

**institut de
recherche sur
l'économie de
l'éducation**

centre national de la
recherche scientifique

jean perrot

PROGRAMMATION LINEAIRE et PLANIFICATION de L'EDUCATION

faculté de science économique et de gestion

4, boulevard gabriel 21 dijon tél. (80) 30 66 42

JEAN PERROT

PROGRAMMATION LINEAIRE
ET PLANIFICATION DE L'EDUCATION

MAI 1974

CAHIER DE L'I.R.E.D.U. N° 9

INTRODUCTION

La découverte, à la fin des années 1950, d'un résidu dans la croissance du revenu national qui ne pouvait être expliqué par les facteurs de production conventionnellement retenus, entraîna les économistes à considérer l'augmentation du Capital Humain comme un des facteurs omis. L'éducation incorporée à l'homme devenait de ce fait, un facteur de production au même titre que le capital et le travail. On vit là une bonne solution aux problèmes des pays en voie de développement, pauvres en facteurs de production conventionnels. Cependant, le développement de l'éducation demande du temps et des moyens. La combinaison de ces deux éléments poussa les économistes à planifier ce développement ; les ressources étant limitées, les bénéfices des investissements consentis au développement de l'éducation ne devaient pas être inférieurs aux sommes engagées.

Dans les pays développés, le problème apparaît différemment : la contrainte sur les ressources est beaucoup plus lâche, mais il semble par contre que l'on ne sache pas très bien sur quels critères effectuer leur répartition. En d'autres termes, on se demande si certains types d'éducation, parce qu'ils correspondent plus à une consommation qu'à un investissement, ont une rentabilité suffisante.

Un premier problème consiste donc à mesurer la rentabilité des ressources que l'on affecte au système éducatif et notamment à l'intérieur de ce système, la rentabilité de chaque niveau d'éducation. Ce n'est que lorsque les réponses à ce problème seront connues que l'on pourra suivre une politique conforme à une allocation optimale des ressources à l'intérieur du système éducatif en un premier stade, et au niveau de l'ensemble de l'économie ensuite. Il fallait donc que les économistes se forgent des outils pour mesurer les effets économiques de l'éducation.

La première méthode consista à développer les modèles mêmes qui avaient mis en évidence le résidu. On part d'une fonction de production COBB-DOUGLAS classique et l'on va intégrer, suivant différentes variantes, le progrès technique supposé dû à l'éducation (1). Les difficultés de vérification empirique de ces fonctions les ont rendues pratiquement non opérationnelles (2). Parallèlement, une autre méthode de développement, ayant comme chefs de file G.S. BECKER, T. SCHULTZ, M. BLAUG... On mesure les effets de l'éducation par les revenus qu'elle procure. L'éducation est alors considérée comme un investissement : on envisage les coûts entraînés et les bénéfices escomptés. Cette analyse "coût-bénéfice" permet de dégager, suivant certaines hypothèses, un taux interne de rendement mesurant la rentabilité des dépenses engagées.

Cette dernière analyse est critiquable sous de nombreux aspects : nous en envisagerons plusieurs dans la première partie de cette étude. Mais elle l'est surtout, à cause de l'hypothèse établissant que les salaires sont une mesure adéquate de la productivité marginale du travail. Cette hypothèse n'est pas contraignante tant que l'on reste sur un plan individuel. Notre but, ne l'oublions pas, consiste à mesurer la rentabilité de l'éducation au plan de la collectivité. Est-il alors permis de transposer l'analyse coût-bénéfice individuelle au niveau de la collectivité sans changer cette hypothèse ? Supposition devrait alors être faite que nous nous situons dans une économie de concurrence pure et parfaite. Est-il encore possible à un homme de bonne foi d'émettre une telle supposition ? Si nous voulions conserver l'analyse coût-bénéfice comme guide d'une politique rationnelle de l'éducation, il fallait donc remédier à ce problème.

(1) Les ouvrages sur cette question sont nombreux : voir notamment E. DENISON : *"La mesure de la contribution de l'enseignement à la croissance économique"* - in OCDE - Le Facteur résiduel et le Progrès économique - 1964.

(2) Cf. à ce sujet les controverses célèbres entre E. DENISON d'une part et JORGENSON et GRILICHES d'autre part.

Nous avons emprunté pour ce faire la méthode qu'utilise G. PSACHAROPOULOS dans une étude publiée en 1968 intitulée : *"An economic analysis of labour skill requirements in Greece - 1954-1965"*. La démarche consiste à établir un modèle de programmation linéaire fournissant des "salaires fantômes" mesurant les contributions marginales au produit des différents types de qualification. Ces prix-salaires fantômes sont alors de véritables prix d'équilibre puisqu'ils conduisent à l'optimum collectif. Constituant une mesure adéquate de la productivité marginale sociale, ils peuvent être introduits comme mesure des bénéfices dans la méthode du taux de rendement interne. Des taux fictifs pourront alors être calculés et ce seront eux qui permettront une direction rationnelle de l'éducation.

Un sens d'orientation est donc donné à la politique d'éducation : le planificateur a déterminé quelles étaient les filières d'enseignement à développer du point de vue d'un critère de rationalité économique. Or cette détermination a été effectuée sur des observations passées. Est-il possible de supposer l'avenir semblable au passé ? En d'autres termes, il faut considérer si les types d'éducation que l'on veut développer seront rentables à long terme. En effet, rien ne servira de développer l'enseignement général classique jugé rentable par exemple, s'il est prouvé que dans l'avenir, les besoins en ces diplômes vont diminuer. Un deuxième problème apparaissait donc : quelles vont être la structure et le niveau de l'emploi dans le futur ?

Les économistes établirent des modèles de prévision d'emploi. Les tentatives sont nombreuses (1). La démarche empruntée est presque toujours la même : on part de la structure professionnelle existante que l'on extrapole en introduisant des coefficients de correction pour tenir compte de l'évolution de certains facteurs. Nous emprunterons là encore le modèle de G. PSACHAROPOULOS. Ce modèle a en effet le mérite de relier les prévisions d'emploi au système productif en introduisant notamment la

(1) En France, ces prévisions sont établies notamment dans le cadre du Plan.

demande intermédiaire comme variable affectant l'emploi et non pas seulement le montant de la production comme il est souvent fait (1). Ce modèle permettra donc de connaître les besoins en emploi par type de catégorie socio-professionnelle pour une année-horizon donnée.

La combinaison des deux instruments de planification que nous testerons sur des données françaises, permettra l'établissement de la politique la plus proche possible de l'optimum collectif. Les résultats des deux modèles utilisés sont donc entièrement complémentaires (2). Ils définissent le champ d'application des politiques à mettre en oeuvre pour réaliser ces objectifs.

Afin d'étudier les problèmes que nous avons soulevés précédemment, nous nous proposons d'adopter la démarche suivante :

- PARTIE I -Approche du taux de rendement interne- Dans cette partie nous résumerons les grands aspects de la théorie du Capital Humain. Nous en étudierons plus précisément les hypothèses et les conséquences.
- PARTIE II --Un modèle de planification des besoins de main-d'oeuvre- Cette partie mettra au point le deuxième instrument de planification de l'éducation concernant les prévisions de la structure de l'emploi dans une année-horizon donnée.
- PARTIE III -Cette partie comportera deux sous-parties : l'étude détaillée du modèle en composera la première ; quant à la deuxième, elle fournira les résultats du modèle et leurs applications à une analyse coût-bénéfice- Dans cette partie, seront communiqués tous les tests effectués sur le modèle des salaires fantômes. Les résultats de ces tests seront ensuite intégrés dans l'analyse coût-bénéfice comme mesure des bénéfices.

Des taux fictifs de rendement internes seront obtenus. Nous

(1) Cf. La méthode des coefficients professionnels exposée dans la deuxième partie de cette étude.

(2) Notons même que les deux méthodes pourraient être synthétisées. La démarche consisterait alors à utiliser les résultats du modèle de prévision de l'emploi dans le modèle des salaires fantômes. Pourraient ainsi être calculés des taux internes fictifs de rendement pour le futur. Les choix politiques seraient ainsi simplifiés : développer les qualifications correspondant au plus fort taux de rendement. Une telle analyse, théoriquement sans problème, n'a pas été effectuée à cause des résultats peu fiables obtenus tant pour le modèle des salaires fantômes que pour celui des prévisions.

pourrons alors comparer ces taux avec les taux de rendement internes calculés à partir des salaires observés. Cette comparaison permettra de tester le degré de mésallocation des ressources consacrées à l'éducation.

- PARTIE IV - Résultats du modèle sur les prévisions d'emploi -

Dans cette partie, seront communiqués les résultats des tests effectués sur le modèle établi dans la deuxième partie. A partir de ces résultats, seront émises des critiques sur les statistiques utilisées. Une tentative pour remédier à celles-ci a été effectuée ; jugée insuffisante cependant, nous avons préféré la faire figurer en Annexe (Annexe 1).

- PARTIE V - Critiques sur le modèle des salaires fantômes -

Nous avons tenté dans cette partie, d'exposer les critiques les plus graves pouvant s'adresser à l'emploi d'un tel modèle. Nous tenons à signaler dès à présent, que la plupart de ces critiques sont personnelles et de ce fait, n'engagent que notre responsabilité.

PREMIERE PARTIE : APPROCHE DU TAUX DE RENDEMENT INTERNE

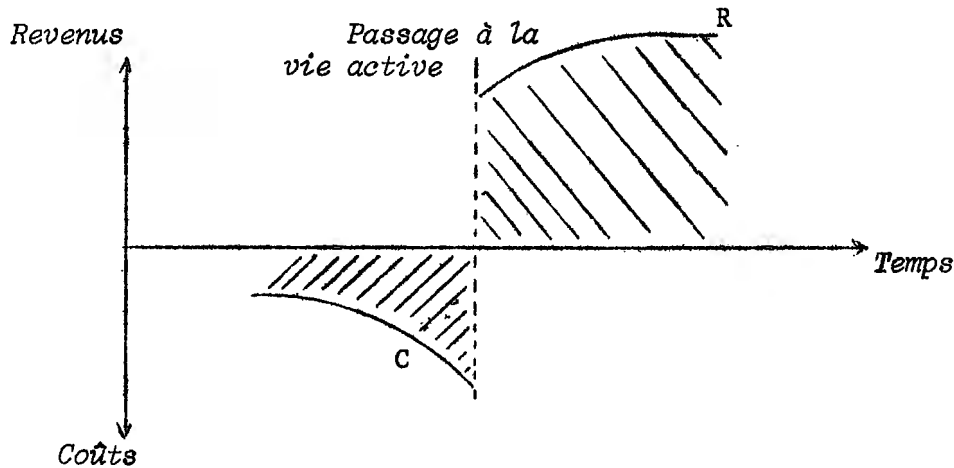
Supposer, comme nous l'enseigne la théorie du Capital Humain, que l'Education est un investissement, c'est admettre sa contribution au système productif, au même titre que le Capital et le Travail.

L'éducation possédée par un individu, devient un facteur de production permettant d'expliquer la croissance de l'économie : ceci constitue la base des travaux de DENISON. Cependant, l'individu a aussi la particularité d'être un output d'un système de production d'un type un peu particulier : le système d'enseignement. Or, de même que le système productif de biens et services, le système éducatif dispose de ressources rares : les individus d'une part et les moyens matériels de l'autre. Comportant un coût, l'éducation comme investissement met donc en jeu la notion de rationalité économique. Du point de vue individuel, la décision d'acquérir un type donné d'éducation entraîne une prise en considération des coûts. De même, au niveau de la collectivité, les coûts entraînés par le système éducatif doivent-ils être compensés par un supplément de gains. Sur de telles bases, la théorie du Capital Humain a mis au point un modèle de décision.

SECTION I - LE MODELE THEORIQUE DE DECISION

En investisseur rationnel, l'individu doit, au terme de sa scolarité obligatoire, envisager l'opportunité de poursuivre ses études. Décider d'arrêter à ce niveau ses études, entraîne pour lui des coûts supplémentaires nuls, mais par contre, son espérance de gains à venir sera plus faible. L'autre solution alternative - poursuivre ses études - comporte des coûts qui peuvent même être très substantiels ; cependant, durant toute la vie de travail, les gains pourront être supérieurs. L'individu

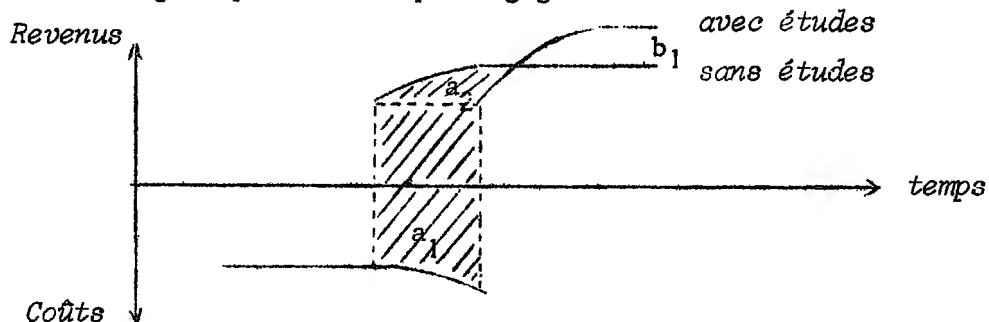
doit donc faire une analyse où il compare coûts et bénéfices. Graphiquement l'analyse est très claire.



- Graphique 1 -

L'individu rationnel décidera de poursuivre ses études lorsque l'aire comprise entre l'axe du temps et la courbe R sera supérieure à l'aire comprise entre la courbe C et l'axe du temps. Notons toutefois que sur ce graphique, la borne minimale de la courbe C et la borne maximale de la courbe R ne sont pas clairement définies : l'explication figurera dans la suite du texte.

Sur le graphique 1, le passage à la vie active est fixe. Or, si l'on poursuit des études, ce passage à la vie active s'effectuera plus tard, que lorsque l'on commence à travailler aussitôt après la scolarité obligatoire. Commenant à travailler plus tôt, l'individu n'aura plus de coûts d'éducation et en outre, il bénéficiera de gains. Cette notion est communément désignée par le "manque à gagner".



- Graphique 2 -

a_1 représentant les coûts proprement dits, a_2 est une évaluation du manque à gagner. Pour savoir s'il est avantageux de poursuivre des études, l'individu comparera $(a_1 + a_2)$ à b_1 .

Formalisons ce choix en établissant le rapport coûts/bénéfices suivant :

$$\sum_{t=t_A}^n Y_t : \sum_{t=0}^{t_A} C_t \quad (1)$$

avec : Y = bénéfices

C = coûts

t = temps

0 = fin de l'éducation obligatoire

t_A = début de la vie active

n = fin de la vie active.

1. Eléments à prendre en compte

Les fondements théoriques de la théorie du Capital Humain reposent sur l'équation (1). Restent à déterminer les éléments faisant partie respectivement de Y et de C .

a) La mesure théorique des bénéfices Y est assez aisée. Graphiquement, les bénéfices sont représentés par l'aire comprise entre les deux courbes de revenus. Il faut toutefois prendre garde que ces courbes aient été établies une fois les prélèvements fiscaux effectués. Une remarque peut cependant être émise : les mesures empiriques prennent la plupart du temps, comme limite temporelle de ces bénéfices, l'âge de la retraite. Or cette limite, bien qu'acceptable dans de nombreux cas - notamment en ce qui concerne le secteur privé - ne semble pas toujours adaptée au système économique français : pour un fonctionnaire d'Etat les avantages divers procurés par la retraite ne sont pas négligeables et de ce fait, devraient être pris en compte dans le calcul de ses revenus escomptés.

b) La mesure théorique des coûts. Il faut être très prudent lorsqu'on emploie en économie la notion de coût. Bien que nous nous limitons aux coûts purement financiers, il est nécessaire de clairement les définir. Classons-les en deux ordres :

- les coûts de débours liés à la poursuite des études. Ce sont bien sûr les frais de scolarité mais aussi certaines dépenses courantes (transport, habillement, logement...) qui n'auraient pas existé si la scolarité n'avait pas été poursuivie. Ces coûts sont représentés sur le graphique 2 Par l'aire a_1 .

- la deuxième série de coûts est représentée par l'aire a_2 . Cette surface mesure le manque à gagner. Pratiquement, il est mesuré par le salaire que perçoit l'individu ne continuant pas ses études, bourses ou allocations d'études venant en déduction. Toutefois, cette notion pose des problèmes théoriques importants. Mentionnons-en deux ici :

. L'établissement du profil de gain suppose l'hypothèse suivante : un individu qui choisit du point de vue de la rationalité économique de ne pas poursuivre ses études, possède le même profil de gain que celui qui ne poursuit pas ses études parce qu'il en est intellectuellement incapable. Or la différence entre ces deux profils de gains peut être substantielle (notamment de nos jours avec le développement de la formation professionnelle). Pourtant, les mesures empiriques ne nous permettent pas cette distinction.

. D'autre part, ce calcul du coût d'opportunité ne doit pas être effectué d'une manière marginale comme le suppose la théorie du capital humain. En effet, l'individu devant une décision concernant son éducation, ne peut prendre en compte qu'un cycle d'étude entier comportant l'obtention d'un diplôme (faisons à ce niveau abstraction du problème de la filière choisie). Du point de vue de l'augmentation future des revenus, une année supplémentaire d'études sans diplôme n'est pas identique à une année moyenne prise à l'intérieur d'un cycle couronné par un diplôme.

Les éléments à prendre en considération sont donc nombreux, tant du point de vue des coûts que de celui des bénéfices. Notons cependant dès

à présent, que le raffinement théorique est très en avance sur les mesures empiriques.

2. Introduction du temps

L'individu ayant choisi de poursuivre ses études n'en perçoit les bénéfices qu'après la fin de ces études et ce, pendant toute sa vie de travail. Or, à un instant donné du temps, une somme a une valeur différente de la même somme disponible plus tard. Aussi, pour en tenir compte dans sa comparaison coût -bénéfice, l'individu doit-il actualiser ses calculs.

L'investisseur en éducation adoptera donc un taux d'escompte conduisant à minorer coûts et bénéfices d'autant plus qu'ils sont supportés ou perçus plus loin dans le temps. Cette actualisation, fondée sur la formule des intérêts composés, transforme ainsi l'équation 1 :

$$\sum_{t=t_A}^n \frac{Y}{(1+i)^t} : \sum_{t=0}^{t_A} \frac{C}{(1+i)^t} \quad (2)$$

avec i = taux d'actualisation.

Pour plus de commodités, on peut travailler sur la différence, appelée "bénéfice net actualisé", ou par les auteurs anglosaxons "valeur présente de l'investissement".

$$B_0 = \sum_{t=t_A}^n \frac{Y_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^{t_A} \frac{C_t}{(1+i)^t} \quad (3)$$

ou, pour passer au continu :

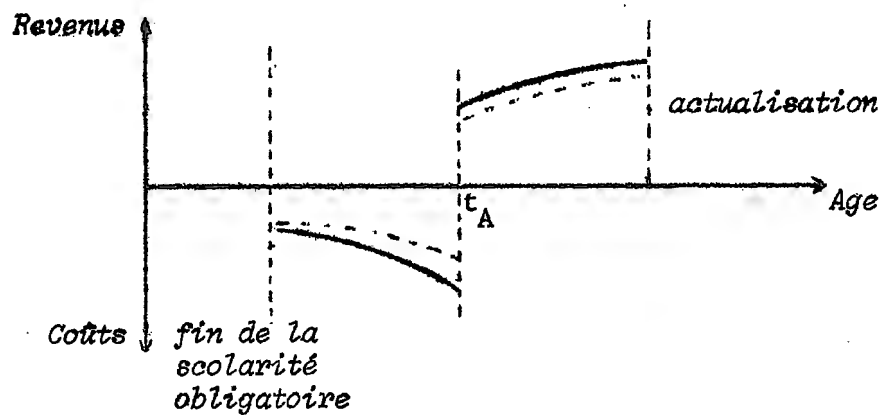
$$B_0 = - \int_0^{t_A} C_t \cdot e^{-it} dt + \int_{t_A}^n R_t \cdot e^{-it} dt$$

Le maximum B_0 permettant de calculer la limite (t_A), sera atteint lorsque

les deux conditions suivantes seront réalisées :

$$1) \frac{dB_0}{d(t_A)} = 0 \quad 2) \frac{d^2B_0}{d(t_A)^2} < 0$$

Graphiquement, l'actualisation de l'équation (1) se marque par un aplatissement des courbes de coûts et de bénéfices.



- Graphique 3 -

3. Choix du taux d'actualisation

On remarque, à partir des formules précédentes, que le résultat des calculs est très largement dépendant du taux d'actualisation i retenu. Or, quel est le taux adéquat ? Deux méthodes de calcul sont proposées par les théoriciens.

a) Méthode du taux d'intérêt

On choisit alors le taux d'intérêt pratiqué à l'époque considérée. Parce qu'elle est trop générale, cette solution s'affronte dans la réalité au manque d'unicité du taux d'intérêt. Une preuve évidente en est la différence existant entre les taux de prêt et les taux d'emprunt.

b) Méthode du taux de rendement interne

Afin d'éviter le problème empirique précédent, on utilise le taux de rendement interne r , défini comme le taux d'intérêt qui égalise coûts et bénéfices ou si l'on utilise l'équation (3), le taux rendant le bénéfice net actualisé égal à zéro.

$$B_0 = \sum_{t=0}^n \frac{Y_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^{t_A} \frac{C_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (4)$$

L'investisseur rationnel choisira alors la solution lui offrant le plus haut taux de rendement. Cette exposition simple du problème, évitant l'indétermination pratique du taux d'intérêt i , sera celle utilisée pour les calculs figurant dans la partie empirique de l'étude.

Considérons dès à présent, une remarque importante concernant l'application de cette méthode. Pour calculer d'une manière idéale l'équation 4, il faudrait disposer de données longitudinales concernant la qualification professionnelle par âge et par gains. Etablies sur le passé, elles sont dépassées lorsqu'elles voient le jour. Or, comme il n'est pas pensable d'en faire une estimation sérieuse sur une aussi longue période, on est obligé de recourir à la méthode transversale ("cross section"). Des profils âge-gains par qualification professionnelle ou par niveau d'éducation sont alors construits et une série de taux de rendement peut en être déduite. (1)

Cependant, ces profils âges-gains ne sont que très rarement établis. La plupart du temps, les seules statistiques disponibles ne prennent en compte que les gains moyens par qualifications professionnelles ou niveau d'éducation, sans prendre en considération l'âge. L'âge n'ayant plus

(1) Des exemples sont donnés par M. BLAUG : "An Introduction to the Economics of Education" - PP. 24-25.

d'influence, les profils de gains deviennent horizontaux. Leur usage suppose l'hypothèse suivante : ces nouveaux profils donneront le même taux interne de rendement que les profils réels, eux non horizontaux.

Si nous connaissons n , la somme des bénéfices c'est-à-dire le premier terme de l'équation (4) peut être approximée par la somme d'une progression géométrique de premier terme $\frac{Y}{(1+r)}$ et de raison $\frac{1}{(1+r)}$. La raison de cette progression étant inférieure à 1, nous obtenons le résultat suivant :

$$\frac{Y}{r} - \frac{Y}{r(1+r)^n}$$

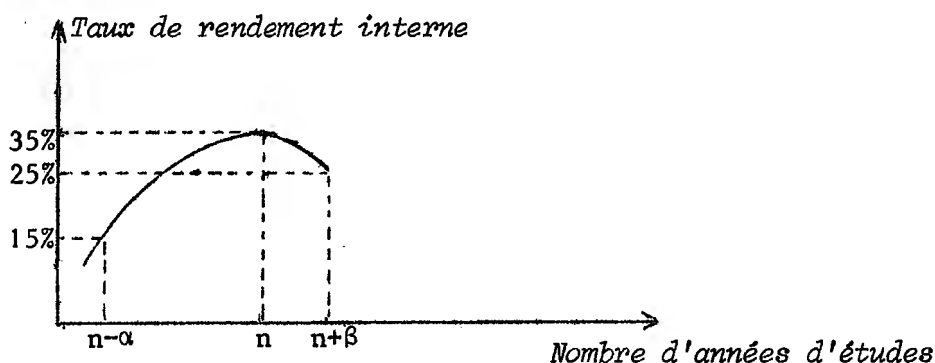
SECTION II - ETUDE ET CRITIQUE DES HYPOTHESES FONDAMENTALES DE CE MODELE

La théorie du Capital Humain découle de la théorie néo-classique. Elle en a les avantages certes, mais elle n'en a pas écarté les inconvénients. Aussi, nous proposons-nous d'étudier les hypothèses contraignantes figurant à la base de ce modèle.

1. Hypothèse 1

Le modèle suppose applicable le raisonnement marginaliste.

Lorsqu'une telle hypothèse est émise, une variation même marginale du temps entraîne une variation du taux de rendement interne. Une courbe peut donc être établie où le taux de rendement interne est fonction du nombre d'années d'études.



- Graphique 4 -

(1) La forme de cette courbe est déduite des nombreux tests effectués dans les pays développés. Il ressort en effet de ces analyses que le taux de rendement des études supérieures est moins élevé que celui correspondant à la fin des études secondaires. Lorsqu'une telle courbe a été déterminée, il suffit de connaître le nombre d'années d'études dont a bénéficié un individu pour obtenir le taux de rendement interne de son éducation et de ce fait, la qualification qu'il a reçue.

