the so-called developed countries. This kind of interpretation is directly opposed to the interpretation in terms of general equilibrium. I fully agree with the general line of the analysis that you just adopted and I thank you.*

J'ajoute quelques commentaires sur un texte important pour lequel je remercie beaucoup madame Levitt. Le seul point sur lequel il y ait une critique implicite, c'est qu'au fond nous n'avons pas de modèle de maximation pour des modèles de croissance décomposés sectoriellement. C'est absolument exact. Mais nous y tendons. Nous devrions avoir, si l'économie est décomposée en  $n$  secteurs, les secteurs étant technologiquement connus, une formule de maximation du produit total en fonction du taux d'accroissement des différents secteurs. La maximation du produit n'est pas en elle-même un objectif justifiable à lui seul ; nous devons aussi en examiner la structure au cours d'une période, puisque nous avons décomposé le produit en masse salariale d'une part, et masse des profits de l'autre. Une décomposition de structure est encore plus indispensable si on tient compte de ce principe du renouvellement optimum de l'économie nationale. On peut aussi exprimer la maximation du produit en terme de secteurs localisés, les deux expressions étant :

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta S_1}{S} + \frac{\Delta S_2}{S} + \dots + \frac{\Delta S_n}{S_n},$$

$$\text{et } \frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta R_1}{R_1} + \frac{\Delta R_2}{R_2} + \dots + \frac{\Delta R_n}{R_n}$$

Mais une fois les deux maximations calculées à partir de ces expressions, il resterait à savoir si elles sont compatibles entre elles. Par conséquent, il est exact de dire que nous n'avons pas encore de maximations sectorielles explicitées. Nous sommes, dans la planification française, obligés de nous poser ce problème. Lorsque nous parlons de la compatibilité de fonctions exprimant une maximation, nous posons tout le problème du régionalisme, et, par conséquent, nous posons tout le problème de la nation. Allons-nous maximiser en tenant compte des régions comprises dans l'hexagone français, ou bien en tenant compte des régions beaucoup plus réelles de l'industrie européenne ? Ce point est également important dans les pays sous-développés. En Argentine, le grand Buenos-Aires contient le tiers de la population du pays. C'est une espèce de quasi-nation dans une économie mal intégrée. De même Lima et son port forment un tout intégré, qui contient environ 65 p.c. des travailleurs de l'industrie du Pérou, environ 70 p.c. des dépôts en banque. Ce sont donc la notion même de nation et la notion même de commerce international qui sont remises en question. Dans les calculs que nous sommes obligés de faire, dans la pratique un peu éclairée par l'analyse à laquelle nous nous livrons, nous rencontrons ce problème des maxima liés à partir d'un calcul de maximations hétérogènes, la seule homogénéité étant celle de la notion de produit de l'industrie ou de produit de la région. Ce produit est homogène, du point de vue de l'écriture, car on peut toujours trouver une valeur ajoutée, et on peut toujours multiplier une quantité par un prix, mais il n'est pas homogène du point de vue conceptuel. D'où des difficultés très sérieuses.

### Mr. B.-S. Keirstead

I want to speak to the point of Professor Perroux's paper, and I do so with pleasure: This was a fine paper. If I appear critical, it is only that I wish to be brief, and I suppose it is best to make the critical points that I wish to make as briefly as possible.

For one thing, I think it desirable to keep the matrices tables as simple as possible. I am sorry that Professor Leontief is not here; I know he disagrees with me on this and it is rather unfair to make the point in his absence, but I shall make it nevertheless. I have in mind the work done by Dr. O'Loughlin in the West Indian Islands, where the matrices tables consist of not more than five industrial categories.