Cette courbe est continue ; il suffit donc d'ajouter par exemple un faible laps de temps à $n - \alpha$ pour que le taux de rendement augmente. Une critique méchante consisterait à affirmer qu'il suffit au moment où l'on veut arrêter ses études, de les poursuivre un mois de plus (le mois de juillet par exemple, mois de vacances scolaires!) pour que le taux de rendement de son éducation s'en trouve affecté. Il est cependant des critiques plus fondamentales. Le problème des filières d'enseignement, notamment dans le système éducatif français, met en cause la continuité de cette courbe. La durée des études est plus ou moins longue, suivant la filière suivie et les passages de l'une à l'autre sont souvent impossibles. Pour l'individu engagé dans une filière donnée, le taux de rendement de son investissement ne peut être calculé que pour l'année marquant la fin de cette filière. Au cours de la filière, le calcul d'un taux de rendement n'a aucune signification. La continuité des courbes ci-dessus n'est alors plus assurée : apparaissent seulement des évaluations ponctuelles, sans que l'on puisse déterminer ce qui se passe entre deux d'entre elles.

(1) L'axe des abscisses comporte une limite dans les faits.

2. Hypothèse 2

Il est supposé, dans cette théorie, que le taux de rendement, calculé à partir de données transversales, est une bonne approximation pour le taux de rendement marginal de l'investissement en éducation.

Comme nous l'avions précédemment remarqué, le vrai taux de rendement applicable à l'avenir ne correspond pas à celui établi à l'aide des gains moyens qu'ont reçu et que reçoivent actuellement les individus possédant une qualification particulière. Il faudrait tenir compte des changements de productivité futurs qui seront au désavantage de ceux qui auront investi en éducation. A partir des gains moyens actuels, doivent donc être effectués des ajustements tenant compte des hausses de productivité : or, cette opération ne va pas sans une grande part d'arbitraire.

Cette critique du taux de rendement n'est cependant pas fondamentale : elle repose uniquement sur les difficultés de son estimation empirique. L'hypothèse suivante sera, par contre, plus contraignante.

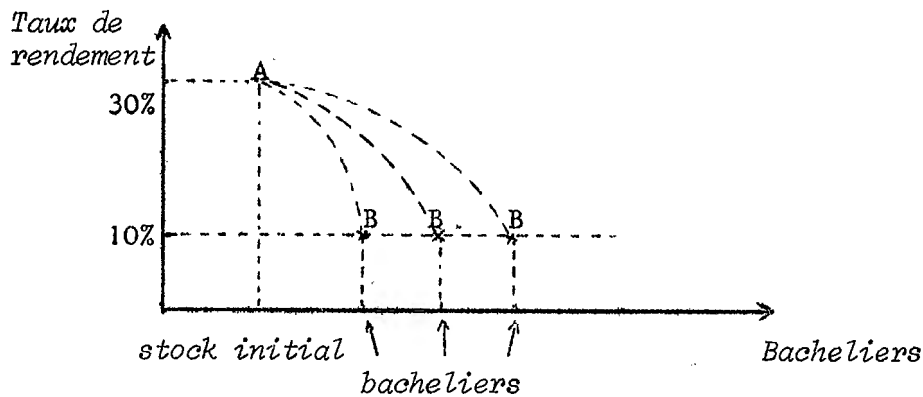
3. Hypothèse 3

Les élasticités le long de la courbe de productivité marginale du capital scolaire sont supposées connues.

Une telle hypothèse suppose qu'à une variation donnée du taux de rendement interne correspond une certaine variation du capital scolaire. Reprenons ici un exemple énoncé par M. PSACHAROPOULOS. Considérons un cas hypothétique où un taux de rendement marginal de l'investissement au niveau du secondaire de 30 % est obtenu. Face à un taux aussi élevé, il est permis de supposer du point de vue de l'allocation optimale des ressources dans l'économie, qu'il serait profitable d'augmenter l'output de ceux qui effectuent des études secondaires.

La direction du changement souhaitable est donnée, mais nous n'avons aucune indication concernant son montant. Pour prendre un exemple l'augmentation du nombre de bacheliers risque de faire diminuer le taux de rendement de cette qualification. Or, le planificateur veut connaître

le montant exact des bacheliers qu'entraînera le passage d'un taux de rendement de 30 % à un taux de 20 % ou de 10 %. Or, l'analyse coût-bénéfice ne lui permet pas de fixer le montant d'un tel changement.



- Graphique 6 -

Le point A de la courbe AB est seul connu empiriquement. Aucune indication n'est fournie pour calculer B.

Ainsi, lorsqu'un planificateur prend des mesures importantes concernant l'augmentation du nombre d'individus possédant une certaine qualification, il n'est plus possible de soutenir l'hypothèse selon laquelle les rendements resteront constants. Des changements substantiels dans le taux de rendement de l'investissement en éducation doivent s'ensuivre, à moins d'une augmentation compensatoire dans la demande pour cette qualification. Or cette demande n'étant pas indéfiniment élastique, maintenir l'hypothèse des rendements constants revient à surestimer la contribution de l'éducation à la croissance.

4. Hypothèse 4

Les gains reflètent la vraie productivité sociale. DENISON dans son rapport sur la contribution de l'enseignement à la croissance, émet aussi cette hypothèse : *"Les différences de revenus moyens entre groupes fournissent une mesure adéquate de la différence de la contribution moyenne à la production fournie par les individus qui les composent"*.

Est-il possible de soutenir une telle hypothèse dans le contexte des économies occidentales actuelles ? En effet, des distortions et des externalités apparaissent sur le marché du travail, masquant l'effet du à la productivité réelle. La critique est importante, car elle remet en cause la validité du taux de rendement comme mesure de l'efficience sociale ex post de l'investissement en éducation.

Les distorsions et externalités existant sur le marché du travail sont dues aux rigidités d'ordre institutionnel ou monopolistique de ce marché. Melle VINOKUR (1) les classe en trois catégories :

- Les restrictions artificielles, imposées à certaines formations. L'accès à ces activités n'est pas fonction des aptitudes de l'individu mais du bon vouloir de ceux qui en occupent les postes : l'ordre des experts comptables en France en est un exemple très révélateur. Les revenus de cette profession n'expriment plus la rareté économique, mais une pénurie provoquée par un rapport de force très favorable.

- La présence d'un secteur public monopsonneur de certaines qualifications. Il n'existe en France aucune concurrence pour l'offre d'emploi d'enseignant. La rémunération de ces emplois est donc établie sans qu'il soit tenu compte de la productivité réelle. Autre cas d'espèce : dans de nombreux pays en voie de développement, les seuls emplois offerts à ceux qui disposent d'un haut niveau d'éducation le sont par les administrations étatiques. Le niveau de leurs revenus là encore, dépend plus des rapports de force existant que de leur productivité.

- Des considérations d'équité et de tradition font apparaître sur de longues périodes, des structures de revenu sans lien avec la productivité. Envisageons deux cas :

- α) Les régimes de rémunération à l'ancienneté dans la mesure où la productivité n'est pas augmentée par une formation sur le tas s'opposent à une rémunération en fonction du produit réalisé. Un biais, fonction de l'âge de la population active, s'introduit ainsi dans

(1) Melle A. VINOKUR : Thèse sur "*L'Economie de l'Éducation*".

l'évaluation du taux de rendement : plus l'âge moyen de la population active s'élève, plus le biais est important.

β) Les rapports de force existant suppriment bien souvent le fonctionnement de la loi de l'offre et de la demande, sur le marché du travail. Lorsqu'une population à qualification donnée, cherchant du travail, est en augmentation, le chômage s'accroît mais l'on n'assiste jamais à une baisse de salaires.

En conséquence de ces remarques, il semble donc que vouloir mesurer l'efficience des investissements en éducation par les revenus observés, conduise à une impasse. Le dilemme est troublant : le refus de la méthode (mais peut-on en trouver une qui ne soit pas plus mauvaise) ou l'accepter avec toutes ces conséquences. *"Ma Méthode"* écrit DENISON (1), *"comme toutes les autres, suppose bien qu'il existe une certaine répartition d'équilibre des ressources de laquelle la répartition réelle tend à se rapprocher fut-ce lentement et sans jamais l'atteindre tout à fait. Si tout se passe au hasard, toutes les analyses économiques ne valent plus rien"*.

Le fondement principal de cette théorie repose sur l'hypothèse de concurrence parfaite. Affirmer que les salaires réels sont une mesure adéquate de la productivité réelle, suppose réalisée cette hypothèse. Or celle-ci ne semble pas l'être dans l'économie actuelle. Parce qu'ils incorporent toutes les distortions existant sur le marché du travail, les salaires réels sont une mesure biaisée.

Si l'on ne veut pas dès à présent, rejeter la théorie du capital humain, il s'avère nécessaire de trouver une solution à cette critique. En d'autres termes, il faut trouver une technique permettant le respect de l'hypothèse de concurrence. Or, il est bien évident que dans la réalité le marché ne peut être débarrassé magiquement de ses distortions. La méthode salutaire consiste à rendre artificiellement le marché concurrentiel : elle

(1) E. DENISON : *"La mesure de la contribution de l'enseignement à la croissance économique"*. in O.C.D.E. - Le facteur résiduel et le progrès économique - Paris 1964.

détermine tout un système de prix fictifs (shadow prices) épurés des distorsions du marché réel. Cette méthode sera celle utilisée dans notre travail : son étude sera donc effectuée en détail dans la suite du texte. Nous voudrions auparavant émettre quelques remarques sur l'analyse coût-bénéfice.

SECTION III - QUELQUES REMARQUES CONCERNANT L'ANALYSE COUT-BENEFICE

Nous avons exposé jusqu'à présent, l'analyse coût-bénéfice, telle que nous pensons pouvoir l'appliquer dans notre étude empirique. Cependant, quelques problèmes théoriques restent encore en suspens. Etant très conscient que nous ne pourrions les prendre en compte lors de l'étude empirique nous voulons cependant les exposer ici afin que soient fixées clairement les limites empiriques.

1. La notion de coût

La Théorie du Capital Humain, nous l'avons vu, prend comme base, la notion de coût et non celle de dépense. Les coûts de l'éducation ont été définis précédemment comme la somme des dépenses directes d'éducation et du manque à gagner. Ces coûts, certes difficiles à évaluer, sont néanmoins palpables. Or, des coûts non monétaires peuvent aussi être envisagés. M. PAGE dans son livre : *"L'Economie de l'Education"* donne deux exemples de ce qu'il appelle les coûts psychologiques : *"le fait d'être obligé de s'éloigner de sa famille pour poursuivre ses études ou la désutilité de l'obligation d'apprendre quelque chose dans le seul but d'obtenir un diplôme"*. Ces phénomènes existent certes, mais prétendre les chiffrer serait certainement faire preuve d'arbitraire. De plus, sont-ils toujours des coûts ? Quitter sa famille peut être ressenti comme une libération pour un jeune homme avide de liberté...

Lorsqu'on étudie la rentabilité de l'investissement de l'éducation au niveau de la collectivité, la notion de coût devient encore plus complexe. Dans le prix de revient d'un élève, il faut considérer les frais de gestion de l'établissement. Mais doit-on inclure dans ces coûts

l'amortissement des locaux, le coût d'opportunité du capital ... (1).

2. La nature du coût

SCHULTZ affirme que l'éducation est un achat de bien durable. Or, cette notion de biens durables a toujours posé à la théorie économique d'énormes problèmes : sont-ils des consommations ou des investissements ? Une définition de l'investissement pourrait s'énoncer ainsi : l'investissement correspond chez l'individu à un désir de gagner de l'argent. Affirmer que l'éducation est seulement un investissement semble hardi, surtout lorsqu'on considère que les parents prenant en charge les dépenses d'éducation n'en sont pas les bénéficiaires.

Cependant, au niveau des mesures empiriques, il est difficile de séparer ce qui revient à la consommation de ce qui revient à l'investissement. Aussi la théorie du Capital Humain, considérant que la part de l'investissement l'emporte sur celle de la consommation, affecte la totalité des dépenses d'éducation à l'investissement.

3. La notion de risque

Décider de poursuivre ses études implique un investissement de long terme : de ce fait, un risque élevé y est attaché. Classons ces risques en deux catégories :

- les risques associés à l'éducation. Le redoublement est un risque pouvant entraîner les dépenses à dépasser les prévisions : le taux de rendement diminuera alors en conséquence. L'échec est encore plus grave : si l'on considère que le raisonnement marginaliste ne s'applique pas, l'investissement réalisé devient une pure perte.

- les risques associés à la qualification obtenue. Les licenciés en Lettres savent bien aujourd'hui que le taux de chômage varie suivant la qualification. Suivre une filière vouée à la disparition (les professeurs de Latin-Grec) comporte de grands risques. Autant d'exemples montrent que les risques varient suivant les filières empruntées.

(1) Voir les problèmes concernant l'évaluation du coût de l'étudiant. Enquête OCDE-IREDU.

Un autre type de risque peut être aussi mis en évidence : en effet, plus le niveau d'éducation est élevé, plus l'écart-type sur le taux de rendement risque d'être grand. Cependant, si de tels taux sont calculés, rarement une évaluation de l'écart-type en est donnée.

Inclure une prime de risque dans le calcul du taux de rendement serait une solution idéale. Cette estimation n'irait cependant pas sans une certaine part d'incertain.

4. L'influence du revenu familial

Le revenu familial semble avoir une grande influence sur les décisions d'investissement en éducation. Le taux de rendement est pour une part fonction du revenu familial.

Lorsque les revenus familiaux sont élevés, les dépenses d'éducation sont effectuées directement à l'aide des revenus des parents. Les coûts ne se trouvent donc grevés d'aucun taux d'emprunt (1) et de ce fait, le taux de rendement de l'éducation se trouve être élevé.

Par contre, lorsque les revenus sont bas, les parents ne peuvent pas assurer les dépenses ; elles entraîneraient une restriction de la consommation difficilement acceptable. Or, les titulaires de ces revenus bas n'ont bien souvent pas l'alternative de l'emprunt (à moins que leurs revenus futurs escomptés soient de beaucoup plus élevés). En termes financiers, le taux de rendement reste intéressant, mais l'investissement ne peut être effectué, la survie de la famille ne pouvant être remise en cause.

Les différences de revenus entraînent des différences au niveau des taux de rendement pour une même qualification. Face à une qualification envisagée, chaque individu possèdera une estimation propre de son taux de rendement.

(1) Par contre, existe certainement la perte d'un taux de prêt. Mais dans quelle mesure pouvons-nous dire que ces investissements ont été prélevés sur l'épargne plutôt que sur la consommation ? D'autre part, dans la réalité, on observe des écarts importants entre les taux de prêt et les taux d'emprunt.

5. La notion de qualités naturelles

La possession d'un diplôme est-elle suffisante pour expliquer les différences de revenus ? BECKER fut le premier à introduire la notion de qualités naturelles. Si des individus possèdent des revenus plus élevés ce n'est pas parce qu'ils sont plus éduqués, mais parce qu'ils sont plus intelligents. Les tests statistiques pourtant, permettent d'affirmer qu'en moyenne les plus éduqués sont effectivement les plus intelligents. Une conclusion serait alors d'affirmer qu'il est impossible de savoir combien ces individus auraient gagné s'ils n'avaient pas poursuivi leurs études. Une deuxième conclusion pourrait s'énoncer ainsi : si l'intelligence suffit à expliquer les différences de revenus, cela tend à prouver que l'éducation n'apporte rien à la productivité et qu'elle n'est qu'un vaste filtre permettant de sélectionner les plus doués. Elle est cependant un filtre (1) coûteux qui, s'il était remplacé par une formule moins onéreuse, serait tout à l'avantage de l'individu, aussi bien que de la collectivité.

CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE

La Théorie du Capital Humain constitue un modèle décisionnel collectif autant qu'individuel théoriquement parfait. Cependant, la réalité économique ne semble pas toujours très bien s'adapter à la théorie. De nombreux phénomènes semblent insaisissables par les mesures. Mais surtout l'hypothèse fondamentale de cette théorie, à savoir la concurrence parfaite, n'est pas respectée. Or, cette hypothèse est tellement essentielle, qu'il faut abandonner cette théorie, si l'économie ne revient pas à cet état. Il serait illusoire de vouloir transformer notre système économique (surtout dans le seul but de pouvoir calculer un vrai taux de rendement de l'investissement éducatif).

Ce retour à un état concurrentiel sera effectué en dehors de la réalité tangible. La méthode des prix fictifs à laquelle nous avons fait

(1) Théorie du filtre : voir les travaux de ARROW, TAUBMAN et WALES.

allusion précédemment permettra-t-elle de sauver la théorie du Capital Humain de cette impasse ? Les résultats aux tests de cette technique permettront de le dire. Cette méthode n'en constitue pas moins un réel espoir ; aussi, pour cette raison, devons-nous l'envisager en détail, c'est-à-dire en étudier ses hypothèses, son fonctionnement et ses résultats. Cette analyse constituera le centre de notre étude, la troisième partie intitulée "Le modèle des salaires fantômes".

DEUXIEME PARTIE : UN MODELE DE PLANIFICATION DES BESOINS EN MAIN D'OEUVRE

Une des critiques de l'utilisation du taux de rendement interne comme outil de planification de l'éducation était la suivante : le niveau d'un taux de rendement indique la direction souhaitée du changement, mais sans pouvoir en fixer son montant. Or, le planificateur doit connaître ce montant s'il veut que sa politique conduise au plus près de l'optimum. Aussi puisqu'il paraît difficile de le fixer à partir de l'offre de main d'oeuvre, va-t-on essayer de le déterminer à partir de la demande. Le problème consistera donc à préciser quelle sera la demande pour la force de travail d'une certaine qualification à un moment donné du temps et pour l'économie toute entière. Partant d'une structure professionnelle existante, il faut donc prévoir la structure pour une année-horizon déterminée.

SECTION I - LE MODELE SIMPLIFIE

La méthode la plus simple consiste à faire une extrapolation linéaire à partir de séries chronologiques. Malheureusement, les statistiques concernant la structure professionnelle pour une économie dans son ensemble, ne sont établies que lors des recensements de la population, et seulement à partir d'une date récente. Il serait donc douteux de vouloir extrapoler à partir de deux ou trois points connus.

La structure professionnelle étant une statistique établie de loin en loin, une autre méthode fut mise en oeuvre à partir de données mieux maîtrisées.

1. La méthode des coefficients professionnels

Par coefficient professionnel, on entend le nombre de personnes de qualification h nécessaires pour produire une unité d'output dans un secteur donné j . Cette notion est fondée sur l'analyse input-output de LEONTIEF. Les statistiques dont nous avons besoin concernant l'output : celui-ci est communément mesuré par la valeur ajoutée.

Une matrice des coefficients professionnels peut alors être construite. Chaque élément est ainsi défini :

$$b_{hj}^t = \frac{N_{hj}^t}{V_j^t} \quad (5)$$

où :

V_j^t est l'output du secteur j dans l'année t .

N_{hj}^t est le nombre de personnes possédant une qualification h , employées dans le secteur j , à l'année t .

Ainsi, pour l'ensemble de la qualification h employée dans l'économie, nous aurons (1) :

$$\sum_j N_{hj}^t = \sum_j b_{hj}^t \cdot V_j^t \quad (6)$$

Notre but, ne l'oublions pas, consiste à connaître les besoins en main d'oeuvre pour une année-horizon T fixée. L'équation (6) doit donc être révisée. Il est nécessaire alors de connaître l'output pour chaque secteur j , dans l'année-horizon T . L'évaluation de cette statistique est fréquemment obtenue par projection. Dans le cas français, elle est effectuée lors de l'établissement du Plan. Dans ce modèle, l'output par secteur

(1) Il convient dès à présent de faire une remarque concernant les tableaux d'échanges interindustriels français : ceux-ci en effet ne prennent pas en compte les produits de certaines activités, telles les administrations, professions libérales... Dans les équations ci-dessus, nous ne tiendrons donc pas compte du personnel employé dans ces activités.

sera donc une donnée établie d'une manière exogène. Son évaluation sera supposée correcte.

Les besoins en main d'oeuvre pour l'année T sont alors évalués grâce à l'équation (6), révisée :

$$N_{hT} = \sum_j b_{hj}^t \cdot V_j^T \quad (6 \text{ bis})$$

où : N_{hT} est le nombre de personnes de qualification h, requises pour l'année T.

Les coefficients professionnels b_{hj} sont donc supposés fixes. La critique fondamentale de cette équation (6bis) repose évidemment sur cette fixité intrasectorielle des coefficients b_{hj} : l'étude de cette hypothèse de fixité absolue, sera étudiée plus loin.

Cependant, ces coefficients professionnels peuvent être affectés d'un autre type de variation. En effet, l'équation (6bis) ne tient pas compte des effets du progrès technique sur la structure professionnelle. En modifiant les procédés de production, le progrès technique transforme les combinaisons productives. Aussi, doit-il en être tenu compte dans l'évaluation des coefficients professionnels pour l'année T. Des prévisions concernant la croissance des taux de productivité sont alors nécessaires. Elles sont souvent effectuées par secteur (notamment en France) mais il est impossible actuellement de connaître leur variation, suivant la qualification professionnelle. Seul un taux de croissance de la productivité, uniforme pour toutes les qualifications h, peut être appliqué à chaque secteur j. Les coefficients professionnels vont donc varier en fonction de la productivité. La conséquence en est une variation de ces coefficients qui laissent fixes les choix concernant les techniques productives. En ce sens, les coefficients professionnels ne sont plus rigoureusement fixes, mais ils restent fixés par les techniques de production.

L'estimation des coefficients professionnels b_{hj} se trouve ainsi transformée pour tenir compte des changements de productivité prévus entre t et T :

$$\hat{b}_{hj}^T = \frac{b_{hj}^t}{(1+\Pi_j)^{T-t}}$$

où : Π_j représente le taux de croissance de la productivité prévue dans le secteur j.

Ce qui nous entraîne à la révision suivante de l'équation (6) .

$$\hat{\hat{N}}_{h,T} = \sum_j \hat{b}_{hj}^T \cdot V_j^T = \sum_j \hat{N}_{hj}^T \quad (6 \text{ ter})$$

2. Critique de l'hypothèse de fixité intrasectorielle des coefficients professionnels

En utilisant des taux de croissance de la productivité variant suivant les secteurs, on évite une conséquence de la fixité entière des coefficients professionnels. Dans ce cas, l'élasticité - prix de la demande d'une qualification h - est nulle.

Demeure néanmoins une autre conséquence de cette hypothèse : l'élasticité de substitution entre une qualification et les autres inputs dans chaque secteur est nulle. A l'intérieur d'un même secteur, les pourcentages de la distribution des qualifications reste inchangés. Or, la réalité est bien autre : un montant de production, exception faite du phénomène de productivité, peut être obtenu avec des combinaisons différentes d'input : exemple de la fabrication de l'électricité.

Une remarque doit ici être faite. Des résultats satisfaisants sont obtenus lorsque la structure professionnelle est très agrégée. Ainsi les possibilités de substitution deviennent faibles. Mais plus on désagrège cette structure professionnelle, plus les substitutions possibles augmentent : d'autant moins fiables seront les prévisions.

La méthode des coefficients professionnels n'est donc pas critiquable en elle-même. Ce sont les difficultés d'estimation qui la rendent inutilisable. Si des coefficients professionnels prenant en compte les progrès

de productivité et les différentes combinaisons technologiques possibles étaient établis, cette méthode théoriquement simple conduirait à des prévisions suffisamment satisfaisantes. Malheureusement les données statistiques actuelles ne le permettent pas.

3. Autres critiques

L'emploi de l'équation (6) suppose d'autres hypothèses sous-jacentes. Fondamentales, elles nous conduiront à reconsidérer le modèle simplifié.

Le but de cette étude concerne -ne l'oublions pas- la planification de l'éducation. L'équation (6) aide à déterminer quels seront les besoins en main-d'oeuvre pour une qualification h donnée. En utilisant la notion de qualification professionnelle, comme outil de planification de l'éducation, nous faisons l'hypothèse implicite que niveau d'éducation et niveau de qualification sont identiques. En clair, nous supposons qu'une qualification h ne peut être acquise que par une éducation e et par elle seule. Donc :

$$N_h^T \equiv N_e^T$$

Or, dans la réalité statistique actuelle, nous sommes incapables de vérifier une telle relation. Et si nous avons des doutes quant à la correspondance de h et de e , c'est qu'il n'est pas fait une utilisation efficiente de la force de travail (1). Les prévisions N_h^T des besoins en qualification h ne doivent plus être utilisées dans un but de planification. Affirmer une mésutilisation du travail, sous entend que par substitution des inputs, on peut arriver à une situation meilleure. Or, dans ce modèle, la substituabilité n'existe pas, nous l'avons vu. Un individu possédant un niveau d'éducation e , ne peut être employé que pour une qualification h correspondante.

Le problème peut être évité en faisant l'hypothèse suivante : une qualification h peut être obtenue soit par la scolarisation traditionnelle, soit par la formation sur le tas avec un coût d'opportunité identique. Nous pouvons reformuler l'hypothèse ci-dessus ainsi : les individus possédant une qualification h sont toujours employés d'une manière efficiente.

(1) Dans la mesure où l'on accepte la théorie du capital humain.

SECTION II - LE MODELE INTERINDUSTRIEL DE PREVISION DE LA MAIN D'OEUVRE

Face aux difficultés d'utilisation du modèle simplifié, G. PSACHAROPOULOS en propose un autre plus satisfaisant. Etabli à partir du modèle simplifié, il ne constitue pas une remise en cause fondamentale mais un apport nouveau à la méthode. L'originalité de ce modèle consiste à lier la structure des qualifications professionnelles à l'ensemble de l'économie. L'analyse input-output de LEONTIEF est un outil tout indiqué pour ce problème. En effet, et c'était là une des graves lacunes du modèle simplifié, les interactions sectorielles ont un rôle explicatif important : la notion de demande intermédiaire permet de les prendre en compte.

- EXPOSE DU MODELE -

Ce modèle sera exploité dans la partie empirique de cette étude. Contentons-nous à ce niveau, d'en exposer son fonctionnement. Nous suivrons ici très rigoureusement la démarche de G. PSACHAROPOULOS (1).

Rappelons si besoin est, que l'output de chaque secteur se répartit ainsi : une partie, achetée par les autres secteurs de l'économie, constituant la demande interindustrielle ou demande intermédiaire. L'autre partie, achetée par les agents économiques extérieurs au système productif tels les consommateurs, gouvernement et étranger, forme la demande finale. Ainsi, l'output total X_i d'un secteur étant la somme de sa demande intermédiaire $\sum_{j=1}^n x_{ij}$ et de sa demande finale F_i , nous pouvons écrire :

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + F_i \quad (i, j = 1, \dots, n) \quad (7)$$

(1) Lui-même suivant l'exposition de H. THEIL dans son livre "*Applied Economie forecasting*" - Ch. VI - Section I - p. 168 et suivantes,

Or, hypothèse classique du modèle de LÉONTIEF, le montant de la demande intermédiaire est elle-même fonction du niveau de son propre output :

$$X_{ij} = a_{ij} \cdot X_j \quad (8)$$

où a_{ij} représente le coefficient technique déterminant l'input de produit i , nécessaire pour produire une unité de produit j :

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \quad (9)$$

En sommant les équations (7) et (8) et en utilisant l'écriture matricielle, nous obtenons :

$$AX + F = X \quad (10)$$

ou bien :

$$F = [I - A] X \quad X = [I - A]^{-1} \cdot F \quad (11)$$

où I est une matrice unité de dimension n^2 .

G. PSACHAROPOULOS à ce niveau introduit une fonction d'emploi en se servant des concepts de l'analyse input-output. Il fait ainsi l'hypothèse suivante : le nombre de personnes d'une qualification h , employées dans le secteur j est fonction du niveau de l'output correspondant :

$$N_{hj} = b_{hj} \cdot X_j \quad (12)$$

Cette analyse part donc du modèle simplifié (équation 6), cependant, on ne mesure plus l'output par la valeur ajoutée (V) mais par la somme des consommations intermédiaires et par la demande finale : équation (7).

Nous sommes donc conduit au système d'équation suivant :

$$AX + F = X \quad (10)$$

$$BX = N \quad (12)$$

En utilisant l'équation (11) nous substituons l'équation (10) dans l'équation (12) :

$$N = B. [I - A]^{-1} . F \quad (13)$$

D'après cette équation, le nombre de personnes, possédant une qualification h , employées dans l'économie dépend de trois variables :

- Variable B mesurant l'apport du travail par unité de production.
- Variable A mesurant la technologie mise en oeuvre pour une production donnée.
- Variable F qui représente la demande finale.

Calculée à partir de données réalisées, l'équation (13) devient bien sûr une identité. Elle n'en demeure pas moins un outil appréciable pour faire des prévisions conditionnelles (1) pour l'emploi total de chaque catégorie de qualification h . Ces prévisions sont conditionnelles, car elles sont effectuées à partir d'un niveau donné de la demande finale (niveau calculé lui aussi par des prévisions faites par ailleurs). La matrice A est supposée constante : chaque unité d'output d'un secteur j , requiert un montant fixe d'unité a_{ij} d'input venant d'un secteur i . La matrice B , encore constante à ce niveau du raisonnement, par certaines hypothèses, deviendra conditionnelle.

Quelles sont ces hypothèses ? Comme nous l'avions remarqué à propos du modèle simplifié, la matrice occupationnelle B se transforme lorsque des prévisions sont effectuées à partir d'une année-base t , pour une année-horizon T . Le nombre de personnes requises par unité de production d'un secteur donné se modifie. Aussi la solution idéale serait-elle d'ajuster chaque élément b_{hj} par un facteur reflétant la croissance de la productivité de chaque qualification h de ce secteur. De cette manière, un degré de substitution des inputs serait introduit dans le modèle.

(1) Pour une explication détaillée de ces termes, voir les définitions qu'en donne H. THEIL dans son livre : *"Applied economic forecasting"* - Ch. I - Section 2.

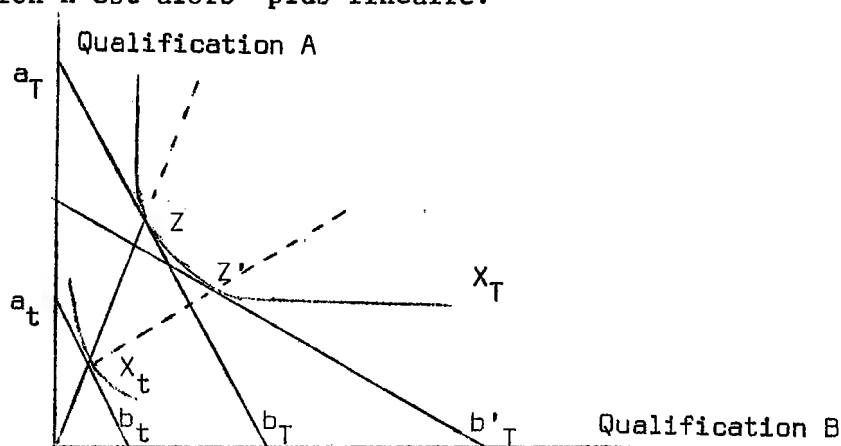
Considérons l'exemple suivant très simplifié. Deux seules qualifications A et B existant dans notre économie, supposons que la productivité de A augmente plus vite que celle de B. Le sentier d'expansion de l'output n'est plus linéaire.

- DEMONSTRATION - (1)

Portons sur un graphique en abscisse la qualification B et en ordonnée, la qualification A. A l'instant t, sont définies pour chaque secteur, des lignes d'isocoût (a_t, b_t), lieux où toute combinaison d'input a le même coût. Une ligne d'isocoût a une pente négative égale au rapport des prix des inputs $m = -\frac{p_b}{p_a}$. Au même instant, est définie une autre courbe, l'isoquant, où toute combinaison d'input aboutit à un niveau donné de production. Au point de tangence de l'isocoût et de l'isoquant est définie la combinaison d'input effectivement réalisée. En ce point, le rapport des prix est égal au rapport des productivités marginales physiques des inputs:

$$\frac{\frac{\delta X}{\delta b}}{\frac{\delta X}{\delta a}} = \frac{p_b}{p_a}$$

Or, l'hypothèse ci-dessus suppose que la productivité des inputs ne varie pas de la même manière. Si la productivité de A augmente plus vite que celle de B, le rapport $\frac{\delta X}{\delta b} / \frac{\delta X}{\delta a}$ diminue et donc la pente de l'isocoût diminue. Une nouvelle ligne d'isocoût se trouve définie et son point de tangence avec l'isoquant X_T se situera plutôt en Z' qu'en Z. Le sentier d'expansion n'est alors plus linéaire.



- GRAPHIQUE 5 - Sentier d'expansion non linéaire.

(1) Cette démonstration issue de la théorie microéconomique traditionnelle peut être approfondie en consultant les manuels de LECAILLON ou DEHEM.

Cependant, ces différentielles de productivité ne sont statistiquement pas connues. Aussi doit-on faire l'hypothèse, comme dans le modèle simplifié, que la croissance prévue de la productivité est uniforme dans un secteur j .

Chaque élément d'une colonne de la matrice B sera donc ajusté par un facteur commun p_j défini ainsi :

$$p_j = \frac{1}{(1+\pi_j)^{T-t}}$$

L'équation (6) deviendra alors :

$$\hat{N}_T = B_t \cdot P_{tT} \cdot [I - A_t]^{-1} \cdot F_T \quad (14)$$

P_{tT} est une matrice diagonale d'éléments p_j .

Aucun élément de correction n'est apporté à la matrice A_t ; nous acceptons là une des hypothèses classiques d'un modèle LEONTIEF, à savoir la fixité dans le temps des coefficients a_{ij} . Nous verrons quelle est l'incidence de cette hypothèse dans la partie empirique.

Ainsi établie, cette équation (14) sera celle utilisée pour nos prévisions. Les résultats des différents tests effectués sur cette équation établiront la structure des emplois par niveau de qualification h pour l'année-horizon T . Ces estimations sont effectuées pour l'ensemble des branches : cependant, puisque nous utilisons les matrices LEONTIEF, ne seront pas prises en compte les personnes employées dans les administrations, les banques, l'armée, les collectivités locales ... Il est bien évident qu'avec une telle contrainte, les estimations sont biaisées. Cette partie de la population active est en effet non négligeable surtout pour certaines qualifications. En acceptant cet outil de planification, nous devons néanmoins être conscients de ses limites.

TROISIEME PARTIE : LE MODELE DES SALAIRES FICTIFS ET SON APPLICATION

A UNE ANALYSE COUT - BENEFICE

PREMIERE S.PARTIE : ETUDE DU MODELE DES SALAIRES FICTIFS

Dans la première partie de notre étude, a été exposée la théorie de l'analyse coût-bénéfice. Des critiques ont été émises quant à son emploi direct, notamment en ce qui concerne l'emploi des salaires observés comme mesure des bénéfices. Il est nécessaire de remédier à ces inconvénients si nous voulons poursuivre dans cette voie. Or, c'est par le remède à ces critiques, que la thèse de G. PSACHAROPOULOS est originale. La productivité marginale du travail, représentant les bénéfices sociaux de l'éducation, n'est plus mesurée à l'aide des gains observés, mais par la méthode des prix virtuels (shadow prices).

Cette sous-partie constituant l'originalité de cette étude, sera exposée de la façon suivante :

- SECTION I - Exposé théorique du modèle - Dans cette section sera montrée la démarche conduisant au modèle des salaires virtuels, ainsi que sa signification économique.

- SECTION II - Etude du modèle employé - Seront expliquées d'abord les techniques employées. Ensuite, sera exposé le détail du modèle à tester.

- SECTION III- Les données - L'établissement des données pose des problèmes : sources statistiques et méthodologie seront fournies.

SECTION I - EXPOSE THEORIQUE DU MODELE

S. SECTION I - LE BUT DU MODELE

Le but principal de cette étude est de fournir des éléments permettant une politique rationnelle de l'éducation. Le rôle du système scolaire dans cette optique de rationalité consiste à livrer l'input travail au reste de l'économie. De nombreux modèles de ce type ont été établis, notamment celui de S. BOWLES (1). Afin qu'un tel modèle remplisse au mieux son rôle, il faut que soit déterminé le montant global d'input à fournir. Celui-ci dépendra de la production - but à atteindre que l'on s'est fixée. Or, une telle opération peut être déterminée à l'aide du modèle prévisionnel de l'emploi exposé dans la partie précédente. Cependant les coûts de réalisation de l'objectif déterminé ne sont pas pris en compte. Pour peu que l'objectif soit optimiste, l'investissement induit pourra être considérable. Aussi une économie rationnelle doit-elle tenir compte de la rentabilité de cet investissement.

Coûts et bénéfices doivent être comparés afin de déterminer un taux de rendement que nous pourrons ensuite mettre en rapport avec un taux d'intérêt quelconque mesurant le bénéfice d'un même montant d'investissement dans une autre utilisation possible. Et c'est ce critère de rentabilité de l'investissement qui guidera dans les choix à effectuer. Ainsi, lorsqu'il existera des différences entre taux de rendement, disons $r_A > r_B$ (A et B étant des qualifications professionnelles ou des C.S.P.), nous saurons que les individus possédant une qualification B sont relativement plus nombreux que ceux possédant une qualification A (en termes absolus ils peuvent bien sûr être moins nombreux). Un investissement additionnel dans la qualification A aura alors tendance à corriger la mésallocation

(1) S. BOWLES : "A planning model for the efficient allocation of resources in education" - Quarterly Journal of Economics - mai 1967 -

des ressources et de ce fait à augmenter le produit national.

Cependant, nous avons parlé jusqu'ici de rentabilité en termes relativement imprécis. En effet, nous avons constaté, dans la partie précédente de cette étude, qu'un calcul de rentabilité individuelle pourrait être très différent de celui effectué par une collectivité.

Aussi est-il normal qu'un individu rationnel mesure les bénéfices qu'il attend d'un supplément d'éducation par l'accroissement de salaire envisageable correspondant à une qualification professionnelle plus élevée. Par contre, la collectivité elle, ne doit pas mesurer les bénéfices dus à un accroissement d'éducation par l'accroissement des salaires. Elle doit prendre en compte uniquement la contribution supplémentaire à la production fournie par l'accroissement de l'investissement en éducation.

Deux mesures du taux de rendement interne de l'investissement en éducation peuvent être établies :

1. Taux de rendement réalisé : ces taux peuvent être calculés pour un individu. La mesure des bénéfices est alors assurée par les taux de salaires observés.

2. Taux de rendement virtuel : ne sont pas réalisés effectivement par un individu quelconque. Les bénéfices sont alors mesurés par le produit marginal social d'une qualification ou C.S.P. particulière.

Une distinction entre taux de rendement réalisé et virtuel est superflue lorsque règne dans une économie la concurrence pure et parfaite c'est à dire lorsque l'hypothèse où le travail est rémunéré à sa productivité marginale est réalisée.

Cette hypothèse de concurrence est-elle assurée dans une économie telle que celle de la France ? Emettre des doutes à ce sujet paraît justifié ; en ce cas, la distinction entre les deux taux doit être faite. Ce n'est que dans le cas où les statistiques affirmeraient une identité entre ^{les} deux taux que nous pourrions accepter l'hypothèse de concurrence.

Une telle analyse consisterait alors en une vérification de l'hypothèse de concurrence. Le modèle des salaires fantômes n'aurait plus d'incidence sur la politique d'éducation : il ne serait qu'une preuve de l'état de concurrence. Les résultats statistiques montreront que nous sommes loin de cette hypothèse.

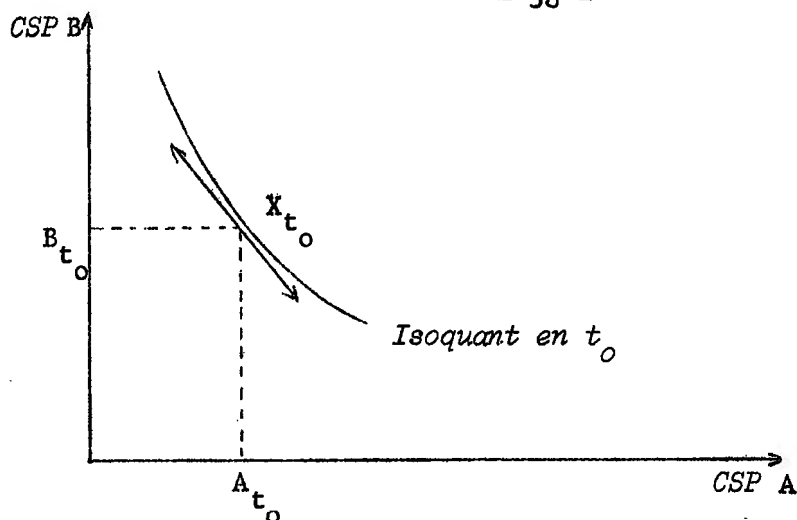
- REPRESENTATION THEORIQUE DE LA PRODUCTIVITE MARGINALE -

Lorsque nous calculons les taux de rendements virtuels, nous utilisons donc le concept de productivité marginale d'un facteur, ici une qualification professionnelle ou catégorie socio-professionnelle. Théoriquement, que représente la productivité marginale d'un facteur ?

Dans une année donnée t , l'économie dispose d'un montant déterminé de personnes possédant une catégorie socio-professionnelle A ou B (supposons que la production soit assurée avec ces deux seules C.S.P.). Supposons comme pour l'ensemble de l'économie, la fonction de production :

$$X = f(A, B)$$

A l'aide de cette fonction et du stock de main d'oeuvre disponible, un point X_t est déterminé mesurant la production effectivement réalisée. Connaissant la fonction de production, nous pouvons construire l'isoquant correspondant au point X_t , en faisant varier A et B. Le point X_t est seul réalisé ; les autres points de la courbe sont "imaginaires" en ce sens qu'ils ne sont pas réalisés et ne peuvent pas l'être étant donné le niveau réel de A et de B, mais auraient pu l'être si A et B avaient été autres.



La productivité marginale de la C.S.P. A par rapport à la C.S.P. B est donnée par la pente de la tangente $\frac{dB}{dA}$ de l'isoquant en t_0 au point X_{t_0} .

- DEMONSTRATION - (1)

Formons la différentielle totale de la fonction de production $X = f(A, B)$:

$$dX = \frac{\partial X}{\partial A} \cdot dA + \frac{\partial X}{\partial B} \cdot dB$$

où $\frac{\partial X}{\partial A}$ et $\frac{\partial X}{\partial B}$ sont les dérivées partielles représentant les productivités marginales de A et de B.

Or, le long d'un isoquant la différentielle totale est nulle par hypothèse, puisque la quantité produite est constante ; d'où :

$$\frac{\partial X}{\partial A} \cdot dA + \frac{\partial X}{\partial B} \cdot dB = 0$$

D'où :

$$\frac{\frac{\partial X}{\partial A}}{\frac{\partial X}{\partial B}} = - \frac{dB}{dA}$$

- $\frac{dB}{dA}$ mesure le taux auquel B doit être substitué à A, pour que le niveau de la production soit maintenu. Ce taux représente en quelque sorte le "prix" auquel il faut payer A par rapport à B. Ces coûts marginaux de

(1) Cf. J. LECAILLON : *Microéconomie* - Editions Cujas.

production des différents types de C.S.P. ou de qualifications représentent les salaires virtuels ou salaires d'une situation de concurrence.

Ces salaires virtuels mesurant les bénéfices dans une analyse coût-bénéfice, il est alors facile d'obtenir des taux de rendement virtuels représentant rentabilité marginale sociale de l'investissement en éducation.

S. SECTION II - UTILISATION DE LA PROGRAMMATION LINEAIRE

La sous-section I a révélé que seuls les salaires virtuels constituaient une mesure adéquate de la contribution marginale d'une CSP à la production. Une technique permettant l'évaluation de ces bénéfices dus à l'éducation (1) doit alors être mise sur pied.

Une technique très simple consisterait à observer directement les salaires dans un secteur concurrentiel sur le plan du marché du travail et à généraliser ensuite pour l'ensemble de l'économie. Certains auteurs américains ont utilisé cette méthode. Cependant, peut-on espérer trouver, dans une économie fort éloignée d'un régime de concurrence parfaite, un secteur où règne une concurrence véritablement pure et parfaite ? Pour peu que la structure des C.S.P. employée soit diversifiée, il sera difficile de trouver un secteur où aucune évaluation ne sera entachée d'erreur.

G. PSACHAROPOULOS dans sa thèse, a mis en oeuvre une technique différente : un modèle utilisant la programmation linéaire. Ce modèle linéaire constitue seulement une technique permettant de faire apparaître une notion conjointe : la notion de prix fictifs. ce modèle n'est pas

(1) Nous faisons l'hypothèse de travail, certes peu réaliste mais commode, que toute différence de salaire est due à l'éducation et à elle seule. Cette hypothèse sera sous-entendue tout au long du texte. La théorie du Capital Humain émet souvent cette hypothèse. Seuls certains auteurs, comme DENISON, la nuancent en affirmant qu'un certain pourcentage seulement des différences de salaire est expliqué par l'éducation. (coefficient α)

lui-même un outil de planification de l'éducation : ses résultats concernant l'estimation de la productivité marginale du travail serviront au calcul de taux internes de rendement qui sont eux les véritables instruments de planification de l'éducation. Le modèle de G. PSACHAROPOULOS doit donc être très nettement différencié de modèles tels que ceux de BOWLES, ADELMAN ou BERNARD. Qu'ils concernent le système éducatif seul comme le modèle de S. BOWLES ou le système économique général comme celui d'ADELMAN, ces modèles assurent par eux-mêmes la planification de l'éducation : ils prennent en compte en effet les ressources disponibles, les besoins futurs, et avec ces contraintes, tracent au cours du temps un sentier de décisions éducatives. La conception de ces modèles est donc entièrement différente de celle du modèle de G. PSACHAROPOULOS. La différence la plus sensible est peut être due à l'aspect dynamique de ces modèles. Le temps est en effet un élément nécessaire à la planification de l'éducation : il faut un certain nombre d'années pour éduquer un enfant. Ces modèles en tiennent compte. Par contre, le modèle de G. PSACHAROPOULOS est un modèle statique.

Il n'est pas besoin du temps en effet, car le rôle de ce modèle n'est pas d'assurer la planification mais de permettre l'établissement de taux de rendement internes du point de vue de la collectivité. N'ayant pas comme but le calcul des besoins en main d'oeuvre, il n'est pas nécessaire à ce modèle d'intégrer le temps. Il suffit ainsi de tester le modèle d'année en année, pour avoir une estimation ponctuelle des salaires fantômes. (1)

(1) Pour un modèle dynamique d'optimisation du système éducatif, voir S. BOWLES : *"The efficient allocation of resources in Education : a planning model with application to Northern Nigeria"* - Ce modèle est très bien résumé par A. PAGE dans son livre : *"L'Economie de l'Education"* - p. 202 et suivantes. Pour un exemple de modèle dynamique d'optimisation générale, voir I. ADELMAN : *"A linear programming model of educational planning : a case study of Argentina"* - (Baltimore : John Hopkins, 1966) - Voir aussi J. BENARD : *"Modèle d'Optimisation générale pour l'Economie et l'Education"* - OCDE - 1967 -

I. LA DEMARCHE DE LA PROGRAMMATION LINEAIRE

On entend par programmation linéaire, la maximisation (ou minimisation) d'une fonction linéaire de variables soumises à des contraintes représentées par des inégalités linéaires (Annexe 1).

A la vue d'une telle définition, il semble que notre problème d'allocation des ressources puisse être résolu à l'aide de cet outil. Rendre optimale l'allocation des ressources peut être envisagé de deux manières : on maximise une production ou l'on en minimise les coûts. Cette notion de dualité, base même de la programmation linéaire, existe donc entre une solution-quantité et une solution-prix. Exposons plus en détail chacune de ces deux solutions afin de considérer si elles s'adaptent bien à notre problème.

Partons de la solution-quantité que nous appellerons dès à présent le "primal". La fonction-objectif dans ce cadre, se propose alors de rendre maximum la production nationale, sous contrainte d'utiliser au mieux les facteurs de production disponibles. La solution de ce primal fournit le niveau optimal de chaque output, l'output total étant lui à son maximum.

La solution-prix, le "dual", étant l'opposé d'un problème de maximisation, consiste en un problème de minimisation · hypothèse propre à la programmation linéaire ; seront ainsi minimisés les coûts, c'est à dire la valeur de l'input total. La solution de ce dual fournit alors les prix fictifs des facteurs de production, notamment, et ceci nous intéresse en premier lieu, les prix fictifs des différentes C.S.P.. Ces prix fictifs mesurent la contribution marginale de la C.S.P. correspondante au produit national. Si ces prix fictifs sont positifs, cela indique qu'un accroissement des disponibilités de la C.S.P. correspondante est souhaitable. Et toute variation unitaire de celles-ci se traduira par une augmentation dans le primal égale à la valeur de cette variable duale et dans le dual

à une diminution identique. Ces prix fictifs sont donc des salaires virtuels mesurant la productivité marginale sociale. Ce sont eux que nous introduirons ensuite comme estimateurs des bénéfices. Des taux de rendement interne virtuels seront établis mesurant la véritable rentabilité sociale de l'investissement en éducation.

II. NATURE DES PRIX FICTIFS (1)

Les prix fictifs obtenus dans le dual sont-ils des prix d'équilibre ? Sont-ils suivant l'expression de SCHUMPETER de vrais "*coefficients de choix économiques*" ?.

Le dual de notre problème consiste à obtenir la solution admissible qui correspond à la plus petite valeur possible de la fonction-objectif. La méthode de résolution d'un programme linéaire est une procédure itérative : par approximations successives on calcule une série de coûts ou prix des inputs conduisant à la solution optimale. On s'aperçoit que cette solution est atteinte lorsqu'il est impossible de modifier le programme sans détériorer le système. A ce niveau introduire des inputs ayant un coût plus élevé en remplacement d'input ayant un coût moins élevé a pour conséquence d'augmenter la valeur totale des inputs. La minimisation des coûts n'est plus assurée ainsi que, corrélativement, la maximisation de la production totale. D'où : si, et seulement si, la solution optimale est atteinte, les prix fictifs des inputs sont des prix d'équilibre ou d'efficience. Plus aucune activité alors ne rapporte des profits. En ce qui concerne le travail, chaque travailleur est rémunéré à sa productivité marginale.

Dans la solution de base, sont déterminés des prix : les prix de LEONTIEF, c'est-à-dire résultant d'un équilibre comptable. Les prix de LEONTIEF ne sont pas de véritables prix d'équilibre ; ils sont le reflet

(1) Une très bonne explication de prix fictifs est donnée par C. JESSUA dans son livre : "*Coûts sociaux et coûts privés*" - 1^{ère} Partie.

de la réalité, réalité qui semble être très éloignée d'un système concurrentiel. En effet, les prix de LEONTIEF sont établis à partir de la valeur ajoutée : or la valeur de ce terme indique la somme des rémunérations mais n'indique rien sur la formation de ces rémunérations. Les prix de LEONTIEF, fournis par les tableaux interindustriels, montrent les liaisons entre les prix des facteurs de production et les prix des produits. Ils constatent une situation mais n'indiquent rien au sujet de l'équilibre.