If Professor Leontief were here to-day I should challenge him on the grounds of the usefulness of his tables. I think we owe an enormous debt to Professor

Leontief. I think his tables are useful, but they are static, entirely static, and they are useful for planning only if they are kept up to date. And the more complex they are, the more difficult they are to keep up to date, and the less they are kept up to date, the less useful they are for any kind of planning. Consequently, I think the very simple tables set up by Dr. O'Loughlin are far more useful than complex tables which we can prepare, in Canada, once every ten years.

Now, if I may bring this first part of my remarks directly to Professor Perroux's paper, I think that Professor Perroux is doing the very opposite of what ought to be done. He is preparing a table with a great number of industries. He is going into what Professor Leontief called the complexity of the tables. This is permissible theoretically, but it is not going to get us anywhere in practice.

I will now move to my second and concluding point. A model which reflects what, in the English language we have come to call autonomous investment and induced investment, is, generally speaking, an adequate model for planning economic development. But I think the evidence now is clear : the growth sector of the economy is the public sector. This, Professor Perroux rules out of his analysis ; I am sure it is not because he neglects it, it is because he wishes to make an analysis of those things that happened in the private sector. For anyone who is studying growth, however, the public sector has become of prime importance.

I think that it is all I have to say, Mr. Chairman. In brief, I think we could do with simpler models and I think we cannot neglect the public sector which, I think, is the prime growth sector in our economy.

### **M. F. Perroux**

Je veux réaffirmer d'abord toute ma joie de pouvoir travailler avec mon ami et éminent collègue Keirstead, et avec l'Université de Toronto, où nous comptons de grands collègues : Vincent Bladen, Eastman, et où nous comptons un grand collègue, Stefan Stykolt, qui malheureusement a disparu.

Je saisis cette occasion pour reprendre en premier lieu l'analyse du rôle de l'analyse matricielle dans la planification en général. Je préciserai ensuite, en réponse à la critique de M. Keirstead, que j'admets complètement, l'essentiel de mes efforts pour élaborer une théorie de la propagation. En troisième lieu, je dirai ma façon de voir sur ce qu'on appelle les modèles globaux.

Le premier point est l'utilisation pratique de l'analyse matricielle pour la planification. Mon accord est total avec M. Keirstead. Deux questions se posent : qu'est-ce que les matrices procurent au planificateur ? que devraient procurer les matrices pour une bonne programmation ?

À la première question, la réponse est qu'elles procurent d'abord le moyen de passer de l'accroissement d'un produit terminal au calcul des produits inter-

## L'ACTUALITÉ ÉCONOMIQUE

médiaires nécessaires pour obtenir cet accroissement, soit par la méthode de l'itération, soit par la méthode de l'inversion de la matrice, à partir des propriétés de la matrice unité. En second lieu, on peut insérer une opération, techniquement déterminée dans une matrice dont les coefficients techniques sont connus. Enfin, on peut utiliser une matrice comme un tableau de questions sur les propagations possibles. Pour ce faire, nous avons le choix entre trois types de garde-fou : les équations générales de l'interdépendance de type Walraso-Paretien — mais il n'y a pas dans le monde moderne dynamique, que des liaisons quantités-prix, et par conséquent ce n'est pas parfait ; les équilibres macro-économiques de Keynes — mais ces équilibres sont des équilibres de macro-quantités statistiques, et non pas théoriques ; le troisième garde-fou est la matrice, mais une matrice reste essentiellement statique. Donc nos gardes-fous ne sont pas appropriés à la dynamique.