Les prix fictifs obtenus par la programmation linéaire contrairement aux prix LEONTIEF expriment le degré de rareté des inputs correspondant et conduisent à une situation d'allocation optimale des ressources. Nous devons maintenant formaliser le modèle fournissant ces prix fictifs.

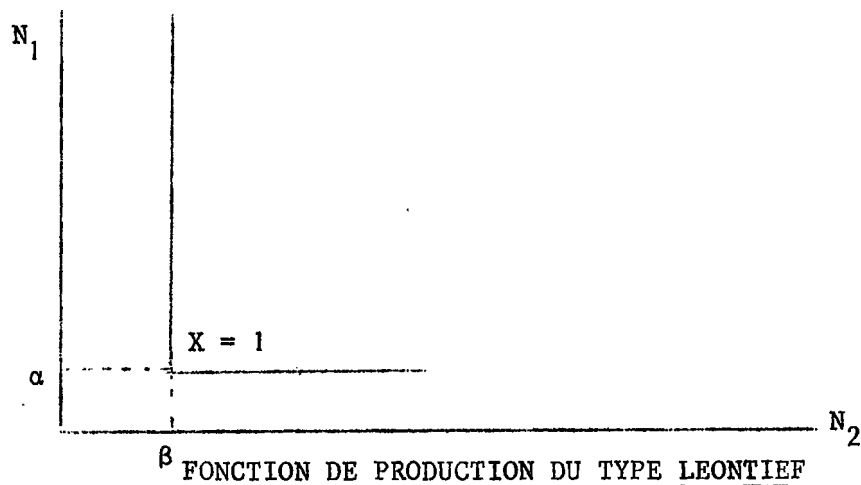
III. EBAUCHE DU MODELE DES SALAIRES FANTOMES

En 1951, DANTZIG mis au point une technique permettant d'obtenir le maximum (ou minimum) d'une fonction linéaire de variables soumises à des contraintes représentées par des inégalités linéaires.

Avant d'exposer la forme générale du modèle nous voudrions insister sur le concept de linéarité dont fait état cette définition. Toutes les équations ou inéquations utilisées dans ce système devront être linéaires c'est à dire de degré 1. Et notamment, en ce qui concerne l'emploi, la fonction utilisée afin d'obtenir les produits marginaux des différentes qualifications du travail ou C.S.P. sera du type LEONTIEF. Réduisons pour l'explication cette fonction au cas où il n'existe que deux facteurs de production : N_1 les travailleurs de C.S.P.₁ et N_2 les travailleurs de CSP₂. La fonction de production s'écrira alors :

$$X = \text{Min} \left(\frac{N_1}{\alpha}, \frac{N_2}{\beta} \right)$$

L'association des facteurs de production N_1 et N_2 doit se faire en proportions rigides α et β faute de quoi l'un des facteurs est surabondant.



Si nous supposons réalisée la production, cette fonction de production devient :

$$X = \frac{N_1}{\alpha} , \frac{N_2}{\beta}$$

que nous pouvons transformer ainsi en la décomposant :

$$N_1 = \alpha X$$

$$N_2 = \beta X$$

Ces équations linéaires, montrant que le niveau de l'emploi est fonction de la production, seront utilisées dans le modèle.

Cette fonction de type LEONTIEF suppose bien entendu constants les coefficients α et β . Une fonction du type COBB-DOUGLAS ($X = N_1^\alpha \cdot N_2^{1-\alpha}$) aurait évité cet inconvénient. A cause de l'hypothèse de linéarité, l'emploi d'une telle fonction est impossible. Garder la fonction de LEONTIEF semble néanmoins acceptable, car notre modèle est un modèle statique ; ainsi le progrès technique, qui modifie au cours du temps les coefficients α et β , n'intervient plus. Demeure seulement à ce niveau, le phénomène des économies d'échelle. Ce problème sera étudié à la fin de cette étude ; nous devons auparavant, exposer le schéma du modèle.

1. La forme du primal

Le problème primal consiste donc à rendre maximum la production sous certaines contraintes relatives, notamment aux techniques de production et aux disponibilités initiales en facteur de production.

- FONCTION-OBJECTIF -

Elle s'écrit ainsi :

$$\text{Max } cX$$

où c représente la valeur unité de chaque output X .

- CONTRAINTES -

Elles seront du type :

$$AX \leq b$$

b représente la limite supérieure des disponibilités en input : ces disponibilités concernant l'emploi, mais aussi l'épargne ou tout autre facteur rare de production. A représente lui, les besoins unitaires pour la production.

- AUTRE TYPE DE CONTRAINTE -

$$X \geq 0$$

Cette condition de non-négativité (figurant toujours dans un programme linéaire) permet d'éviter certaines solutions tout à fait irréalistes pouvant survenir.

La solution de ce problème primal déterminera le niveau optimal de chaque output au moment où la valeur de l'output total est à son maximum.

2. La forme du dual

Comme nous l'avons vu précédemment, la solution du dual est celle qui fournit les "prix virtuels" des inputs et notamment ceux du travail : les salaires virtuels. Cette solution donne le coût de chaque input à l'instant où la valeur de l'ensemble des inputs est minimum. A ce point, la productivité marginale du travail correspond au salaire d'un régime concurrentiel.

- FONCTION OBJECTIF -

L'objectif, symétrique de celui d'une solution-quantité, consiste à rendre minimum la valeur de l'ensemble des inputs :

$$\text{Min } P.b$$

où P est la valeur unitaire de chaque input et b les disponibilités données de chaque input.

- CONTRAINTES -

$$P.A \geq C$$

C représente, comme pour le primal, la valeur unitaire d'un output. Cette inéquation établit donc que la somme des prix unitaires de chaque input (P) multipliés par la quantité unitaire d'input nécessaire à la production (A) doit être supérieure ou égale à la valeur ajoutée unitaire de la production (C) observée. Ce type de contrainte suppose que la valeur ajoutée optimale doit être supérieure ou au minimum, égale à la valeur ajoutée observée. C et A étant respectivement des vecteurs et matrices fixés, il reste à déterminer le vecteur P traduisant les "prix" des inputs que nous voulons considérer : ces inputs peuvent être les différentes qualifications du travail, mais aussi le capital (1). Le modèle détermine donc un vecteur P où chaque élément représente le "prix" le plus bas possible de chaque input, compte tenu des contraintes : ce prix représente bien le salaire marginal pour un input-travail.

$$P \geq 0$$

Parallèlement au primal, existe une contrainte de non-négativité afin de rester dans le domaine de la réalité.

(1) Si le capital n'est pas considéré comme facteur de production, cela signifiera que l'on considère son coût comme nul.

3. Paramétrisation

Il est intéressant, une fois déterminée la série de prix fictifs, d'examiner l'évolution de chacun d'eux lorsque varie le niveau d'une catégorie socio-professionnelle.

La technique de la paramétrisation permet ainsi de mesurer l'effet d'une variation dans la disponibilité d'une catégorie socio-professionnelle sur le produit marginal correspondant. Ces variations pourront ensuite être intégrées dans les estimations du taux de rendement de l'investissement en éducation.

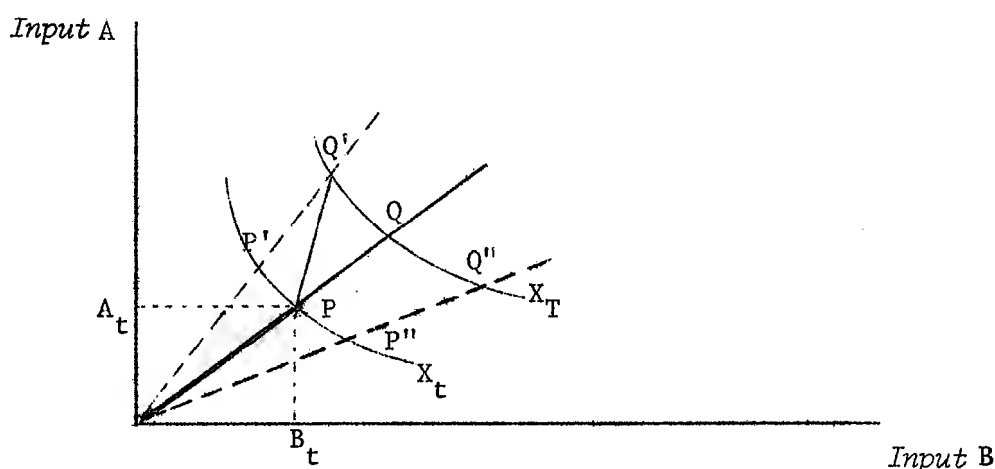
Cette technique consiste à faire varier l'offre d'un facteur d'une manière non-marginale (afin que la variation induite soit perceptible) en laissant l'offre de tous les autres facteurs constante. Le choix des paramètres, c'est-à-dire des variations est discrétionnaire. Cependant une série suffisamment importante de paramètres doit être testée afin d'établir une courbe de productivité marginale pour la C.S.P. correspondante, exprimant les effets des variations sur le produit marginal.

4. Limite du problème

Nous ne ferons pas à ce niveau, une étude critique du modèle. Nous voudrions cependant revenir sur une des hypothèses les plus contraignantes, due à l'emploi d'une fonction de production du type LEONTIEF. Dans une telle fonction, l'élasticité de substitution entre les facteurs de production est nulle. En d'autres termes, c'est une fonction de production à coefficients fixes. Cette hypothèse est lourde de conséquences même dans un modèle statique ; en effet, il est impossible de savoir si l'on aurait pu atteindre un niveau de production plus élevé, avec une autre combinaison techniquement possible des facteurs de production ou encore, si l'on aurait pu atteindre un même niveau de production avec moins d'input.

G. PSACHAROPOULOS apporte une réponse à cette critique en introduisant une possibilité de substitution dans le modèle. La technique, bien que très originale, est assez simple. Les coefficients établis suivant la théorie de LEONTIEF, ne peuvent être que fixés à partir des statistiques d'un pays donné, certes ; mais dans un pays ayant un niveau de développement comparable, la combinaison des inputs peut être différente. La technique consiste donc à prendre la combinaison des inputs existant dans ce pays et à la substituer à celle du pays considéré. Est ainsi permise une possibilité de substitution discrète des techniques de production.

Examinons le schéma suivant :



- Possibilité de substitution discrète dans une fonction de production de LEONTIEF -

Supposons que dans notre pays il n'y ait que deux inputs, A et B. A un instant donné du temps t , un certain niveau de production X_t est atteint. La combinaison effectivement réalisée des inputs est donnée par la fonction de production : le point P. Cependant, un même montant de production - nous nous situons donc sur l'isoquant X_t - peut être obtenu par une autre combinaison d'input effectivement observée dans un pays différent ; P'. De même pour un deuxième pays P''.

Or des trois combinaisons précédentes, toutes techniquement réalisables, une peut être jugée la meilleure pour des raisons économiques sociales ou autres ; par exemple, la combinaison P' (ces raisons, bien que non-arbitraires, sont établies en dehors du modèle).

L'intérêt de cette technique ne se situe pas bien sûr en l'année t , mais en l'année T , année pour laquelle on veut faire des prévisions. La combinaison des inputs servant de base aux calculs ne sera plus celle de P , mais celle de P' et en l'année T , ce ne sera pas la combinaison Q qui résultera des calculs, mais la combinaison Q' . Un sentier d'expansion non linéaire est ainsi déterminé.

L'idée est originale. Aussi avons-nous formulé le souhait de tester cette technique. Deux raisons nous ont cependant contraint à abandonner cet espoir. La première est tout à fait matérielle, ou plus exactement statistique. Nous avons tenté de rassembler les données statistiques nécessaires à un tel test pour l'Allemagne. Pour effectuer pratiquement cette substitution, nous devons disposer de la structure de l'emploi par branches et par catégorie socio-professionnelle. L'examen des statistiques allemandes sur ce sujet nous conduisirent très vite à l'abandon : ni la classification des branches, ni celle des catégories socio-professionnelles ne correspondent aux classifications françaises. Des recoupements sont peut être possibles mais ils dépassaient les capacités de notre étude. La deuxième raison n'a pu apparaître qu'une fois testé le modèle français. En effet, même si l'on avait pu disposer de la structure de l'emploi, des éléments de conversion étaient nécessaires pour obtenir des statistiques homogènes. Or, et ce sera un des résultats importants de notre étude, ce modèle est très sensible. Aussi, les erreurs venant du processus de conversion des statistiques allemandes pourraient à elles seules entraîner des divergences considérables dans les résultats.

G. PSACHAROPOULOS a pu plus aisément effectuer ce test car il disposait de statistiques homogènes établies dans le cadre de l'OCDE. Ses données sont en effet tirées du Projet Régional Méditerranéen établi pour plusieurs pays de l'Europe méridionale (Grèce, Italie, Yougoslavie, Espagne, Portugal).

SECTION II - ETUDE DU MODELE

Dans la section précédente, ont été définies les bases du modèle utilisé pour obtenir une mesure des salaires fantômes, véritables indicateurs de la productivité marginale du travail (1). Dans cette section, nous examinerons donc en détail ce modèle et nous exposerons son fonctionnement. La démarche de cette partie sera donc la suivante :

- S,SECTION I - L'outil utilisé : la programmation linéaire

-S,SECTION II - Exposé du primal et du dual du modèle

-S,SECTION III - La mathématique du modèle

S,SECTION I : L'OUTIL UTILISE : LA PROGRAMMATION LINEAIRE

Avant d'exposer le primal et le dual de notre modèle, nous voudrions montrer quelques règles concernant la technique de la programmation linéaire, notamment les règles régissant le passage entre le primal et le dual. Aucune démonstration de ces règles cependant ne sera faite dans notre étude : nous les utiliserons comme des outils mathématiques solidement établis (2).

I. RELATIONS PRIMAL-DUAL

"Le sens des inégalités dans le dual est l'inverse de celui des inégalités du primal, sauf en ce qui concerne les contraintes de non-négativité des variables" (3). Le problème primal consistait à maximiser

(1) Supposons le tout au moins théoriquement

(2) De nombreux ouvrages ont été publiés sur ce sujet. Cf notamment DANTZIG, MAURIN, SIMMONARD...

(3) Les citations de ce paragraphe I sont tirées du petit livre de SOLNIK "Programmation linéaire".

la production totale sous certaines contraintes relatant les disponibilités en input. Ces disponibilités marquaient donc des limites supérieures à ne pas dépasser. Intuitivement, puisque nous avons à faire dans le dual à un problème inverse, les valeurs inscrites au côté droit des inégalités deviendront des limites inférieures au-dessous desquelles il ne faudra pas descendre.

"Le dual comporte une variable pour chaque contrainte du primal". Chaque contrainte du primal exprime une relation concernant l'emploi d'une disponibilité en input. La variable duale indiquera quel est le "coût" ou prix de cette disponibilité. Ainsi la variable duale correspondant à une contrainte sur une C.S.P. particulière dans le primal fournit le prix d'un individu ayant cette C.S.P., c'est à dire un salaire virtuel puisque à l'optimum nous sommes dans une situation fictive de concurrence.

Réciproquement *"le dual comporte autant de contrainte qu'il y a de variables dans le primal"*. Le modèle primal comporte un seul type de variables - la production - ; le dual ne comportera donc qu'un seul type de contraintes ayant rapport à la production. Aux côtés droits des inéquations des contraintes duales figurent uniquement les termes c_j mesurant la valeur unitaire de l'output.

"Les coefficients de la fonction objectif du primal deviennent les constantes des contraintes duales"; ils figurent ainsi aux membres droits de ces inéquations.

"Chaque colonne de coefficients A dans les contraintes du primal devient une ligne de coefficients A dans les contraintes du dual". Une colonne des contraintes du primal représente la quantité de tous les inputs nécessaires pour produire une unité de production ; dans le dual, ce vecteur devient la ligne des coefficients multiplicateurs de la variable-prix.

II. THEOREME DE DUALITE

Afin de mieux mettre en lumière ce qu'est la dualité, énonçons deux théorèmes concernant son interprétation économique.

- Théorème 1 - *"Le maximum du primal correspond au minimum d'un dual et réciproquement".*

La démonstration de ce théorème est assez longue et complexe. La seule preuve que nous en fournirons sera donnée par les résultats de l'étude empirique du modèle ; nous vérifierons que le maximum de la valeur ajoutée globale est égale au minimum des coûts globaux. Notons toutefois qu'un tel phénomène est le résultat de l'hypothèse de linéarité excluant les externalités et les économies d'échelle. L'emploi d'une technique permettant l'utilisation de fonction de production à coefficients variables conduirait à une inégalité des deux résultats.

- Théorème 2 - *"Si dans une solution optimale, une contrainte n'est pas saturée, c'est à dire que l'inégalité est rigoureuse, la valeur optimale de la variable duale correspondante est zéro".*

Cette variable, une ressource par exemple, est un bien gratuit. Une contrainte demeurant une inégalité dans notre problème dual aurait l'incidence suivante : dans le cas où le côté gauche serait supérieur au côté droit, la production correspondante ne serait pas effectuée car il y aurait production à perte. Dans le cas d'une inégalité inverse, la production effectuée, rapporterait un profit positif : une telle situation n'est pas acceptable dans un cadre concurrentiel. Ainsi, une variable duale n'aura une valeur différente de zéro que lorsque l'inégalité correspondante sera transformée en égalité. La valeur de cette variable détermine donc un prix fictif au-dessous duquel l'économie a intérêt à s'approvisionner à l'extérieur et au-dessus duquel elle produirait à perte.

- Relation entre coût marginal et variable duale -

Nous verrons dans ce paragraphe que coût marginal et variable duale ont une signification identique. La preuve en sera seulement définitionnelle ; en effet, la démonstration mathématique, assez longue d'ailleurs, supposerait explicités tous les concepts de base de la programmation linéaire. Tel n'est pas notre but ; nous supposerons donc connues et/ou acceptées ces démonstrations (1).

. Définition du coût marginal

"Les coûts marginaux sont les coefficients des variables d'écart hors base, dans l'expression de la fonction économique primale".

(1) (2). Des variables d'écart ont été introduites au niveau des contraintes afin de transformer les inégalités en égalités. Il faut donc tenir compte de ces variables dans la fonction économique : elles sont introduites, pour ce faire, avec un coefficient nul $c_{j+\alpha}$ avec α variant de 1 à M (M étant le nombre de contraintes). Au cours du processus de maximisation, ces coefficients vont prendre des valeurs différentes de zéro. A l'optimum ils seront appelés "coûts marginaux". Leur signification est la suivante : dans un problème de maximisation de la production, le coût marginal affecté à une variable d'écart représente la diminution minimale de production entraînée par la non-utilisation d'une quantité unitaire du bien associé, dont les disponibilités sont limitées supérieurement. Par contre, si une variable d'écart à la fin du processus de maximisation est restée dans la base, son coût marginal est nul, car le bien ou input correspondant, est en excès.

(1) Pour une démonstration claire de cette relation voir notamment H. MAURIN : "Programmation linéaire appliquée" - Ch. VII.

(2) Cf. Annexe 1.

. Définition d'une variable duale

Chaque variable duale du type P dans notre modèle, est associée à une contrainte : ceci est un résultat des paragraphes précédents. Cette variable définit le coût de cette contrainte, c'est-à-dire l'augmentation de production pouvant résulter de sa modification. L'interprétation économique de cette variable est donc importante : elle met en évidence l'intérêt de l'assouplissement de certaines contraintes du problème.

La signification des variables duales est donc analogue à celle des coûts marginaux. Il suffit théoriquement de traiter l'un ou l'autre programme ; le dual pouvant être déduit directement du primal et inversement. C'est l'une des raisons pour laquelle nous n'avons traité dans notre partie empirique que le primal. En effet, bien qu'il conduise au même résultat, le traitement d'un programme de maximisation est beaucoup moins lourd que celui d'un programme de minimisation. Cependant à côté de cet avantage, figure un inconvénient important lorsque les contraintes ne sont pas toutes du même sens.

S. SECTION II - EXPOSE DU PRIMAL ET DU DUAL DU MODELE

Répetons-le encore à ce niveau : la méthode consiste à maximiser une macro-fonction-objectif sous certaines contraintes. En d'autres termes, nous nous fixons un but ; une P. I. B. maximale, dans le domaine du possible. A ce problème, le primal, correspond une solution-quantité, à savoir la production optimale par secteur. Symétriquement, existe une solution-prix fournie par le dual du problème ayant pour objectif la minimisation des coûts. En ce qui concerne le travail, nous obtenons son "prix d'équilibre" c'est-à-dire sa contribution marginale à la production.

I. FONCTION-OBJECTIF DU PRIMAL

Nous devons maximiser la P. I. B., c'est-à-dire en termes comptables, la valeur ajoutée. Or, le terme valeur ajoutée demanderait à être suivi d'un complément : valeur ajoutée à la production. En d'autres

termes, au niveau microéconomique, la valeur ajoutée est fonction du niveau de la production. Dans une situation observée t_0 , un rapport peut être établi entre valeur ajoutée et production.

$$\frac{V}{X} = c$$

Dans la situation, $cX = V$; seule une transformation mathématique d'une liaison comptable a été effectuée. Au lieu de maximiser V , nous pouvons maximiser cX .

L'intérêt d'une telle transformation est le suivant : au cours du processus de maximisation, nous pouvons supposer fixe c (comme c'est le propre d'une fonction de type LEONTIEF). X étant une variable, prendra des valeurs différentes au cours du processus maximisateur. Une nouvelle valeur de V sera obtenue : sa variation sera fonction de la variation de X . V est donc une variable dépendante.

Et si j est un indice de secteur, nous chercherons quelle est la combinaison de X_j rendant maximum la fonction-objectif $c_j X_j$. Celle-ci atteinte, nous connaissons le montant maximum de la valeur ajoutée.

$$\text{Max}_j c_j X_j \quad (1)$$

- CONTRAINTES -

Assurer une production maximale ne va pas sans loi, sinon ce maximum serait l'infini. Aussi doit-il être compris dans un domaine de possibilités défini par des contraintes.

. Contraintes sur les biens et services

Une des contraintes de la fonction-objectif consiste à assurer un "panier de produits" suffisamment stable. En d'autres termes, la production des secteurs doit être telle qu'elle assure un niveau minimum de demande finale. Si une telle contrainte n'était pas exprimée, les secteurs les moins contraignants, seuls fourniraient une production, c'est

à dire, les secteurs ayant un fort pourcentage de valeur ajoutée. La demande finale qui, elle, est incompressible (supposons-le à court terme), devrait alors être assurée par des importations.

Cette contrainte s'exprime ainsi : (1)

$$\sum_j X_j - \sum_j a_{ij} X_j + M_j - E_j \geq F_{i \text{ min}} \quad (2)$$

avec $\begin{cases} F_{i \text{ min}} : \text{niveau minimum de la demande finale} \\ a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j} \text{ coefficients LEONTIEF.} \end{cases}$

Cette contrainte peut être énoncée ainsi : la somme des productions des secteurs j moins la somme des demandes intermédiaires plus les importations, moins les exportations doit être supérieure au niveau minimum de la demande finale.

Ecriture matricielle :

$$[I - A] X + M - E \geq F_{\text{min}}$$

Or, d'une manière comptable F_{min} peut être défini ainsi :

$$F_{\text{min}} = [I - A] X + M$$

En effet, la demande finale de la part des individus peut être assurée par l'offre finale de la part des secteurs nationaux ou par des importations.

La conversion de l'inégalité (2) en égalité se fait en ajoutant au membre de gauche une variable d'écart, égale à E . En effet E est compris dans F_{min} .

(1) i sera l'indice de ligne et j l'indice de colonne.

Parallèlement à ce type de contrainte, G. PSACHAROPOULOS, afin d'éviter que la demande finale ne soit entièrement assurée par les importations, établit la contrainte suivante :

$$M_j \text{ virtuels} \leq (M_j + \alpha_1 M_j) \text{ observés} \quad (3)$$

avec $0 \leq \alpha_1 \leq \lambda_1$

Au même titre que les importations, les exportations sont dans ce modèle, des variables. Aussi doit-on éviter qu'elles ne prennent des valeurs trop importantes ; en effet, il n'est pas sûr que le marché international puisse supporter une augmentation importante du montant des exportations. Une limite maximum sur le montant des exportations doit donc être établie :

$$E_j \text{ virtuels} \leq (E_j + \alpha_2 E_j) \text{ observés} \quad (4)$$

avec $0 \leq \alpha_2 \leq \lambda_2$

Cette équation détermine le montant d'augmentation d'exportations toléré au cours du processus de maximisation.

Les équations (3) et (4) évitent certes les grands risques de déséquilibre. Cependant, un déséquilibre important peut subsister si l'on ne restreint pas l'écart possible entre ces deux variables. La technique consiste à fixer arbitrairement un déficit de la balance commerciale à ne pas dépasser :

$$\left(\sum_j M_j - \sum_j E_j \right) \text{ virtuels} \leq \text{Déficit maximum de la balance commerciale} \quad (5)$$

Le domaine des possibilités de production sera d'autant plus restreint que les paramètres α_1 , α_2 et le déficit maximum toléré seront petits.

Malheureusement, le groupe de contraintes (2), (3), (4), (5) n'a pas pu être pris en compte tel quel dans notre étude, non pas à cause des statistiques, mais de la technique. En effet, la programmation linéaire

ne tolère pas de contraintes du type-supérieur ou égal à-dans un problème de maximisation. Or, inverser les signes (et donc le sens de l'inégalité) conduirait à rendre négatif le second membre. Cette solution n'est pas admissible car la technique de la programmation linéaire impose comme solution de base (c'est à dire, avant les différentes itérations conduisant à l'optimum), ces seconds membres (1) : il est bien évident que des productions négatives sont impossibles. Seul un programme de minimisation aurait permis d'éviter ce problème car les seconds membres du primal deviennent les coefficients fixes de la fonction-objectif duale ; or, ceux-ci peuvent être négatifs (2). Cependant, nos moyens étant limités tant du point de vue FORTRAN que du point de vue de la capacité de l'ordinateur utilisé, nous avons dû abandonner ce type de contraintes, ou plus exactement, transformer ces contraintes.

L'intuition nous en a été communiquée par une remarque de G. PSACHAROPOULOS. Il affirme en effet avoir été obligé de spécifier toutes ces contraintes sur les biens et services parce que ses résultats divergeaient par trop : n'oublions pas qu'il teste son modèle avec des données grecques. Aussi supposant l'économie française plus stable et plus proche d'un régime concurrentiel, nous avons spécifié notre contrainte sur la production de la manière suivante : évitant le problème des exportations et des importations, donnant une trop grande dimension à notre modèle au regard de l'ordinateur, nous établissons que la demande finale assurée par les secteurs français doit être inférieure (ou égale) à un certain niveau supérieur de la demande finale.

(Production - Demande Intermédiaire) virtuels $\leq DF_{max}$

$$\text{où :} \quad \sum_j X_j - \sum_j a_{ij} X_j \leq DF_{max} \quad (6)$$

(1) Cf. Annexe 1

(2) Ceci constitue un critère de choix pour savoir s'il est préférable de traiter le problème primal ou le problème dual.

Mis sous forme matricielle :

$$[I - A] X \leq DF_{\max}$$

Ce $DF_{\max}$, nous pouvons le fixer arbitrairement égal à l'offre finale de la part des secteurs français plus les importations. En d'autres termes, nous permettons aux secteurs français à la fin du processus de maximisation, de produire l'ensemble de la demande finale qui était auparavant produite par ces mêmes secteurs français, mais aussi fournie par les importations. En quelque sorte, nous permettons à :

$$[I - A]X \text{ de devenir à l'optimum } [I - A]X + M$$

Avec une telle contrainte, nous pouvons prévoir que certaines productions seraient nulles. Nous ne pouvions pas éviter cet inconvénient notre problème n'acceptant pas des contraintes du type $\gg$. Les résultats montrent cependant qu'un seul secteur est improductif : "Mines et combustibles minéraux solides" ; ce qui n'est pas pour surprendre (notre test n'est pas effectué pour l'année 1974 !). Notre contrainte, plus contraignante que la seule équation (3), mais moins contraignante que l'ensemble des équations (2) à (5), s'avèrait satisfaisante.

- CONTRAINTES SUR L'EMPLOI -

Dans une économie déterminée, les personnes disponibles pour travailler, sont en nombre limité. Et si nous classons ces personnes suivant la C.S.P. qu'elles possèdent, nous aurons des contraintes de disponibilités sur chaque C.S.P. Ces contraintes exprimeront donc le fait que l'on ne peut pas employer plus de travailleurs qu'il n'en existe.

$$\sum_j N_{hj} \text{ emploi virtuel} \leq \sum_j N_{hj} \text{ emploi observé.}$$

où h est un indice indiquant la C.S.P.

Le terme de droite pris comme estimateur des personnes disponibles entraîne l'hypothèse qu'il n'y a pas de chômage. Quant au membre de gauche, il est fonction du niveau de la production X_j . Mettons donc en évidence cette fonction.

Dans la situation observée, le nombre de personnes employées correspondait à une certaine production. Nous pouvons ainsi mettre cette correspondance sous forme de rapport :

$$\frac{N_{hj}}{X_j} = b_{hj}$$

Les coefficients b_{hj} expriment donc le nombre de personnes de C. S. P. h nécessaires pour produire une unité de production j .

Dans le processus de maximisation, nous supposons fixe ce coefficient (hypothèse d'une fonction LEONTIEF). La production, elle, variera. Le produit du coefficient d'emploi par la production virtuelle déterminera le nouveau montant de l'emploi.

$$\sum_j b_{hj} X_j \leq \sum_j N_{hj} \quad (7)$$

Cet ensemble de contraintes sur l'emploi sera celui qui, dans le dual, fournira les salaires fictifs. En effet, nous l'avons vu précédemment, à chaque contrainte primale correspond une variable duale exprimant le "coût" à cette contrainte. Or le coût du travail n'est autre que le salaire d'un régime concurrentiel.

Ces deux types de contraintes, équation (6) et (7), sont suffisantes pour que le modèle puisse fonctionner. Nous l'avons testé ainsi : (cf. résultats page 77).

- CONTRAINTES D'INVESTISSEMENT -

Les contraintes précédentes ont fixé les limites sur les disponibilités d'emploi. La réalisation d'une production demande en outre d'autres disponibilités : le Capital. La production avec le niveau d'industrialisation des pays développés, n'a pu être réalisée qu'à l'aide d'un certain montant d'investissement. Il est bien évident que les disponibilités en investissement sont limitées supérieurement, même si l'on prend en compte les sources de financement venant de l'extérieur. La contrainte d'investissement établira donc que l'investissement dans la situation virtuelle ne doit pas dépasser le montant des capitaux disponibles. Théoriquement, les capitaux disponibles correspondent à l'épargne E et aux prêts venant de l'étranger G. D'où la contrainte suivante :

$$\left(\sum_j \text{Investissements } j \right) \text{ virtuels} \leq E + G$$

Reprenons à ce niveau le même raisonnement que celui de la contrainte précédente. Dans la situation observée de l'année t, pour fabriquer une unité de production, un certain montant d'investissement a été nécessaire : définition des coefficients k_j :

$$k_j = \frac{\text{Inv } j}{X_j}$$

Supposons ces coefficients fixés (hypothèse de LEONTIEF) et, par le processus de maximisation, faisons varier la production X_j .

$$\sum_j k_j X_j \leq E + G$$

Pratiquement, la mesure par les comptes nationaux de E et de G peut paraître quelque peu incertaine. Aussi avons-nous préféré dans le test de notre modèle, comme instrument de mesure des capitaux disponibles, les capitaux effectivement investis. Ainsi la contrainte utilisée s'établit :

$$\left(\sum_j k_j \cdot X_j \right) \text{ virtuels} \leq \left(\sum_j \text{Invest. } j \right) \text{ réalisés} \quad (8)$$

Cette nouvelle contrainte délimitera un nouveau domaine de production possible. Il sera évidemment plus petit ou au plus égal à celui défini précédemment par les deux autres types de contraintes (cf. résultats page 81).

- CONTRAINTES SUR UNE PRODUCTION DETERMINEE -

Le modèle défini par les contraintes précédentes fournit les productions optimales. En la comparant aux productions effectivement réalisées, certaines productions optimales peuvent être jugées trop importantes. Arbitrairement, on peut alors imposer une production maximale j à ne pas dépasser.

$$(\alpha_k \cdot X_j)_{\text{virtuelle}} \leq X_j \text{ fixée arbitrairement} \quad (9)$$

avec : $\alpha_k = 1$ pour $k = j$
 $\alpha_k = 0$ pour $k \neq j$

Il est possible d'établir autant de ces contraintes qu'il y a de production j . Ces équations seront d'autant plus contraignantes que le niveau des productions a été fixé arbitrairement bas. Il est notamment intéressant d'établir une telle contrainte afin de montrer quel est l'effet d'une baisse d'une production donnée par rapport à la production réalisée.

Le modèle que nous utiliserons est maintenant parfaitement établi. Les résultats en seront communiqués dans la partie suivante. Nous voudrions maintenant exposer la technique mathématique de ce modèle.

S. SECTION III - LA MATHEMATIQUE DU MODELE

Maintenant qu'est définitivement établi le modèle utilisé, nous voudrions montrer les relations établies par la programmation linéaire. Nous exposerons donc successivement le primal et le dual du modèle.

I. PRIMAL

D'après la sous-section II, il s'établit ainsi :

$$\text{Max } c_1 X_1 + c_2 X_2 + \dots + c_j X_j$$

sous les contraintes :

$$(1 - a_1)X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_j X_j < DF_{\max}$$

$$b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_j X_j < N$$

$$k_1 X_1 + k_2 X_2 + \dots + k_j X_j < I$$

avec $X_1, X_2, \dots, X_j > 0$.

Donnons-en maintenant un exemple avec :

- trois branches j (donc trois produits i dans cette optique)
- deux types de C. S. P. h.

Simultanément nous transformerons les inégalités des contraintes en égalité en introduisant des variables d'écart. Nous obtenons alors le modèle suivant :

$$\text{max } c_1 X_1 + c_2 X_2 + c_3 X_3 + \bar{c}_4 A + \bar{c}_5 B + \bar{c}_6 T + \bar{c}_7 \Delta + \bar{c}_8 E + \bar{c}_9 Z$$

Sous les contraintes :

$$\begin{array}{l}
 \text{Type I} \left[\begin{array}{l} X_1 - a_{12}X_2 - a_{13}X_3 + A \\ -a_{21}X_1 + X_2 - a_{23}X_3 + B \\ -a_{31}X_1 - a_{32}X_2 + X_3 + \Gamma \end{array} \right. \begin{array}{l} = DF_1 \text{ max} \\ = DF_2 \text{ max} \\ = DF_3 \text{ max} \end{array} \\
 \\
 \text{Type II} \left[\begin{array}{l} b_{11}X_1 + b_{12}X_2 + b_{13}X_3 + \Delta \\ b_{21}X_1 + b_{22}X_2 + b_{23}X_3 + E \end{array} \right. \begin{array}{l} = N_1 \\ = N_2 \end{array} \\
 \\
 \text{Type III} \left[\begin{array}{l} k_1X_1 + k_2X_2 + k_3X_3 + Z \end{array} \right. \begin{array}{l} = I \end{array}
 \end{array}$$

avec : $X_1, X_2, X_3 \geq 0$.

A l'optimum de ce problème seront déterminées les valeurs de X_1, X_2, X_3 . En multipliant ces résultats par les coefficients c_1, c_2, c_3 , puis en sommant, nous obtiendrons le montant maximum de la valeur ajoutée pour l'ensemble de l'économie.

II. LE DUAL

Le dual du modèle permet de conduire à un résultat identique, mais d'une manière différente. Le primal consiste en une solution-quantité, le dual - son inverse - conduit à une solution-prix. En effet, rendre maximale la valeur ajoutée peut être obtenu en maximisant la production, mais aussi en rendant minimale la valeur des inputs. Le problème dual consiste alors à déterminer quelles valeurs unitaires doivent être assignées aux inputs, afin de rendre minimale la valeur de l'input total.

Nous sommes maintenant en mesure de donner une forme mathématique à ce dual. Rappelons seulement que, puisque nous avons trois contraintes

dans le primal, nous aurons trois variables dans le dual et qu'ayant j variables dans le primal, nous aurons j contraintes dans le dual.

$$\text{Min } [DF_{\max} \cdot P_1 + N \cdot P_2 + I \cdot P_3]$$

Sous les contraintes :

$$(1 - a_1)P_1 + b_1P_2 + k_1P_3 \geq c_1$$

$$(1 - a_2)P_1 + b_2P_2 + k_2P_3 \geq c_2$$

$$(1 - a_j)P_1 + b_jP_2 + k_jP_3 \geq c_j$$

avec $P_1, P_2, P_3 \geq 0$.

Sur l'exemple précédemment traité dans le primal, nous transformerons les inégalités en égalités en introduisant les variables d'écart. N'entrons pas cependant dans de telles considérations (la résolution de ce programme devant en effet être évitée) et permettons-nous simplement d'écrire le programme suivant : (1)

$$\text{Min } [(DF_1 + DF_2 + DF_3)P_1 + (N_1 + N_2)P_2 + I \cdot P_3 + \bar{c}'_4\alpha + \bar{c}'_5\beta + \bar{c}'_6\gamma]$$

Sous les contraintes :

$$(1 - a_{21} - a_{31})P_1 + (b_{11} + b_{21})P_2 + k_1P_3 - \alpha = c_1$$

$$(-a_{12} + 1 - a_{32})P_1 + (b_{12} + b_{22})P_2 + k_2P_3 - \beta = c_2$$

$$(-a_{13} - a_{23} + 1)P_1 + (b_{13} + b_{23})P_2 + k_3P_3 - \gamma = c_3$$

avec $P_1, P_2, P_3 \geq 0$.

(1) La règle de la programmation linéaire est qu'à une contrainte primale correspond une variable duale : nous devrions donc avoir 6 variables duales. Par souci de simplicité, nous avons établi le dual en ne prenant en compte que les 3 types de contraintes et non chacune des contraintes.

Il faut maintenant revenir sur la signification des c_j - Les coûts directeurs à l'optimum deviennent des coûts marginaux dont la signification a été établie à la sous-section I. Avec pour seule preuve leur signification économique, nous avons affirmé qu'ils étaient identiques aux variables duales : $\bar{c}_j = P_j$. (1).

Or, $\bar{c}_7$ et $\bar{c}_8$ sont les coûts marginaux correspondant aux contraintes d'emploi. Ils représentent donc les salaires fantômes, mesure de la productivité marginale sociale du travail. Ils sont de ce fait, rigoureusement identiques aux deux niveaux de P_2 (respectivement au P_2 correspondant à N_1P_2 et au P_2 correspondant à L_2P_2). Nous pouvions donc obtenir les résultats du dual - les P_j - par l'intermédiaire des $\bar{c}_j$. Cette technique est celle que nous avons employée dans notre test du modèle.

III. PARAMETRISATION DU PRIMAL

Le primal établi au paragraphe I détermine à l'optimum un niveau de la production. Il est néanmoins intéressant de considérer comment évoluerait cette situation si nous changions les limites de certaines contraintes. La technique consiste donc à faire varier d'une manière discrétionnaire et non marginale, le niveau d'un second membre d'une contrainte. La variation doit être non marginale en effet, car, le but étant d'obtenir une courbe représentant l'évolution de la disponibilité, il suffit d'avoir quelques points permettant d'approximer cette courbe. Or, la paramétrisation la plus riche d'enseignement dans notre cas, intéresse la contrainte d'emploi. Pour une situation et une C.S.P. données, le $\bar{c}_j$ correspondant représente la productivité marginale de ce facteur. En faisant varier les disponibilités de cette C.S.P., nous déterminerons donc d'autres $\bar{c}_j$. La courbe résultant de la liaison graphique de ces points indique l'évolution de la productivité marginale de la C.S.P. h. Les résultats de ce test seront intéressants car ils montreront le degré de sensibilité du modèle.

(1) Cette identité n'est valable que lorsqu'est atteinte la solution optimale. Dans toutes les autres solutions, et notamment dans la solution de base, $\bar{c}_j$ est différent de P_j .

Le modèle théorique des salaires fantômes est maintenant établi, son fonctionnement en a été exposé, il ne reste plus qu'à lui donner des valeurs numériques. Nous appliquerons bien sûr ce modèle au cas français.

SECTION III - LES DONNEES EMPIRIQUES DU MODELE

Dans la section précédente, nous avons montré que le traitement du programme primal suffirait à notre but. Aussi, dans cette section, nous attacherons-nous à fournir les seules données empiriques nécessaires à l'application du problème primal au cas français.

Nous reprendrons donc équation par équation, le primal, afin d'indiquer pour chacune d'elles, les données employées, leurs sources et le cas échéant, les calculs intermédiaires nécessaires à leur obtention.

Notons cependant dès à présent, que notre modèle comporte vingt deux branches j et donc vingt deux produits i , puisque nous nous situons dans un cadre de LEONTIEF. En ce qui concerne l'emploi, huit types de C.S.P. ont été retenus. Les motivations de ces choix apparaîtront au fur et à mesure de ce texte. Les années auxquelles s'applique le modèle correspondent à 1954, 1962 et 1968. Ces années coïncident aux recensements de la population fournissant les meilleures statistiques de l'emploi.

S. SECTION I - LA FONCTION OBJECTIF

Les coefficients c_j de la fonction-objectif, mesurent la contribution unitaire de la valeur ajoutée à la production. D'où :

$$c_j = \frac{V_j}{X_j}$$

Pour chaque secteur, valeur ajoutée et production sont fournies par les Tableaux d'Echanges Interindustriels communiqués par la Comptabilité Nationale française. Les T.E.I. sont donnés en Annexe. Les coefficients c_j figurent eux aussi en Annexe, au tableau 13.

S. SECTION II - LES CONTRAINTES

I. LA CONTRAINTE DE PRODUCTION

. L'établissement de cette contrainte entraîne le calcul d'une matrice $A_{22 \times 22}$ où figurent les éléments a_{ij} (le passage de la matrice A à la matrice $[I - A]$ est ensuite automatique). Or, les coefficients techniques a_{ij} ont été définis ainsi :

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}$$

où X_{ij} représente la quantité de biens ou de services venant d'un secteur i et rentrant dans la composition de la production j. X_j représente la somme des consommations intermédiaires et la valeur ajoutée d'un secteur j. Tous ces éléments de calcul sont fournis par les T.E.I. des tableaux 1 et 2 . Les coefficients a_{ij} figurent aux tableaux 3, 4 , et 5.

Cependant, si les sources statistiques pour 1962 et 1968 sont aisées à rassembler, il n'en est pas de même pour 1954. Des recherches ont été effectuées auprès de l'INSEE à Paris, et auprès du Ministère des Finances (*Revue de Statistiques et Etudes financières*). Or il semble qu'il n'existe pas de TEI français pour 1954. Monsieur JEANNENEY dans son *"Essai d'une Comptabilité interrégionale pour 1954"* avoue à propos de ce TEI : *"La publication de base, datant de mai 1958, ne constitue pas la meilleure référence. En effet, les évaluations de variations de stocks gagnent en précision au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'année étudiée"*. Aussi utilise-t-il un T.E.I. de 1956. Nous avons cependant besoin d'un T.E.I. 1954.

- METHODOLOGIE POUR LA TRANSFORMATION D'UN TEI de 1956 EN UN TEI de 1954 -

Après avoir concentré en vingt deux branches le T.E.I. de 1956 établi en soixante cinq branches, pour respecter l'homogénéité du cadre statistique choisi, on calcule les "coefficients de débouchés" (1), c'est à dire, les coefficients de lignes d'un T.E.I. Disposant par ailleurs des consommations intermédiaires totales par branches pour 1954 (cf. *Les Comptes de la Nation 1949 - 1959*), nous pouvons alors reconstituer une approche du TEI de 1954, en multipliant pour chaque branche, les coefficients de débouchés du TEI de 1956 par la consommation intermédiaire de la branche correspondante pour 1954. Une seule hypothèse est nécessaire : supposer que les coefficients de débouchés n'ont pas varié entre 1954 et 1956 ; hypothèse qui semble peu hasardeuse par rapport à la précision des données.

Une remarque cependant : les statistiques concernant les consommations intermédiaires pour 1954 n'étaient établies qu'en seize branches. Certaines branches ont donc dû être déconcentrées. Des sommes qui étaient alors comptées en autoconsommations devaient réapparaître dans ces nouvelles consommations intermédiaires. Nous avons résolu le problème, supposant certaines proportionnalités, en faisant le rapport des consommations intermédiaires de 1954/1956 : nous obtenions un pourcentage que nous multiplions avec les consommations intermédiaires des branches déconcentrées de 1956 pour obtenir les consommations intermédiaires des mêmes branches en 1954. Une fois établi le T.E.I. estimé de 1954, le calcul des coefficients techniques était effectué suivant la méthode habituelle.

2. Détermination de la demande finale

La demande finale d'un produit i peut être effectuée par les agents intérieurs, mais aussi par l'étranger (exportations). Cette demande finale d'autre part, peut être fournie par les secteurs français mais aussi par les importations.

(1) Voir Thèse de M. LAUTNER, pour un exemple.

. Production - Demande Intermédiaire = Demande finale venant
des secteurs français,

où la demande intermédiaire est la somme des livraisons d'un secteur aux autres secteurs.

. Demande finale Totale = Production - Demande Intermédiaire
+ Importation.

En écriture matricielle :

$$DF_o = X - DI + M$$

Cette notion de demande finale est celle utilisée dans notre modèle. Son montant en est rapporté dans les tableaux 10, 11 et 12.

II. LA CONTRAINTE DE MAIN D'OEUVRE

Parallèlement aux coefficients a_{ij} de la contrainte précédente, doivent être établis les coefficients d'emploi b_{hj} définis comme le rapport :

$$b_{hj} = \frac{\text{Nb de personnes de C.S.P. h employées en j}}{\text{Production } X_j \text{ du secteur j}}$$

Les sources statistiques nécessaires à un tel calcul consistent en un tableau relatant simultanément le nombre de personnes employées par branche et par C.S.P.. Or, à notre connaissance, ces statistiques n'existent pas à l'état brut en France.

Afin de remédier à ce manque, nous avons effectué une reconstitution à partir d'une étude de J. BEGUE, publiée en juin 1970 dans la série D des *Collections de l'INSEE* pour les années 1954, 1962 et 1968, années de recensement. Ces statistiques cependant sont établies à partir de quarante professions. Dans le cadre de notre étude, nous avons jugé cette décomposition des emplois trop importante. Aussi l'avons-nous concentrée en huit

groupes de C.S.P. : Agriculteurs, Ouvriers, Employés, Commerçants, Cadres moyens, Techniciens, Cadres supérieurs et Autres.

J. BEGUE dans son étude utilise en outre comme classification des secteurs, la classification en "*Catégorie d'Activités économiques*" (CAE). Or, pour aboutir aux "*Branches de la Comptabilité Nationale*" (BCN) utilisées par notre modèle, il faut transiter par une autre comptabilité- "*Nomenclature des Activités économiques*" (NAE). Or, les passages directs c'est à dire, avec des chiffres bruts, entre CAE et BCN par l'intermédiaire de NAE, entraînent des approximations hasardeuses.

Nous avons préféré utiliser le passage indirect suivant : au lieu d'utiliser les effectifs globaux par branches CAE, nous avons employé les effectifs globaux par branches BCN qui, à ce niveau, existent. Il suffisait de faire l'hypothèse suivante : la structure des pourcentages d'effectifs employés par une branche CAE (donnée par l'étude de J. BEGUE) est la même que celle d'une branche BCN. Il fallait toutefois effectuer certains regroupements de branches CAE (1) qui nous entraînait simultanément à des regroupements au niveau des branches BCN. Ceci explique notre choix de vingt deux branches BCN, au lieu des Vingt neuf établies dans les TEI français.

- TABLEAU DES PASSAGES ENTRE COMPTABILITES -

BCN		CAE
01	<i>Agriculture</i>	CAE 11
02	<i>Ind. Agric. Alim.</i>	CAE 01+49+51
03A	<i>Ind. Charb.</i>	CAE 21+22
03B-04	<i>Gaz. Electricité</i>	CAE 91
05-10	<i>Pétrole et Chimie</i>	CAE 47+48
06A-06B	<i>Mat. de construction et verre</i>	CAE 46
07-08	<i>Sidérurgie et non ferreux</i>	CAE 41
09A	<i>Première transformation métaux</i>	CAE 43
09BDE	<i>Indus. méca.</i>	CAE 42
09C	<i>Const. Elect.</i>	CAE 44
11A	<i>Textiles</i>	CAE 52
11B	<i>Habillement</i>	CAE 53
11C	<i>Cuirs</i>	CAE 54
12A	<i>Bois</i>	CAE 55
12B	<i>Papier</i>	CAE 56
12C	<i>Edition</i>	CAE 57
12D	<i>Industries diverses</i>	CAE 58+59
13	<i>BTP</i>	CAE 31
14A	<i>Transports</i>	CAE 61+62
14B	<i>Télécommunications</i>	CAE 92
15+16	<i>Services</i>	CAE 81-82-83
19	<i>Commerce</i>	CAE 71-72-74-75

(1) Ces regroupements sont effectués au niveau des pourcentages, il faut pondérer chacun d'eux par l'importance des branches CAE.

Les coefficients d'emploi b_{hj} établis avec la méthode précédente, figurent aux tableaux 7,8 et 9. Quant aux montants des membres de droite de cette contrainte, les N_{hj} , ils sont donnés aussi par ces tableaux 7,8,9.

La classification précédente des emplois était établie par type de C.S.P. Nous avons tenté de tester le modèle par niveau d'éducation. Nous disposions pour ce test, de chiffres bruts directement établis par secteur d'activité BCN, par niveau de diplôme déclaré et par sexe. Les niveaux de diplôme sont les suivants : CEP au plus, CAP, BEPC, Baccalauréat, Supérieur. A partir de ces données, des coefficients d'emploi du type b_{hj} pouvaient finalement être établis. Ce test devait permettre de déterminer, pour un niveau de diplôme identique, quelle était le plus productif du sexe masculin ou du sexe féminin. Nous verrons cependant à partir des résultats que nos espoirs furent déçus.

III. CONTRAINTE D'INVESTISSEMENT

Comme pour les autres contraintes, doivent être calculés les coefficients fixes k_j . Rappelons leur définition :

$$k_j = \frac{\text{Investissement } j}{X_j}$$

La production X_j est connue ; reste à préciser la notion d'investissement. La source statistique nécessaire à ces calculs est fournie par une étude de J. MAIRESSE publiée en novembre 1972, dans la série C des *Collections de l'INSEE*. Le but est d'obtenir l'investissement net des entreprises non financières par branches de la Comptabilité Nationale de manière à ce que ces statistiques soient homogènes à celles établies précédemment. Cette notion relate donc les variations annuelles de capital net nécessaire à la production correspondante. Cet investissement net est défini par les comptes nationaux comme la *Formation brute de Capital fixe (FBCF)*, diminuée de l'Amortissement.