Examinons maintenant ce que la matrice ne peut pas nous donner. D'abord elle ne donne pas les centres de décision, et seule une étude extérieure à la matrice nous les fera connaître. C'est important si on admet que la planification dépend de centres de décision multiples, collectifs. Ensuite, la matrice ne donne pas de renseignements sur les liaisons par des variables qui ne sont pas explicitées dans la matrice, par exemple les liaisons de participation financière, de cartellisation, etc. Les unités indépendantes du point de vue de la lecture de la matrice ne le sont donc pas en réalité, et on rejoint les difficultés concernant les centres de décision. D'autre part, dans un grand nombre de matrices, les valeurs ajoutées que nous lisons dans le troisième cadran de la matrice ne sont pas en liaison organique structurelle nécessaire avec le reste de la matrice. On peut, bien entendu, introduire une telle liaison. Aussi, dans la planification française, on calcule des prévisions de croissance de branches, ou on déduit des prévisions de croissance de main-d'œuvre par branches. Une autre méthode consisterait à établir une liaison numérique mathématique entre les produits intermédiaires de chaque colonne et la totalité du reste de la matrice. Une troisième lacune de la matrice est que nous ne connaissons pas les cheminements des « stimuli » concrets, c'est-à-dire les itinéraires de propagation.

J'ai, hier, présenté un modèle ultra-simple, en trois équations, où un accroissement de la demande pris comme stimulus provoque un accroissement de la production, un accroissement de l'importation et une décroissance des stocks. J'ai donc décrit les conditions dans lesquelles une propagation se fait pour un stimulus — l'augmentation de la demande ; c'est-à-dire que j'ai supposé que pendant la période 1962 par exemple, il y a un stimulus qui est ou bien une augmentation de la demande de consommation qui se produit spontanément, ou bien une augmentation voulue de la demande de consommation, résultant d'une action de l'État sur le pouvoir d'achat. Dans les deux cas, nous n'aurons pas les mêmes réactions. Cependant on n'a pas le droit, dans une structure concrète, de prendre un stimulus isolé. Logiquement nous devrions déterminer des influences complexes

des stimuli, c'est-à-dire écrire des systèmes liés d'équations dont les premiers termes seraient des  $\sum_a^n B_j$ , les autres termes étant des  $\sum_a^n B_i$  et des  $\sum_a^n \Delta X$ .

Les actions des stimuli seraient ainsi distinguées opérationnellement, conceptuellement et abstraitement dans un système d'équations fort simples, comme toutes celles dont on use dans la planification réelle, et qui relèvent de la mathématique matricielle élémentaire. La loi de combinaison de l'action de ces stimuli est la loi des propagations complexes d'effets eux-mêmes complexes, et nous ne connaissons pas cette loi.

Je passe maintenant à la quatrième lacune de l'analyse matricielle, c'est-à-dire au problème du passage d'une matrice 1961, par exemple, à une matrice 1962. Intuitivement, on conçoit qu'il existe une pluralité de cheminements possibles, et on peut chercher, en se donnant des contraintes et des déterminations, quels sont les cheminements les plus probables.

Or, je ne connais pas, pour le moment, d'études approfondies sur la variation des coefficients qui puissent donner la certitude que la modification des coefficients posés dans une matrice correspondra, si peu ou si mal que ce soit, à la modification des coefficients réels dans le temps. C'est pourquoi nous procédons à des projections aussi bonnes qu'il est possible de comptes équilibrés, c'est-à-dire d'instruments qui nous permettront de mesurer des déséquilibres supportables. En ce qui me concerne, la croissance m'apparaît comme un ensemble des déséquilibres supportables.

Voilà donc un premier usage de la matrice pour le planificateur, la matrice, très statique, est donc un instrument utile, mais dont il ne faut pas exagérer la portée pour la planification.

Mon ami et collègue me dit qu'il ne faut pas être trop complexe. J'en suis absolument d'accord. C'est pourquoi j'ai donné dans mon exposé deux modélisations qui sont d'une grande simplicité, mais tout de même un peu moins simples que d'autres modèles auxquels je vais arriver. Le malheur est que l'économie réelle n'est pas simple ; notamment la pluralité des stimuli agissant simultanément est un fait, et la pluralité d'objectifs dans l'analyse opérationnelle est un autre fait. C'est la faiblesse de l'analyse opérationnelle. La pondération des objectifs multiples implique un certain bluff, et ne donne dans la pratique que des illusions — lesquelles peuvent cependant être un moyen du gouvernement.