Or, l'étude de J. MAIRESSE fournit ces évaluations en francs constants 1959. La conversion en francs courants (base de nos statistiques) sera effectuée à l'aide de l'indice de prix suivant :

$$\text{Indice de prix} = \frac{\text{Indice de valeur}}{\text{Indice de volume}}$$

Or, suivant la Comptabilité Nationale française, nous savons que :

$$I_{\text{valeur}} = \frac{I_{\text{valeur}}}{I_{\text{prix}}} \times \frac{I_{\text{valeur}}}{I_{\text{volume}}} = \frac{x_{1962} \text{ en francs courants}}{x_{1959} \text{ en francs courants}}$$

D'autre part, l'indice de volume déduit de la formule précédente, est égal à :

$$I_{\text{volume}} = \frac{I_{\text{valeur}}}{I_{\text{prix}}} = \frac{x_{1962} \text{ en francs constants}}{x_{1959} \text{ en francs constants}}$$

L'indice de volume peut être facilement déduit de l'étude de J. MAIRESSE. Quant à l'indice de valeur, il est communiqué pour la FBCF dans le n° 10 de la série C des *Collections de l'INSEE*. L'indice de prix est alors aisément obtenu.

Pour la conversion des amortissements issus de la même étude de J. MAIRESSE, nous utiliserons aussi cet indice-prix en faisant l'hypothèse que s'il existe une différence entre l'indice-valeur pour l'amortissement et celui correspondant à la FBCF pour une même branche, celle-ci est due exclusivement à la variation de l'indice-volume.

Une fois connus la FBCF et l'amortissement en francs courants, les coefficients k_j sont très aisés à obtenir. Les résultats figurent dans le tableau 14.

CONCLUSION

Dans cette sous-partie, ont été établis tous les outils théoriques et statistiques nécessaires au fonctionnement du modèle. Nous pouvons nous résumer en affirmant que le programme primal comportera vingt-deux variables X_j et suivant les applications, trente, trente et une ou trente-deux contraintes. Vu les capacités de l'ordinateur utilisé, la taille de ce modèle était près du maximum.

DEUXIÈME S.PARTIE : LES RESULTATS DU MODELE ET LEURS APPLICATIONS

A UNE ANALYSE COUT - BENEFICE

Dans cette sous-partie, seront fournis les résultats du modèle précédent. Leur interprétation et leur application à une analyse coût - bénéfice constitueront les bases d'une politique rationnelle d'éducation. Aussi subdiviserons-nous cette partie en deux sections :

- SECTION I - Les résultats du modèle linéaire - Seront fournis dans cette section, tous les tests du modèle effectués avec l'ordinateur. Une interprétation personnelle sera tentée.

- SECTION II - Application des résultats à l'analyse coût-bénéfice - Seront donc établis à ce niveau, les taux de rendement interne fantômes.

SECTION I - LES RESULTATS DU MODELE LINEAIRE

Les données du modèle établies dans la section III de la précédente sous-partie, ont été déterminées pour les années 1954, 1962 et 1968. Nous avons testé le modèle pour ces trois années. Cependant, aucune paramétrisation des contraintes n'a été effectuée pour les années 1954 et 1962. Les raisons sont de deux ordres : la première, ayant jugé les résultats d'une fiabilité douteuse (nous démontrerons les doutes dans la dernière partie de cette étude), nous nous sommes cantonnés à vérifier les possibilités du modèle théorique sur les données de 1968, plus proches de nous. La deuxième raison est technique : le temps de passage d'un test (c'est-à-dire d'une paramétrisation) étant de l'ordre de vingt-cinq minutes, nous avons préféré ne pas encombrer la machine pour de tels résultats.

S. SECTION I - LES RESULTATS DES PREMIERS TESTS

Nous allons tout d'abord fournir les résultats du modèle c'est à dire, les productions j et les salaires fantômes des années 1954, 1962 et 1968, sans qu'intervienne aucune paramétrisation. Le modèle a été testé suivant un nombre de contraintes variable : trente, trente et un ou trente deux contraintes. Donnons donc les résultats de ces tests.

I. TEST DU MODELE AVEC 30 CONTRAINTES, POUR LES ANNEES 1954, 1962, 1968

Le modèle à trente contraintes comporte donc les vingt deux contraintes sur la demande finale et les huit contraintes sur l'emploi. Notons dès à présent que la majeure partie de nos tests sera effectuée avec ce modèle : nous supposons en effet que la contrainte d'investissement peu fiable tout d'abord à cause des sources statistiques dont on peut douter de la précision, pourrait être de plus, très largement "desserrée" si l'on prenait en compte les possibilités très importantes du marché international des capitaux.

A. Les salaires fantômes

Les salaires fantômes avons-nous dit dans la partie précédente, sont exprimés par les coûts marginaux des variables d'écart $\bar{c}_j$. Or, ces coûts livrent les salaires fantômes bruts et annuels. Afin de rendre ces chiffres plus parlant, nous les transformerons en salaires fantômes nets et mensuels. Nous prendrons comme coefficient permettant le passage des salaires bruts aux salaires nets, 0,6. Notons de plus, que ces salaires fantômes sortent de l'ordinateur en unité million de francs. Nous les convertirons, bien sûr, en francs.

ANNEES	1954	1962	1968
<i>Nb de contraintes</i>	30	30	30
<i>Agriculteurs</i>	153 F	517 F	895,5 F
<i>Ouvriers</i>	0	681,7 F	1391,6 F
<i>Employés</i>	0	0	0
<i>Commerçants</i>	904 F	0	0
<i>Cadres Moyens</i>	0	355 F	3876,7 F
<i>Techniciens</i>	6285 F	2857,4 F	7564,9 F
<i>Cadres Supérieurs</i>	6028 F	11781,7 F	5106,2 F
<i>Empl. mal désignés</i>	0	0	0

Unité : Francs courants

- TABLEAU DES SALAIRES FANTOMES NETS ET MENSUELS -

Au regard de ce tableau, on peut constater que certaines CSP ont un salaire fantôme nul, c'est à dire que leur productivité marginale sociale est égale à zéro. Ainsi, ajouter un individu ayant ce type de CSP n'ajouterait rien à la production. En termes de programmation linéaire, cela signifie que la contrainte correspondante n'est pas saturée : il y a donc du chômage dans cette situation virtuelle. Hormis le cas de 1954, que les "commerçants" et les "emplois mal désignés" aient une productivité marginale nulle, n'est pas fait pour surprendre. Par contre, on aurait pu s'attendre à voir les employés plus productifs et les agriculteurs moins productifs.

Deux tendances semblent se dégager de ce tableau. D'une part les CSP correspondant aux niveaux d'éducation les plus faibles ont un accroissement de salaires très net au cours des trois années. Inversement d'autre part, les C.S.P. à haut niveau d'éducation ont un salaire fantôme

en baisse : n'oublions pas en effet que ces chiffres sont exprimés en francs courants. Aussi, même si cette baisse n'est pas réalisée en valeur absolue, elle l'est si l'on tient compte de la hausse des prix entre les trois années.

Au regard de ces résultats, bien que l'évolution des "cadres supérieurs" et des "techniciens" n'ait pas été la même, il semble que ces deux types de C.S.P. aient perdu de leur prestige au fil des années. Il apparaît toutefois difficile d'interpréter les chiffres de 1962 pour ces deux C.S.P. Ils sont tous deux en sens contraire d'une évolution linéaire entre 1954 et 1968. Et il n'y a apparemment pas d'explication dans l'état conjoncturel de cette année là. Contrairement aux deux C.S.P. précédentes "ouvriers" et "cadres moyens" sont devenus plus rares. Quant aux agriculteurs, bien que leurs salaires virtuels restent faibles en valeur absolue, ils semblent bénéficier de l'exode rural.

L'évolution des salaires fantômes entre les années 1954 et 1968 semble donc dans l'ensemble confirmer la tendance observée dans la réalité. A ce niveau, il est théoriquement possible d'établir une politique rationnelle d'éducation. Tentons en une, à partir de ces résultats : il faudrait accroître le nombre des techniciens, laisser stationnaire l'Enseignement supérieur et favoriser l'apprentissage des métiers manuels par rapport à l'enseignement général court. N'est-ce pas aller un peu vite en besogne ? Des nuances pourront peut être être apportées lorsque sera connue la stabilité de ces résultats. En effet, s'ils sont très sensibles, une extrême prudence devra guider la politique à mettre en oeuvre.

B. Le niveau des productions optimales

Le primal de ce problème fournit également le niveau des vingt deux variables X_j à l'optimum. Etablissons donc un tableau mettant vis à vis les productions virtuelles et les productions réelles pour chaque secteur, tableau 20.

Remarquons à l'aide de ces résultats, que les variations entre les deux situations en sont jamais très importantes. De ce fait, la production totale optimale ne s'éloigne pas considérablement de la situation réelle : 20.000 millions de francs courants en 1968, soit environ 2%.

Pour ce qui est de la valeur ajoutée, son montant s'élevait en 1968 à 560 986 millions de Francs. Après la maximisation, nous arrivons à 575 676 millions de Francs, soit une augmentation de 15 000 millions de Francs (2,6 %).

TABEAU 20 - LES PRODUCTIONS OPTIMALES ET REELLES

ANNEES	1954 Réel	1954 virtuel	1962 réel	1962 virtuel	1968 réel	1968 virtuel
01. Ag	25594	25554	58717	58885	80102	79988
02 IA.A	33818	36598	66491	77494	104946	112045
03 Ind.Char.	3490	4823	6579	9432	5586	0
03B.04 G.El.	3242	3421	9264	10496	17020	18068
05.10 Pt.Ch.	13248	16445	35237	44713	61759	77568
06A.B C.Ver.	4129	3664	10551	11912	18305	19301
07.08 Sid. non ferreux	6129	7888	15421	21496	18021	26260
09A Prem. transf.	7708	8622	22073	24593	33059	35808
098DE Méca	19584	23088	59100	71164	96860	111800
09C Const. électr.	5404	5724	16759	4785	28348	10906
11A Text.	7877	9388	17616	18627	24575	26772
11B Habil.	9426	10645	15987	4849	22351	12213
11C Cuirs	3139	3578	6556	7604	9368	10133
12A Bois	4285	4456	9519	0	16165	17888
12B Papier	1940	2179	5852	7035	9788	10484
12C Edition	3636	3913	8892	9949	16316	17172
12D Ind.Div.	3477	2788	9499	10644	18684	19959
13 BTP	17643	12790	60291	65252	115371	111362
14A Transp.	9979	10281	21415	14447	34656	35800
14B Télécom.	1737	0	5078	1652	9292	7669
15-16 Serv.	31899	32004	75617	81306	150714	151627
19 Commerces	22503	22341	60997	59490	97796	96463
Σ	239887	250198	597512	615824	989082	1009297

Unité : millions de francs courants.

En conséquence, ces résultats montrent que les contraintes établies dans ce modèle sont très restrictives : le domaine des possibilités de production est donc très étroit.

C. Les résultats par niveau d'éducation

Nous avons émis l'intention, lors de l'établissement du modèle, de remplacer les C.S.P. par des niveaux de diplôme. Aussi avons-nous calculé des coefficients d'emploi b_{hj} , pour quatre niveaux de diplômes : CEP ou CAP, BEPC, BAC, SUP et ce pour chaque sexe. Ce test est théoriquement intéressant : montrer les différences de productivité marginale pouvant exister entre les deux sexes pour un même niveau d'études. Ce test permettrait de répondre sur le point de savoir si les différences de salaire existant dans la réalité sont dues à une situation de fait ou si la productivité des hommes est effectivement plus élevée que celle des femmes. Malheureusement les résultats ne firent pas la preuve :

<i>Sexe Masculin</i>	<i>Salaires fantômes</i>	<i>Sexe féminin</i>	<i>Salaires fantômes</i>
CAP - CEP	960 F	CAP - CEP	0
BEPC	0	BEPC	0
BAC.	8854 F	BAC.	0
SUPERIEUR	14154 F	SUPERIEUR	49840

Le salaire des femmes possédant un diplôme supérieur au baccalauréat est très élevé : la contrainte correspondante est donc très vite saturée. La raison de ce phénomène réside, pensons-nous, dans le fait que les secteurs les plus productifs utilisent proportionnellement beaucoup de ce type de femmes. Or, comme l'ordre d'entrée dans la base (1) suit l'ordre des secteurs les plus productifs, la contrainte sur les femmes possédant un diplôme du supérieur arrive très rapidement à saturation :

(1) Cf. Annexe 1.

les possibilités de production restantes ne sont alors plus nombreuses. Il n'est cependant pas pensable d'établir une politique d'éducation sur de telles bases. Nous avons dû abandonner cette voie.

II. TEST DU MODELE AVEC 31 CONTRAINTES POUR 1968

. Aux trente contraintes émises précédemment, nous ajoutons la contrainte d'investissement net définie dans la partie précédente. Donnons dès à présent les résultats de ce test.

<i>Production Totale</i>	<i>Agricult.</i>	<i>Ouvriers</i>	<i>Employés</i>	<i>Commerc.</i>	<i>Cad. Moy.</i>	<i>Technic.</i>	<i>Cad. Sup.</i>	<i>AUTRES</i>
1007144 millions	763	1097	0	699	965	5852	7037	0

Unité : Francs courants

La contrainte d'investissement ainsi établie réduit donc le domaine des possibilités de production. Les disponibilités limitées d'investissement ont donc un rôle de frein dans le processus de maximisation : cette contrainte est saturée.

Quant aux salaires virtuels, ils sont dans l'ensemble, inférieurs aux tests précédents (sauf pour les commerçants et les cadres supérieurs). Nous constatons que les diminutions les plus fortes correspondent aux CSP utilisant le plus de capital (techniciens, cadres moyens notamment). Puisque les disponibilités d'investissement ne sont pas neutres (c'est à dire qu'elles ont un coût marginal positif), les C.S.P. en "consommant" le plus vont être pénalisées.

. Nous pouvons aussi faire des tests où nous supprimons la contrainte d'investissement pour la remplacer par une contrainte sur une production dont on fixe la limite supérieure à ne pas dépasser (équation 8).

Nous utiliserons successivement les équations :

$$X_2 \leq 108\ 000$$

$$X_5 \leq 70\ 000$$

Ces limites sont bien sûr entièrement arbitraires. Leur but est seulement didactique. Examinons les résultats de ces tests :

	<i>Production Totale</i>	<i>Agricul.</i>	<i>Ouvr.</i>	<i>Employ.</i>	<i>Commerc.</i>	<i>C. Moy.</i>	<i>Techn.</i>	<i>C. Sup.</i>	<i>AUTRES</i>
X_2	1006 758	867 F	1388 F	0	0	3887 F	7538 F	5083 F	0
X_5	1005 916	746 F	1055 F	0	619 F	0	4650 F	8711 F	0

La production optimale se trouve diminuée par rapport au modèle à trente contraintes et même par rapport au test précédent. Introduire une contrainte arbitraire (ou tout au moins déterminée d'une manière exogène), sur une production peut être aussi contraignant qu'une contrainte d'investissement. Ceci prouve que l'on peut aisément se passer de la contrainte d'investissement.

Cette dernière affirmation se trouve encore renforcée au niveau des salaires virtuels : utiliser la contrainte précédente sur X_5 à la place de la contrainte d'investissement conduit à des résultats sensiblement égaux. Par contre, contraindre à cette limite X_2 ne change pas significativement les salaires fantômes par rapport au modèle à trente contraintes. L'explication de ce phénomène résiderait-elle dans le fait que la branche des "Industries Agricoles et Alimentaires" possède des besoins en main d'oeuvre correspondant pour chaque CSP à l'ensemble des branches tandis que la branche X_5 "Pétrole et Chimie" a des besoin d'emploi ayant une structure sensiblement différente ?

III. TEST DU MODELE AVEC 32 CONTRAINTES

Trente deux contraintes constituent le maximum que pouvait accepter l'ordinateur utilisé. Cependant, avec trente deux contraintes, nous pouvons cumuler les tests des deux paragraphes précédents, c'est à dire introduire la contrainte d'investissement et une contrainte sur une production. En voici les résultats d'un test (la contrainte sur une production étant $X_7 < 22000$) :

<i>Product.</i>	<i>Agricult.</i>	<i>Ouvriers</i>	<i>Employés</i>	<i>Commerc.</i>	<i>Cad. Moy.</i>	<i>Technic.</i>	<i>Cad. Sup.</i>	<i>AUTRES</i>
1005226 F	759 F	1127 F	0	833 F	1355 F	5935 F	5945 F	0

La structure des salaires fantômes ne varie pas beaucoup par rapport aux autres tests. Quant à la production optimale totale, elle diminue encore (surtout si l'on tient compte du fait que la contrainte sur X_7 est moins contraignante qu'une contrainte sur X_5 ou X_2).

En conclusion de cette sous-section, nous sommes en mesure d'affirmer que la structure des salaires fantômes est très affectée par les contraintes introduites dans le modèle. L'introduction d'une contrainte à laquelle on n'attache a priori qu'une importance très relative peut à elle seule, bouleverser toute la structure des salaires fantômes : exemple du test avec X_5 . Le modèle utilisé étant extrêmement sensible, les résultats obtenus doivent être considérés avec une extrême prudence. Une seule remarque semble fiable : les employés ne sont pas productifs marginalement et sont donc en trop grand nombre.

S.SECTION II - LES RESULTATS DES TESTS DE PARAMETRISATION POUR 1968

La contrainte d'investissement, avons-nous dit précédemment, a été établie sur des statistiques dont les approximations sont certaines ; et comme d'autre part, son caractère restrictif n'est pas très fort (cf. test du paragraphe II), nous avons préféré ne pas en tenir compte. Nous retiendrons simplement l'idée que les résultats de cette sous-section peuvent être légèrement surestimés du fait que l'investissement est un bien libre c'est à dire avec un coût nul. Quant aux contraintes sur les productions, leur caractère arbitraire les rend secondaires ou plus exactement, leur utilisation correspond plus à une solution - quantité qu'à une solution - prix. Nous les éliminerons donc de ces tests. De ce fait, les différents tests de paramétrisation que nous allons effectuer concernent seulement le modèle à trente contraintes du paragraphe I, sous-section I.

I. PARAMETRISATION DES DEMANDES FINALES

La technique consiste à changer le second membre d'une ou plusieurs des vingt deux contraintes de biens et services. Les résultats de ces tests seront une variation de la production et une variation induite des salaires fantômes. Ces tests sont donc intéressants au niveau de la solution - quantité concernant les productions : aussi n'insisterons-nous pas beaucoup sur ce genre de tests.

Nous en avons cependant effectué un, car il permet de déterminer les secteurs les plus rentables. Expliquons-nous : supposons que les besoins en demande finale soient augmentés de 20 % pour l'ensemble des secteurs (parallèlement, nous laissons constantes les disponibilités d'emploi). Que va-t-il se passer au cours du processus de maximisation ? Le domaine des possibilités de production va être augmenté du fait de la limite moins stricte de la demande finale maximum. On va donc augmenter la production dans les secteurs à grande rentabilité et parallèlement, on va diminuer celle des secteurs les moins rentables car les disponibilités d'emploi sont restées constantes.

Branches	01	02	03A	03B-04	05-10	06A-06B	07-08	09A	09BDE	09C
Productions	79762	131484	0	20048	86095	19179	29124	38963	130768	0

11A	11B	11C	12A	12B	12C	12D	13	14A	14B	15-16	19
27386	0	7997	19712	11510	19585	22927	102973	32948	0	160562	96032

En comparant ce tableau avec le tableau 20 , nous nous apercevons que la production de certains secteurs a considérablement augmenté : secteurs X_2 , X_5 , X_9 et X_{21} . Par contre, les productions des secteurs X_3 , X_{10} , X_{12} et X_{20} ont entièrement disparu. Nous obtenons ainsi les secteurs les plus rentables et les moins rentables. Une politique pourrait être déduite de ces résultats : dans la mesure où les exportations de ces secteurs les plus rentables peuvent être augmentées, on a intérêt à accroître la production de ces secteurs.

La production totale de ce test est supérieure à celle du test correspondant à la situation réelle : 1037056 millions de francs au lieu de 1009297 millions. Ce résultat est tout à fait logique : il correspond au desserrement des contraintes de production.

Parallèlement, la structure des salaires fantômes se trouve affectée par ces variations :

C.S.P.	Agricult.	Ouvriers	Employ.	Commerc.	Cad. Moy.	Technic.	Cad. Sup.	Autres
Salaires fantômes	731 F	1006 F	0	4150 F	7043 F	11998 F	1302 F	0

Il semble que les secteurs où la production est la plus rentable soient des secteurs utilisant relativement beaucoup de commerçants, cadres moyens et techniciens et peu d'ouvriers et cadres supérieurs. Etant donné la grande sensibilité du modèle, les variations au niveau des salaires fantômes sont importantes, alors que les variations en nombre

d'individus sont relativement faibles. N'oublions pas que les salaires fantômes sont des salaires marginaux : la productivité marginale est donc extrêmement sensible aux variations des contraintes. Aussi serait-il intéressant de connaître ces variations de productivité.

II. PARAMETRISATION DES CONTRAINTES D'EMPLOI

Faisons maintenant varier les disponibilités d'emploi dans le membre de droite des contraintes correspondantes. Les tests de cette paramétrisation permettront de montrer la sensibilité de la solution pour les erreurs pouvant exister au niveau des données, mais ils permettront surtout de construire une courbe de la productivité marginale pour chacune des différentes CSP.

La technique de ces tests consiste à faire varier les disponibilités d'emploi d'une CSP donnée, en laissant toutes les autres à leur niveau d'origine et à observer les résultats. Ainsi, en augmentant arbitrairement les disponibilités d'emploi dans une CSP précise, le salaire fantôme de cette CSP diminuera, c'est à dire que le coût marginal de cette contrainte, sera moins élevé. En outre la valeur de la fonction-objectif augmentera mais à un taux décroissant. Examinons ces résultats pour 1968 :

- VARIATIONS SUR LES AGRICULTEURS -

<i>Variations</i>	<i>Situation Normale</i>	<i>+ 5 000</i>	<i>+ 100 000</i>	<i>+ 200 000</i>
<i>Agriculteurs</i>	895 F	895 F	895 F	836 F
<i>Ouvriers</i>	1391 F	1391 F	1391 F	1243 F
<i>Employés</i>	0	0	0	0
<i>Commerçants</i>	0	0	0	2260 F
<i>Cadres Moyens</i>	3876 F	3876 F	3876 F	5894 F
<i>Techniciens</i>	7564 F	7564 F	7564 F	10891 F
<i>Cadres Sup.</i>	5106 F	5106 F	5106 F	0
<i>Autres</i>	0	0	0	0
<i>Produc. Totale</i>	1009297 millions	1009726	1012555	1014395

Salaires nets mensuels en F. courants

W/var. agriculteurs

1968

10831

7564

5894

5106

3876

2260

1391

1243

895 F

836

0

3048417 +5000

+100.000

+200.000

Techniciens

Prof. Moyens

Commerçants

Ouvriers

AGRICULTEURS

Employés

cad. sup.

LES PAPIERS CANSON France

- VARIATIONS SUR LES OUVRIERS -

<i>Variations</i>	0	+ 50000	+ 300000	- 417000
<i>Agriculteurs</i>	895 F	895	783	919
<i>Ouvriers</i>	1391 F	1391	508	1842
<i>Employés</i>	0	0	0	0
<i>Commerçants</i>	0	0	3362	0
<i>Cadres moyens</i>	3876 F	3876	0	6200
<i>Techniciens</i>	7564 F	7564	4129	4818
<i>Cadres supérieurs</i>	5106 F	5106	16047	0
<i>Autres</i>	0	0	0	0
<i>Production</i>	1009297	1009568	1020797	983254

- VARIATIONS SUR LES EMPLOYES -

<i>Variations</i>	0	- 200000	- 100000	+ 100000
<i>Agriculteurs</i>	895 F	830	859	
<i>Ouvriers</i>	1391 F	891	1055	<i>Résultats</i>
<i>Employés</i>	0	2202	1828	<i>absolument</i>
<i>Commerçants</i>	0	545	244	<i>identiques</i>
<i>Cadres moyens</i>	3876	0	0	<i>au modèle</i>
<i>Techniciens</i>	7564	10645	10648	<i>sans</i>
<i>Cadres supérieurs</i>	5106	0	0	<i>paramétrisation</i>
<i>Autres</i>	0	0	0	
<i>Production</i>	1009297	1004022	1008303	

- VARIATIONS SUR LES COMMERÇANTS -

<i>Variations</i>	0	- 50000	- 5000	
<i>Agriculteurs</i>	895 F	760	836	
<i>Ouvriers</i>	1391	862 F	1243	
<i>Employés</i>	0	0	0	
<i>Commerçants</i>	0	4864	2260	
<i>Cadres moyens</i>	3876	6037	5894	
<i>Techniciens</i>	7564	12060	10891	
<i>Cadres supérieurs</i>	5106	0	0	
<i>Autres</i>	0	0	0	
<i>Production</i>	1009297	898523	10092285	

- VARIATIONS SUR LES CADRES MOYENS -

<i>Variations</i>	0	+ 50000	+ 50000	
<i>Agriculteurs</i>	895	886	867	
<i>Ouvriers</i>	1391	1329	1087	
<i>Employés</i>	0	674	1727	
<i>Commerçants</i>	0	0	0	
<i>Cadres Moyens</i>	3876	2947	0	
<i>Techniciens</i>	7564	9272	10107	
<i>Cadres Supérieurs</i>	5106	1873	867	
<i>Autres</i>	0	0	0	
<i>Production</i>	1009297	1009189	1009194	

- VARIATIONS SUR LES TECHNICIENS -

<i>Variations</i>	0	+ 10000	+ 20000	+ 50000
<i>Agriculteurs</i>	895	881	881	884
<i>Ouvriers</i>	1391	1081	1081	1174
<i>Employés</i>	0	0	0	0
<i>Commerçants</i>	0	0	0	0
<i>Cadres Moyens</i>	3876	0	0	0
<i>Techniciens</i>	7564	2833	2833	0
<i>Cadres Supérieurs</i>	5106	15554	15554	16039
<i>Autres</i>	0	0	0	0
<i>Production</i>	1009297	1010747	1012841	1016916

- VARIATIONS SUR LES CADRES SUPERIEURS -

<i>Variations</i>	0	- 10000	- 50000	
<i>Agriculteurs</i>	895	881	798	
<i>Ouvriers</i>	1391	1017	462	
<i>Employés</i>	0	0	0	
<i>Commerçants</i>	0	0	241	
<i>Cadres Moyens</i>	3876	0	0	
<i>Techniciens</i>	7564	2833	0	
<i>Cadres Supérieurs</i>	5106	15552	25809	
<i>Autres</i>	0	0	0	
<i>Production</i>	1009297	1006233	983941	

agriculteurs

895

1953

517

1960

154

1954

3048457

3885436

5114742

N agriculteurs

ouvriers

1391

1968

681

1962

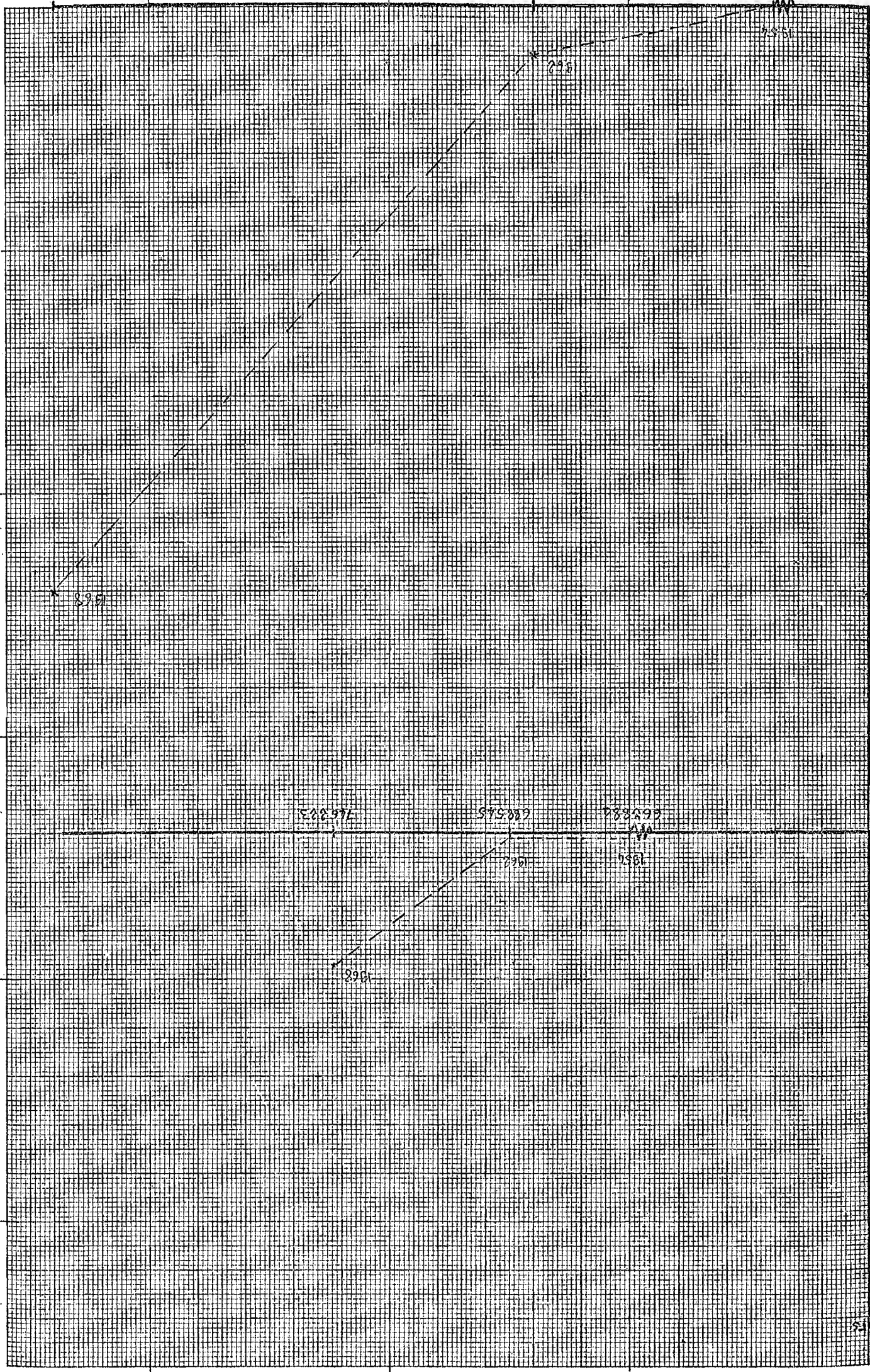
1954

6333465

6318132

7234842

N ouvriers



ad. moyens

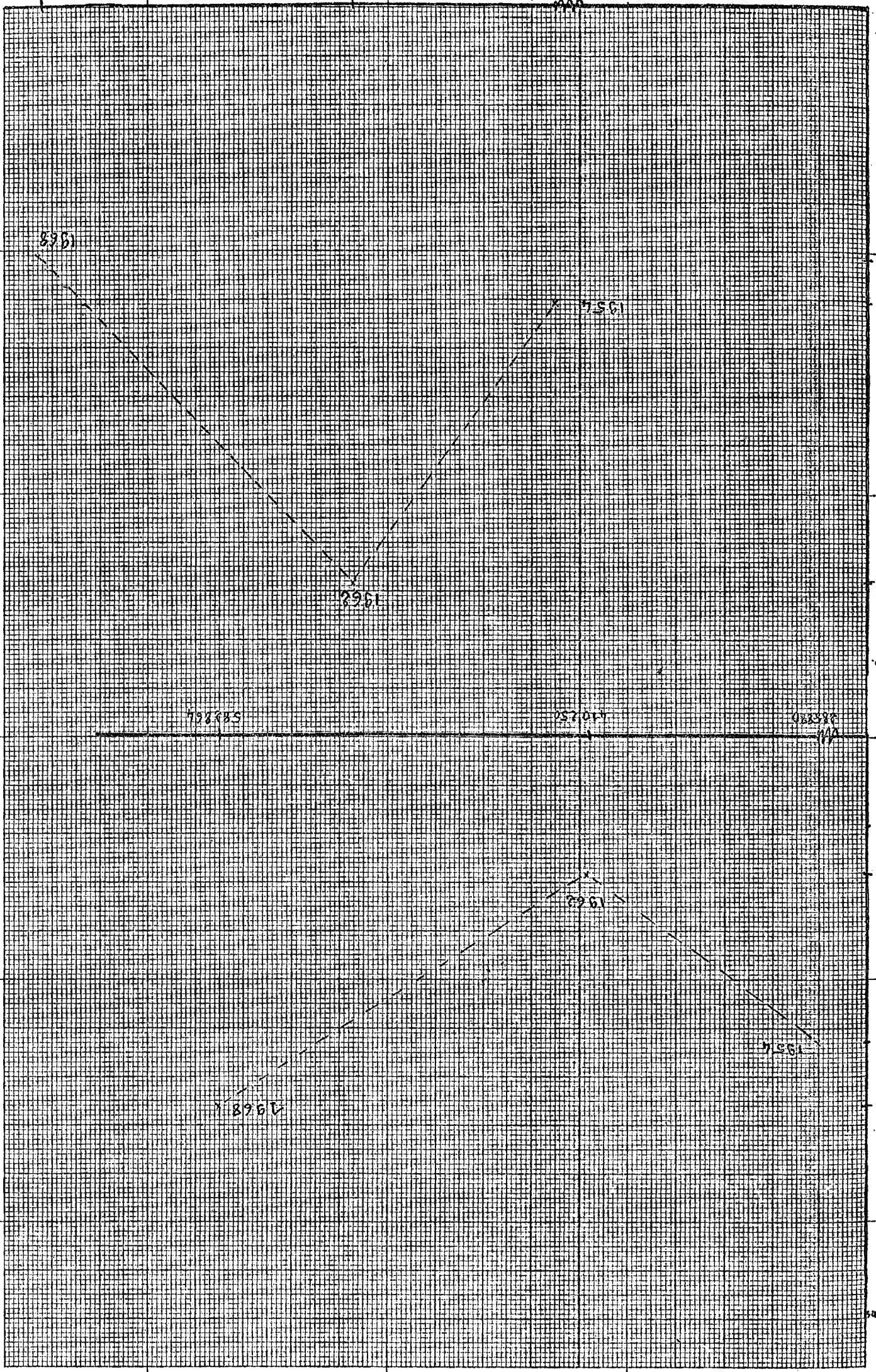
700

500

250

0

commencement



90LS

8709

18632

185.54

1852

1885

1864

Techniciens

Quels sont les renseignements fournis par ces résultats ?

. Nous obtenons grâce à ces résultats, des courbes à court terme de productivités marginales pour chaque C.S.P.. Ces courbes sont intéressantes du point de vue des politiques pouvant en être déduites. En effet le montant du salaire fantôme correspondant au modèle non paramétré, indique dans quel sens doit aller l'action permettant de corriger les effectifs de cette C.S.P.. La courbe de productivité marginale d'une C.S.P. indique la rapidité à laquelle l'action entreprise portera ses effets. Exemple : le salaire fantôme des techniciens est très élevé ; ceci veut dire qu'il serait opportun d'en augmenter le nombre, afin de faire diminuer le prix de leur rareté. Nous remarquons cependant à l'aide de la courbe de productivité marginale de cette CSP que la politique à suivre ne doit pas être trop forte, car les salaires fantômes décroissent rapidement : il suffirait en effet de 50000 techniciens en plus pour que leurs salaires fantômes soient nuls.

Nous ne donnerons cependant pas d'interprétation des tableaux précédents, car faire une interprétation suppose des résultats relativement exacts. Or, nous pensons que tel n'est pas le cas.

. A partir des tableaux précédents peuvent être déduites des courbes de productivité marginale à long terme. Ces courbes montrent l'évolution des salaires fantômes au cours du temps. On peut retrouver par ce moyen, les politiques d'éducation qui ont été menées. Ces courbes, bien que, elles-aussi imprécises, semblent pourtant plus fiables dans leur ensemble. Entre 1954 et 1968, la productivité marginale a augmenté plus pour les CSP où le niveau d'éducation est faible, que pour les CSP à haut niveau d'éducation. La productivité marginale des agriculteurs et des ouvriers a augmenté entre 1954 et 1968, tandis que celle des techniciens et des cadres supérieurs a diminué, si l'on tient compte que les salaires fantômes sont établis en francs courants. La raison de ce phénomène semble résider dans le fait que l'accent a été mis sur une politique favorisant l'éducation. Les CSP à faible niveau d'éducation ont ainsi bénéficié de cette situation.

Comment peut-on expliquer la très grande sensibilité du modèle ? G. PSACHAROPOULOS, ayant lui aussi obtenu des résultats semblables, en donne l'explication. Les grandes fluctuations des salaires virtuels sont dues à l'hypothèse de non-substituabilité entre les différents niveaux de CSP. Ainsi, un agriculteur ne peut pas remplacer un ouvrier et vice versa. La conséquence de cette hypothèse est que la pente des courbes de productivité marginale s'en trouve accentuée. Un modèle permettant des substitutions entre facteurs aurait certainement conduit à une moins grande sensibilité pour les variations des disponibilités d'emploi.

La technique de la paramétrisation a permis de déterminer quelle était la sensibilité du modèle, et ces résultats seront importants pour la partie concernant les critiques à adresser au modèle. Néanmoins, demeure le problème des salaires fantômes nuls ayant pour corollaire le problème du chômage.

S. SECTION III - LE PROBLEME DU CHOMAGE : LE "SECOND BEST"

I. L'OBTENTION DU MONTANT DU CHOMAGE

Lors de l'établissement de l'équation (7), nous avons supposé que les coefficients b_{hj} demeureraient constants tout au long du processus de maximisation - seul varie le montant des productions. En multipliant les coefficients fixes b_{hj} par les productions optimales X_j correspondantes, nous obtenons le niveau global de l'emploi dans cette situation. Il ne reste plus ensuite qu'à effectuer la différence entre ce montant et les disponibilités de départ pour avoir le chômage existant pour chaque CSP.

$$\left(\sum_j N_{hj}\right)_{\text{observé}} = b_{hj}(X_j)_{\text{observé}}$$

$$\left(\sum_j N_{hj}\right)_{\text{virtuel}} = b_{hj}(X_j)_{\text{virtuel}}$$

Montant du chômage dans la situation virtuelle :

$$\left(\sum_j N_{hj}\right)_{\text{observé}} - \left(\sum_j N_{hj}\right)_{\text{virtuel}}$$

Ainsi, pour le modèle à trente contraintes ne comportant pas de paramétrisation, nous obtenons les niveaux de chômage suivants (1) :

C.S.P.	Agricult.	Ouvriers	Employés	Commerc.	Cad. Moy.	Technic.	Cad. Sup.	AUTRES
Chômeurs	0	0	2230	4995	0	0	0	1126

Unité : Nb de personnes

Nous constatons donc que le nombre de chômeurs dans cette situation n'est pas important (2). Cependant, en introduisant des contraintes supplémentaires ou en paramétrant les autres contraintes, ce montant peut varier. Or, le chômage dans une société industrialisée, représente un coût non-négligeable pouvant être interprété comme une production négative.

II. LE "SECOND BEST"

Cette remarque, émise par A. MINGAT, est théoriquement très intéressante. Plutôt que de manipuler notre lourd modèle, examinons ce problème à l'aide d'un exemple plus simple que nous établirons ainsi :

	Situation réelle	Situation virtuelle
Production X_1	1000 unités	1000 unités
Production X_2	3500 unités	5000 unités
Production X_3	900 unités	0
Emploi	1000 person.	800 person.

(1) Rappelons qu'il n'existe du chômage que pour les CSP où les salaires fantômes sont nuls : voir l'explication à la partie précédente.

(2) Par chômeurs, nous ne désignons que les personnes employées dans la situation réelle et qui perdent leur travail à l'issue du processus de maximisation. Elles s'ajoutent donc aux chômeurs existants auparavant.

Dans cette situation optimale, nous pouvons constater que la production du secteur X_2 est très nettement supérieure à la production X_2 réelle. Aussi pouvons-nous trouver cette production virtuelle trop élevée. Pour remédier à ce souhait, nous formons la contrainte :

$$X_2 \text{ fantôme} \leq (X_2 \text{ réelle} + \alpha X_2) \text{ réelle}$$

avec α : pourcentage fixé suivant nos désirs.

Une fois les calculs effectués, nous obtenons par exemple :

X_1	100
X_2	4200
X_3	500
EMPLOI	900

Face à ces deux solutions, peut-on déterminer la situation la meilleure du point de vue de la collectivité ? En effet, nous sommes exposés au choix suivant :

	<i>Situation I</i>	<i>Situation II</i>
<i>Production totale</i>	6000	5800
<i>Chômage</i>	200 C_0	100 C_0

Le choix ne peut être effectué qu'en connaissant la valeur de C_0 . Aussi pour un C_0 élevé, la situation II peut devenir plus avantageuse que la situation I. En outre, étant donné que dans notre étude plusieurs CSP sont utilisées, C_0 n'est pas unique. De nombreuses combinaisons (nombre de chômeurs x prix de ces chômeurs), sont possibles et la valeur de l'optimum premier s'en trouve plus ou moins affectée.

Pour tenir compte de ce phénomène, une fonction-objectif plus complète, aurait pu être établie :

$$\text{Max}_j c_j X_j - [N_{\text{fantôme}} - N_{\text{observé}}] \times \text{Coût unitaire du chômage observé}$$

ou, pour prendre en considération les différentes C.S.P. h :

$$\text{Max}_j c_j X_j - \sum_h \left[(N_h - N_{h_0}) \cdot C_{h_0} \right]$$

Ce test pourrait être réalisé par une méthode de simulation. Malheureusement, nos possibilités informatiques ne nous l'ont pas permis. La seule solution consistait pour nous à tout d'abord calculer l'optimum et ensuite à déduire le coût du chômage. Il est bien évident que cette solution n'est pas identique à la précédente. Nous n'avons cependant pas effectué ces calculs ; au regard de la fiabilité de nos résultats, connaître le problème et la méthodologie de sa résolution était suffisant.

Nous n'avons pas voulu faire figurer cette sous-section III dans la partie réservée aux critiques du modèle. En effet, bien que montrant certaines lacunes importantes du modèle, elle n'en constitue pas une critique fondamentale : avec des moyens informatiques plus puissants, des remèdes pourraient être apportés.

S. SECTION IV - UNE ERREUR A EVITER

Le salaire fantôme mesure la contribution marginale d'une C.S.P. donnée à la production et cette contribution est obtenue par le coût marginal du primal pour la variable d'écart correspondant à une contrainte du type :

$$\sum_j b_{hj} \cdot X_j \leq \sum_j N_{hj}$$

Ceci résulte de la sous-section précédente. Nous pourrions cependant obtenir directement cette contribution marginale de la manière suivante :

- PRIMAL -

$$\begin{array}{l} \text{Max}_j c_j X_j \\ \sum_j X_j - \sum_j a_{ij} X_j \leq DF_{\text{max}} \\ \sum_j b_{hj} X_j \leq \sum_j N_{hj} \end{array} \rightarrow \text{Détermine la production totale.}$$

Desserrons marginalement une contrainte sur N_h en laissant toutes les autres inchangées et examinons la variation de la production totale (ΔP) :

- Exemple -

N_h devient $N_h + \alpha N_h$ avec $\alpha = 0,005$ par exemple

Un nouveau niveau de production totale est alors déterminé :

$$P \Rightarrow P + \Delta P$$

Peut-on dire que l'accroissement de production rapporté à l'augmentation des disponibilités de la contrainte sur la CSP h représente la contribution marginale d'un individu de CSP h, c'est à dire, son salaire fantôme ?

$$\frac{\Delta P}{\alpha N_h} \stackrel{?}{=} \text{salaire fantôme}$$

Cette solution permettrait de mesurer directement les salaires fantômes à partir du modèle primal. L'intérêt de cette méthode réside dans une meilleure représentation de ce qu'est une contribution marginale à la production. Cette technique est cependant biaisée à l'origine par l'hypothèse selon laquelle l'accroissement de production induit est entièrement dû à l'augmentation de la C.S.P. h. Or, rien ne soutient cette hypothèse. Introduire αN_h en supplément dans le modèle, peut modifier très sensiblement la structure des emplois, d'autant plus que dans la situation optimale (trente contraintes non paramétrées), certains salaires fantômes sont nuls. Ainsi augmenter le nombre de techniciens disponibles permettra certainement d'employer certains employés en chômage dans la situation précédente. La totalité de l'accroissement de la production ne peut donc absolument pas être impliquée à l'accroissement de la C.S.P. h. De ce fait, $\frac{\Delta P}{\alpha N_h}$ ne peut être égal au salaire fantôme de la C.S.P. h.

SECTION II - UNE APPLICATION DES RESULTATS A L'ANALYSE COUT - BENEFICE

Nous avons exposé dans la première partie de cette étude, la théorie de l'analyse coût -bénéfice . Nous devons maintenant essayer d'appliquer les résultats obtenus à cette analyse. Notre étude se situant dans le passé, le but consiste en une évaluation "ex post" de l'investissement en éducation. La question à laquelle nous tentons de répondre sera donc la suivante : les individus en tant qu'investisseurs en éducation ont ils un comportement en harmonie avec les buts de la Collectivité ? Une réponse affirmative indiquerait que le système est à son efficience maximale. Or, les résultats concernant les salaires fantômes conduisent à une réponse négative : le planificateur devra donc prendre conscience de l'existence d'une mésallocation des ressources et devra en tenir compte dans les politiques d'éducation qu'il pourra édicter. Aussi lui est-il intéressant de connaître cette divergence à l'aide d'un indicateur : le taux de rendement interne. Il établira un taux de rendement réel, utilisant comme mesure des bénéfices, les salaires observés, et un taux de rendement fictif fondé sur la productivité marginale sociale du travail.

I. ETABLISSEMENT DES TAUX DE RENDEMENT INTERNE

Que le taux de rendement soit réel ou fictif, ne changera rien à la formulation des équations permettant leurs calculs ; seules diffèrent les évaluations employées. Un taux de rendement de l'investissement pour un niveau d'éducation donné, comparé à un investissement dans un niveau d'éducation immédiatement inférieur, est calculé sur la base des équations suivantes :

$$(W_A - W_B) \sum_{t=1}^{n_A} \frac{1}{(1 + i_A)^t} - (C_A + W_B) \sum_{t=-s_A}^0 \frac{1}{(1 + i_A)^t} = 0$$

$$(W - W_C) \sum_{t=1}^{n_b} \frac{1}{(1 + i_B)^t} - (C_B + W_C) \sum_{t=-s_B}^0 \frac{1}{(1 + i_B)^t} = 0$$

$$(W_I - W_H) \sum_{t=1}^{n_I} \frac{1}{(1 + i_I)^t} - (C_I + W_H) \sum_{t=-s_I}^0 \frac{1}{(1 + i_I)^t} = 0$$

Avec : W étant le taux de salaire annuel

n étant le nombre d'années de travail d'un individu,

C étant le coût annuel pour acquérir un niveau d'éducation donné,

s étant le nombre d'années d'étude pour acquérir ce niveau d'éducation,

i est le taux de rendement interne qui égalise coûts et bénéfices.

Les taux de rendement internes déduits de ces équations mesurent ce que rapporte un investissement dans un niveau d'éducation donné, par rapport à un investissement dans un niveau d'éducation immédiatement inférieur. Le taux de rendement est donc le taux d'intérêt égalisant la valeur présente du flux de coûts encourus durant la période scolaire et du flux de bénéfices perçus tout au long de la vie de travail. De nombreuses remarques théoriques ont été faites dans la première partie du texte. Peu ont trouvé une solution. Etablissons donc ce que nous entendons par coûts et bénéfices.

A. Mesure des bénéfices

Notre but dans cette section, consiste à établir des taux de rendement interne fictifs. Ils seront ensuite comparés à des taux de rendement interne réels, effectués par d'autres études (1). Les bénéfices dans notre estimation de taux de rendement ne seront plus mesurés par les salaires observés, mais par les salaires fantômes résultant de la partie précédente. Donc, chaque W figurant dans les équations ci-dessus sera estimé par le salaire fantôme correspondant à la CSP en indice.

Un problème important subsiste néanmoins. Nous avons jusqu'à présent travaillé avec des CSP ; or, la théorie du taux de rendement interne

(1) Voir à ce sujet une étude de L. LEVY-GARBOUA et A. MINGAT : "Les taux de rendement privés de l'Education en France" - Décembre 1973 - Papier disponible à l'IREDU et au CREDOC.

utilise des niveaux d'éducation. Nous étions conscients de cet inconvénient depuis le commencement de notre étude. Nous n'avons pu y remédier faute de statistiques adéquates. Nous convertirons cependant les C.S.P. utilisées en niveau d'éducation apparentés. Pour ce faire, nous formulons l'hypothèse qu'une C.S.P. peut être atteinte par une éducation classique ou par la formation sur le tas. Ces deux formations sont supposées équivalentes et du point de vue de la collectivité, la formation sur le tas est supposée avoir le même coût d'opportunité que l'éducation traditionnelle. Nous pouvons donc établir le tableau de correspondance suivant :

<i>C.S.P.</i>	<i>Niveau d'Education</i>
<i>Agriculteurs</i>	CEP - CAP
<i>Ouvriers</i>	CEP - CAP
<i>Employés</i>	BE
<i>Commerçants</i>	BE
<i>Cadres moyens</i>	BAC classique
<i>Techniciens</i>	BAC technique
<i>Cadres supérieurs</i>	Supérieur
<i>Autres</i>	?

Cette classification peut être aisément critiquée : elle nous a semblé néanmoins la moins mauvaise possible. De plus, nous n'avons pas cherché une grande perfection dans ces calculs car nous nous doutions bien qu'avec une échelle des salaires fantômes aussi distendue, nous obtiendrions des taux de rendement fictifs très différents de ceux observés par les méthodes habituelles.

D'autre part, le fait d'utiliser des salaires fantômes ne nous permet pas d'échapper à la critique soulignée dans la première partie, concernant les différentielles de productivité : le flux des bénéfices sera donc supposé horizontal, tout au long de la vie de travail de l'individu. Une autre hypothèse ^{est} malheureusement très difficile (voir impossible) à mettre sur pied.

B. Mesure des coûts

Tels que sont établies les équations précédentes, le calcul des taux de rendement prend en compte deux sortes de coûts : les coûts directs d'éducation et le manque à gagner. Suivant en ce point la plupart des auteurs, nous estimerons le manque à gagner par le salaire du niveau d'éducation immédiatement inférieur (étant entendu que nous n'utilisons pas les salaires réels, mais les salaires fantômes). Des critiques avaient été émises lors de la première partie à propos du manque à gagner : nous ne leur apporterons pas de solution. Le but en effet que nous poursuivons consiste en une comparaison des taux de rendement interne fantômes, avec les taux de rendement réels. Seule diffère la mesure des salaires, les autres hypothèses devant demeurer constantes.