Quelle est alors la réalité que nous devrions modéliser ? L'apparition d'industries fondamentalement nouvelles, comme l'atome et l'espace, l'électronique, les plastiques, est de portée considérable. C'est peut-être simpliste, mais ce l'est moins qu'une fonction globale de production, ou qu'un coefficient d'innovation dans un investissement, ou que l'affectation à un investissement donné d'un coefficient d'augmentation du produit, c'est-à-dire d'une sorte de multiplicateur.

Revenons au troisième point, qui nous donnera l'occasion de discuter avec Mme Levitt de l'Université McGill, laquelle m'a fait remarquer, et je l'en remercie, une ambiguïté dans l'épargne totale : l'élément à prendre en considération est surtout l'épargne sur le profit ; j'admets pleinement cette réserve, qui ne change pas fondamentalement mon analyse ; de même, il est très intéressant de constater la propension à plusieurs sortes d'épargne, mais c'est à peu près impossible à calculer.

La deuxième remarque concerne la simplicité des modèles. Madame Levitt a critiqué avec beaucoup de netteté les modèles du type Harrod-Domar. Je suis absolument d'accord avec ce qu'elle a dit ; ainsi un coefficient de capital calculé pour un pays sous-développé n'a pratiquement pas de sens, et si par exemple on calcule un coefficient de capital pour l'Argentine, pays inarticulé, à zones de développement très différentes, on fait une opération comptable, mais on ne fait rien de réel.

J'ai de plus contre ces modèles une objection fondamentale, qui s'appuie sur leur caractère implicitement normatif.

En conclusion, disons que la propagation d'un stimulus ou d'un effet est le lieu géométrique de nos difficultés, et qu'elle n'est pas facile à exprimer en termes matriciels ; c'est aussi le lieu géométrique de nos succès possibles dans une économie peu développée, où il s'agit de savoir comment les effets d'investissement se propagent.

### **Mr. B.-S. Keirstead**

The Chairman has generously given me an opportunity to reply. I think Prof. Perroux did not reply to my point about the importance of the public sector of the economy ; and from studies I have seen, which have been done in this country, the public sector is a growth sector. In his remarks to-day, Professor Perroux has introduced or re-introduced the concept of decision-making and of entrepreneurial savings. I would like to say a few words on these new points. We have had a great deal of talk about decision-making in recent literature. I, myself, like to make distinctions between the decision-making process in which one accumulates all the data one can, and in which, of course, the data, if they are complete enough, determine the decision, and what in English I would call : « making up my mind », that is, taking a decision. When the data are adequate, taking a decision follows fairly naturally from the decision-making process. When the data are not adequate and there is uncertainty, taking a decision is a particular act of will. Just what its nature is, I don't know. Professor Shackle has called it « intuitive » and since I don't know what « intuitive » means, I am rather inclined to back away from Professor Shackle on this. Father Lonergan has called it « insight ». And by this he means perception of necessary relations. That is closer to a definition of the decision than any other that I know. The decision having been taken, the entrepreneur looks for profit as a measure of his

## INDUSTRIES MOTRICES ET ÉCONOMIE NATIONALE

skill in his professional activity rather than as a financial reward. And when Professor Perroux speaks of the division of profits from entrepreneurial activity, I think we have to accept the fact that the entrepreneur is not interested in the mass of profits, except as they measure his own skill. The profits distributed in dividends are very frequently distributed as wages: a process of collective bargaining between the shareholders and the entrepreneur, with the minimum amount possible going out to shareholders. Consequently, entrepreneurial re-investment is forced saving. And I think that most savings to-day are forced savings. Saving is done by the State, by fixed pension plans, fixed insurance plans, and when you cannot do it any other way, you do it by inflation. Thus, the savings necessary to provide the new investment for growth are primarily determined by the State itself, or if not, by entrepreneurial decisions over which, not only the public, but even the stockholders, have no control.