Quant aux coûts directs C d'éducation, ils nous ont été fournis par différentes études effectuées à l'IREDU (1). Nous avons finalement retenu les coûts suivants :

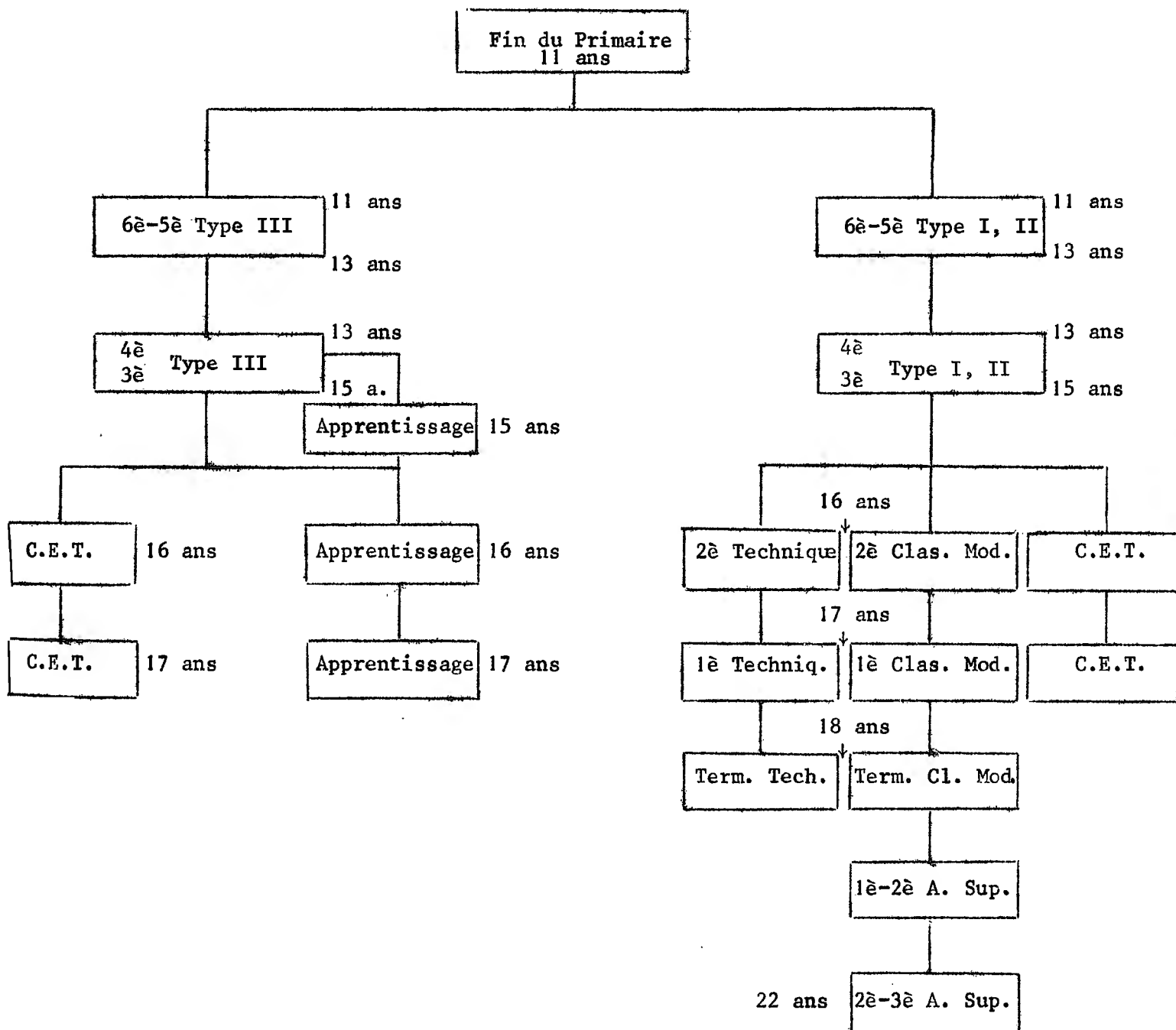
Niveaux d'études	Coûts unitaires francs 1970
Premier cycle	2900
Deuxième cycle long général	5000
Deuxième cycle long technique	5700
Deuxième cycle court	4200
Université (moyenne)	4600

Ces chiffres ont été obtenus à partir du budget de l'Etat : ils n'englobent pas de ce fait certaines dépenses à la charge des familles (2). D'autre part, ces chiffres ont été établis pour 1970.

(1) Notamment S. CUENIN : "Le coût de l'Education à la charge de l'Etat"- papier de participation à un colloque "IREDU-CREDOC" - décembre 1973.

(2) Voir J.M. CARRE et J.J. FRIBOULET : "Enquête sur les dépenses d'éducation à la charge des familles".

ORGANIGRAMME DE L'ENSEIGNEMENT



Nous les avons donc redressés en ne tenant compte que du facteur "hausse des prix"; un taux de hausse des prix de 5 % annuel a été retenu. Aucune variation de politique budgétaire n'a été envisagée. Les taux de rendement fantômes que nous obtiendrons seront donc extrêmement biaisés.

II. LES RESULTATS DES TAUX DE RENDEMENT

A. Les taux de rendement fantômes de l'Education

A partir des données précédentes, ont été calculés quelques taux de rendement internes fantômes de l'Education pour l'année 1968. Signalons que ces taux sont bruts, c'est à dire, que l'hypothèse est faite que tout le supplément de bénéfices est dû à l'éducation. Des taux nets auraient pu être calculés en attribuant la rentabilité des bénéfices à d'autres facteurs que l'éducation (1). Nous avons cru opportun de ne pas surcharger notre étude par de tels calculs ... Résumons nos calculs par le tableau suivant :

	Age	Durée de trav.	Coûts 70	Coûts 68	Coûts Totaux	Bénéfices annuels	Taux de Rendement
Bac. Clas. CAF	18/17	47	- 6600	- 5923	- 32641	+ 47714	90 %
Technic. CAP	20/17	45	-18500	-16603	- 96757	+118528	+ 95 %
Tech. BAC Clas	20/18	45	-11900	-10680	-159544	+ 70814	+ 43 %
Sup. BAC. Clas	22/18	43	-19200	-17232	-389395	+ 23603	+ 5,6 %

Unité : Francs courants

- ESTIMATION DES TAUX DE RENDEMENT INTERNE FICTIFS -

(1) Sur ce sujet, voir les études de E. DENISON affirmant que seuls les 3/5 des différences de salaires sont imputables à des différences d'éducation (les 2/5 pouvant être les "qualités naturelles" plus importantes chez les diplômés que chez les non-diplômés). Cette notion est appelée par DENISON : "Le coefficient α ".

L'interprétation d'un tel tableau est évidente. Les taux de rendement fantômes de l'éducation sont très élevés pour le niveau baccalauréat (surtout technique). S'arrêter au niveau du brevet élémentaire n'apporte rien : il y a un supplément de coûts sans supplément de bénéfices. Par contre, poursuivre les études à l'Université reste rentable mais très légèrement. La politique d'éducation résultant de ces calculs implique un développement important de l'éducation jusqu'au baccalauréat, une suppression des diplômes intermédiaires, un maintien du supérieur. Il semble que ce ne soit pas tout à fait la politique poursuivie dans les années 60. Ces interprétations par trop rapides, ne doivent évidemment pas être prises au pied de la lettre.

B. Les taux de rendement réels de l'éducation

De nombreux taux de rendement interne prenant en compte les salaires observés ont été calculés par les économistes. Nous n'en retiendrons ici qu'un exemple permettant de comparer taux-fantômes et taux réels : les taux de rendement marginaux de l'éducation calculés par L. LEVY-GARBOUA et A. MINGAT (1). Retenons que leurs calculs ont été effectués pour 1970 sur des données transversales.

	TAUX BRUTS	
	Hommes	Femmes
<i>Techniques long BE/CEP</i>	15,4 %	19 %
<i>Secondaire général BAC/CEP</i>	13,8 %	16,3 %
<i>Supérieur Maîtrise/BAC</i>	12,2 %	5,6 %

Nous remarquons donc que dans l'ensemble, ces taux de rendement sont légèrement supérieurs à 10 %. Comparés aux nôtres, ils sont plus réguliers et peut être plus proches de la réalité. Cependant, il est moins facile d'en déduire une politique d'éducation...

(1) Op. Cit. p. 45.

En guise de conclusion de cette section, nous voudrions dire que nous étions bien conscients au regard des résultats sur les salaires fantômes que nous obtiendrions des taux de rendement fantômes très élevés aussi bien que très bas (négatifs même pour le BE). Nous avons tenu cependant à les calculer pour montrer quels pouvaient être les écarts par rapport aux taux habituellement calculés. Rappelons enfin que G. PSACHAROPOULOS obtient dans son étude des taux de rendement fantômes tout aussi divergents.

QUATRIEME PARTIE : RESULTATS DU MODELE SUR LES PREVISIONS D'EMPLOI

Dans la première partie de cette étude, nous avons exposé un modèle prévisionnel d'emploi mis au point par G. PSACHAROPOULOS. Ce modèle permet de prévoir la structure de l'emploi nécessaire à l'économie pour une année déterminée. A la base de ce modèle, rappelons-le, figurait l'équation :

$$\hat{N} = B [I - A]^{-1} . F$$

Nous avons donc testé ce modèle à partir de données françaises. A la vue de l'équation précédente, nous nous apercevons que les éléments nécessaires à ce test ont été calculés à propos du modèle sur les salaires fantômes, si nous retenons comme années 1954, 1962 et 1968. Afin de déterminer aisément l'efficacité du modèle, nous pouvons prendre comme année de prévision 1968. Ainsi ces prévisions pourront être comparées avec la réalité. Ensuite, si le modèle s'avère efficace, il pourra être utilisé pour des prévisions effectives.

SECTION I - LES OUTILS NECESSAIRES

D'après l'équation ci-dessus, les données nécessaires sont les suivantes :

A. Les matrices inverses $[I - A]_t^{-1}$. Les matrices $[I - A]_t$ ont été établies pour le modèle des salaires fantômes : elles figurent en Annexe. L'inversion de ces matrices a été effectuée sur ordinateur (1). Nous disposons des matrices inverses $[I - A]_t^{-1}$ pour les années 1954, 1962 et 1968.

(1) Les machines OLIVETTI P. 602 ne permettent en effet que d'inverser des matrices 4 x 4. La taille (8 x 8) peut être atteinte si l'on emploie les méthodes d'inversion en forme partagée.

B. Le vecteur - colonne de la demande finale F

Pour le modèle de programmation linéaire, nous avons mesuré la demande finale ainsi :

$$F_j = X_j - \text{Dem. Interm}_j + M_j$$

NOUS définissons ainsi la demande finale totale, c'est à dire, la demande finale provenant des secteurs de production intérieurs, mais aussi de l'extérieur. Or, il est bien évident que les importations ne sont pas fabriquées avec du travail français. Aussi devons-nous les soustraire de la demande finale précédemment définie. Nous obtiendrons un vecteur de demande finale correspondant exclusivement à la "production finale" des secteurs français (1).

Nous n'effectuerons que des prévisions pour l'année 1968. Or dans ce modèle, le vecteur de la demande finale est déterminé d'une manière exogène. Si le modèle n'est pas performant, une des causes peut venir des erreurs de prévision sur ce vecteur. En utilisant le vecteur des demandes finales observées en 1968, nous serons certain d'éliminer cette source d'erreur.

C. La matrice B des coefficients d'emploi

Ces matrices ont été calculées lors du modèle linéaire et figurent en Annexe. Le modèle permettant d'estimer la structure des emplois en 1968, la matrice B de 1968, est supposée ne pas être connue. Nous pouvons cependant en avoir une estimation en prenant pour base la matrice B de 1954 ou de 1962.

L'estimation à partir de ces bases suppose donc l'intervention de certains facteurs correctifs. La structure de l'emploi en effet évolue

(1) Nous voudrions signaler une particularité de ce vecteur : pour 1968, il comporte un élément négatif pour le secteur 07-08 (dans le secteur 08 les importations sont beaucoup plus importantes que la production finale). Une explication de ce phénomène sera fournie par une étude résultant d'un séminaire dirigé par C. PONSARD (Dijon).

au cours du temps : ce phénomène est notamment du à la variation de la productivité. Afin de tenir compte de ces variations, la technique consiste à multiplier la matrice B d'origine par une matrice diagonale P comportant les éléments :

$$P_j = \frac{1}{(1 + \Pi_j)^n}$$

avec Π_j étant le taux de productivité correspondant au secteur j. Cette correction signifie donc que, pour une productivité en augmentation, le nombre de personnes nécessaire pour produire une unité de production, sera moins élevé. L'équation servant de base au modèle sera ainsi transformée :

$$\hat{N} = B.P. [I - A]^{-1}.F$$

Les résultats de ce calcul indiqueront le nombre total de personnes nécessaires à la production de l'année de prévision par type de C.S.P.

- Vérification matricielle -

Rappelons que ce modèle comporte vingt deux secteurs j et huit C.S.P. h.

$$\begin{array}{cccccc} \text{C.S.P. h} & & & & & \\ \hat{N} & = & B. & P. & [I - A]^{-1} & F \\ (8 \times 1) & & (8 \times 22) & (22 \times 22) & (22 \times 22) & (22 \times 1) \end{array}$$

Nous obtiendrons donc comme résultats un vecteur-colonne de huit lignes ayant trait chacune à une C.S.P.

SECTION II - LA VERIFICATION DU MODELE

Avant d'effectuer des prévisions, il est toujours bon de vérifier si le modèle à tester est correctement établi. Testons donc l'identité suivante :

$$\hat{N}_{68} \stackrel{?}{=} B_{68} [I - A]_{68}^{-1} \cdot F_{68}$$

Les résultats de ces calculs figurent au Tableau 9 ; ils montrent que l'identité est respectée : les différences existantes sont dues aux troncatures effectuées par les machines à calculer.

SECTION III - LES PREVISIONS

Fort du test précédent, nous pouvons effectuer des prévisions pour l'année 1968.

A. L'emploi de l'équation

$$\hat{N}_{68} = B_{68} [I - A]_{54}^{-1} F_{68}$$

En remplaçant la matrice inverse $[I - A]_{68}^{-1}$ par la matrice $[I - A]_{54}^{-1}$, nous pourrions tester l'influence de la structure technologique dans le modèle prévisionnel.

Au regard des résultats figurant au Tableau 9, ce test conduit à des prévisions sous estimant très nettement les besoins (sauf pour les agriculteurs). La structure technologique s'est donc beaucoup transformée entre 1954 et 1968. L'explication de ce phénomène réside bien sûr dans la matrice LEONTIEF. Une sous-estimation correspond à des coefficients de la matrice inverse plus faibles en 1954 qu'en 1968 (tout du moins certains ayant un rôle clé) ; la preuve en est faite lorsqu'on compare ces deux

matrices. Au niveau des coefficients techniques, il semblerait que les consommations intermédiaires prennent proportionnellement plus d'importance que la valeur ajoutée dans le montant de la production en 1968 qu'en 1954 ; en quelque sorte puisqu'il faut moins de consommation intermédiaire en 1954 qu'en 1968 pour faire une unité de produit, il faudra moins d'individus pour produire cette unité (les consommations intermédiaires utilisant des individus dans les autres secteurs). Il faut néanmoins rester prudent dans ce genre d'interprétation : une confirmation pourrait être apportée en examinant chaque combinaison du produit matriciel $[I - A]^{-1}$. F.

B. Emploi de l'équation

$$\hat{N}_{68} = B_{62} \cdot P \cdot [I - A]_{68}^{-1} \cdot F_{68}$$

Il s'agit avec cette équation de mesurer l'importance de la structure de l'emploi dans les prévisions notamment l'influence des variations de productivité. Les éléments P_j de la matrice P ont été établis avec des taux de productivité Π_j résultant d'une moyenne sur les années allant de 1956 à 1963. Ces taux Π_j sont tirés d'"Etudes et Conjonctures" février 1966. Suivant en ce point G. PSACHAROPOULOS, nous employons donc des taux de croissance de la productivité globale. Or, les résultats de ce test figurant au tableau 9, montrent des prévisions surestimant énormément les besoins. Les taux de productivité employés sont donc trop faibles. La question se pose alors de savoir si l'on a le droit d'utiliser des taux de productivité globale pour corriger des coefficients d'emploi.

C. Emploi de l'équation

$$\hat{N}_{68} = B_{62} \cdot P' \cdot [I - A]_{68}^{-1} \cdot F_{68}$$

Pour répondre d'une manière empirique à ce problème, nous avons construit une matrice P' correspondant à des éléments Π'_j mesurant la productivité du travail uniquement (1).

(1) Ces taux sont également fournis par le numéro de février 1966 - "Etudes et Conjoncture".

Les résultats figurant au tableau 9 prouvent que l'on a grandement amélioré les prévisions ; il semble donc que le facteur à prendre en considération soit la productivité du travail et non la productivité globale. Il n'en demeure pas moins que ces prévisions surestiment encore beaucoup les besoins ; une explication sera donnée plus loin.

D. Emploi de l'équation

$$\hat{N}_{68} = B_{62} \cdot P' [I - A]_{54}^{-1} \cdot F_{68}$$

Cette équation, étant en quelque sorte la combinaison des deux tests précédents, constitue une véritable prévision (mise à part l'estimation de F qui de toute façon est exogène). En observant les résultats de ce test, on s'aperçoit que la prévision n'est pas plus mauvaise que celles résultant des deux tests précédents. Les erreurs de prévision ne se cumulent donc pas, mais peut-on en conclure à une compensation ? Nous penserions plutôt que la structure technologique de 1954 est mieux adaptée aux estimations de la matrice B que la structure technologique de 1968. En d'autres termes, le fait que coefficients d'emploi et structure technologique soient plus homogènes, revient à effectuer une projection normale (c'est à dire du type prolongement de courbe) ; les différences avec la réalité sont alors dues à des bouleversements "extraordinaires" s'étant produits entre les années 1954 ou 1962 et l'année 1968.

E. Réflexions sur les résultats de ce modèle

D'après les résultats obtenus aux tests précédents, il semble que les prévisions concernant les C.S.P. correspondant à un faible niveau d'éducation soient bonnes lorsqu'on utilise la matrice $[I - A]_{54}^{-1}$, alors qu'elles sont plus mauvaises pour les C.S.P. incluant un assez haut niveau d'éducation avec cette même matrice. Par contre, les différences entre la réalité et les estimations sont inverses lorsqu'on utilise une estimation de la matrice B.

Cependant, la principale remarque concerne les taux de productivité. Nous observons en effet que les pourcentages d'erreurs de prévisions varient énormément suivant l'équation utilisée d'une part, et même suivant les C.S.P. à l'intérieur d'une même équation d'autre part. La productivité du travail n'augmenterait donc pas au même taux suivant les C.S.P. Ne possédant pas d'indices à ce sujet nous ne pouvions pas établir de modèle prenant en compte simultanément la productivité par branche et par C.S.P. afin de vérifier cette hypothèse. Cependant, nous pensions pouvoir la vérifier partiellement en calculant une productivité moyenne de chaque C.S.P. pour l'ensemble des secteurs. Cet essai de mesure figure en Annexe II.

TABLEAU 9
RESULTATS DU MODELE PREVISIONNEL D'EMPLOI

		$\hat{N}_{68} = B_{68} \cdot [I-A]_{68}^{-1} \cdot F_{68}$		$\hat{N}_{68} = B_{68} \cdot [I-A]_{54}^{-1} \cdot F_{68}$		$\hat{N}_{68} = B_{62} \cdot \hat{P} \cdot [I-A]_{68}^{-1} \cdot F_{68}$		$\hat{N}_{68} = B_{62} \cdot \hat{P}_w \cdot [I-A]_{68}^{-1} \cdot F_{68}$		$\hat{N}_{68} = B_{62} \cdot \hat{P}_w \cdot [I-A]_{54}^{-1} \cdot F_{68}$	
CSP	N observés	N prévus	Différence en %	N prévus	Différence en %	N prévus	Différence en %	N prévus	Différence en %	N prévus	Différence en %
A	3.048417	3.041652	- 0,22 %	3.145.724	+ 3,10 %	4.066.529	+ 25,1 %	3.414.179	+ 11,9 %	3.523.551	+ 15,6 %
B	7.294.842	7.251.000	- 0,60 %	6.839.656	- 6,60 %	9.919.113	+ 35,9 %	8.739.055	+ 19,7 %	8.199.961	+ 12,4 %
C	3.161,613	3.152.036	- 0,30 %	2.738,277	-15,4 %	4.235,488	+ 33,9 %	3.782.583	+ 19,6 %	3.282.286	+ 3,8 %
D	662.881	661.731	- 0,17 %	529.155	-25,27 %	980.136	+ 47,8 %	657.439	- 0,8 %	709.451	+ 7,0 %
E	848.343	847.544	- 0,09 %	735.397	-15,3 %	1.010.697	+ 19,1 %	908.623	+ 7,1 %	784.855	- 8,1 %
F	582.864	581,178	- 0,29 %	527.576	-10,4 %	605.900	+ 3,9 %	537.483	- 8,4 %	491.371	- 18,6 %
G	709.322	707.409	- 0,27 %	630.012	-12,6 %	850.640	+ 19,9 %	756.278	+ 6,6 %	674.245	- 5,2 %
H	415.554	414.726	- 0,19 %	368.449	-12,8 %	652.053	+ 56,9 %	581.855	+ 40 %	512.251	+ 23,2 %

CINQUIEME PARTIE : CRITIQUE DU MODELE DES SALAIRES FANTOMES

Les résultats extrêmement peu assurés du modèle des salaires fantômes exposés dans la troisième partie de cette étude, invitent à reconsidérer ce modèle avec un oeil plus critique. Ce modèle, avons-nous conclu à cet instant, n'est pas un outil utilisable. Nous n'avons cependant pas déterminé si son inutilisation devait être temporaire ou irrémédiable. En quelque sorte deux niveaux de critique sont possibles : le premier consiste à affirmer qu'il n'est pas souhaitable d'utiliser le modèle vu les outils statistiques et techniques employés ; en ce cas, on peut toujours espérer que la science apportera les remèdes nécessaires. Mais il est un autre type de critiques concernant les fondements théoriques du modèle auquel il est difficile d'échapper.

Aussi voudrions-nous examiner successivement ces deux types de critiques dans cette dernière partie :

- SECTION I - Critiques statistiques et techniques

- SECTION II - Critiques théoriques

A l'issue de cette dernière partie, nous serons en mesure d'affirmer s'il est souhaitable de persévérer dans cette voie ou si, à l'exemple de G. PSACHAROPOULOS lui-même, nous devons chercher d'autres guides pour construire une politique rationnelle d'éducation.

SECTION I - CRITIQUES STATISTIQUES ET TECHNIQUES

Nous n'avons pas voulu dissocier ces deux types de critiques, à certains égards pourtant bien différentes. Le caractère temporaire c'est à dire non irrémédiable de ces critiques a constitué pour nous une raison formelle certes, mais dont nous voulions souligner ainsi l'importance.

Cependant, la raison première de cette association réside dans une liaison de causes à effets réciproque difficilement cernable. Expliquons-nous en examinant le problème posé par l'agrégation.

S. SECTION I - LE PROBLEME DE L'AGREGATION

Nous avons vu dans la troisième partie de cette étude, que nous avons été contraints de concentrer le TEI à vingt neuf branches constituant le document de base en un TEI à vingt deux branches. La technique employée avait consisté à additionner les consommations intermédiaires et à supprimer certaines d'entre elles étant devenues de ce fait des intraconsommations. Deux types de problèmes se sont alors soulevés : tous deux étaient inévitables d'une part, mais surtout leur influence réciproque était indéfinissable. Le premier type de problème trouvait sa source dans le processus d'agrégation employé qui n'était pas entièrement correct ; quant au deuxième, son origine était technique et résidait dans l'algorithme utilisé pour la maximisation.

A. Erreurs du processus d'agrégation

α) Les comptes nationaux français, lorsqu'ils établissent un TEI, ne comptabilisent pas les intraconsommations.

De vastes débats ont eu lieu sur cette question. La raison de ce choix réside dans les difficultés à appréhender son montant. Demeure néanmoins un problème : *"l'intraconsommation est définie comme la consommation par une branche de produits appartenant à la catégorie de produits à laquelle elle se consacre elle-même. Cette intraconsommation peut donc porter sur des produits que la branche a effectivement fabriqués, mais également sur des produits importés appartenant à la catégorie à laquelle elle s'intéresse"* (1). Ainsi par exemple, la fonte importée par la branche sidérurgie et utilisée comme matière première n'est pas comptabilisée dans la matrice LEONTIEF. Cependant, en réponse à cet inconvénient, les comptes nationaux diminuent la production de la branche correspondante du

(1) Définition donnée par J. MARCHAL : *"Comptabilité Nationale"* - Edit. Cujas - p. 273.

montant de ces intraconsommations (1). Tous les TEI français sont donc établis de cette façon. Or, lorsque nous avons effectué nos regroupements, nous n'avons pu tenir compte de ces phénomènes puisque le montant des importations servant comme matières premières n'est pas distingué de la production (notion de production disponible définie par les comptes nationaux) contrairement à de nombreux tableaux interindustriels étrangers. Ainsi, nous sousestimons les coefficients techniques et nous surévaluons la valeur ajoutée. De plus, le montant de ces importations relevant des intraconsommations n'est pas identique pour tous les secteurs. La structure technologique peut ainsi être quelque peu affectée, ce qui entraînera certaines conséquences importantes lors du processus de maximisation, ce dont nous nous expliquerons dans le paragraphe B. Il semble certes, que le montant de ces importations ne soit pas très important, mais les conséquences peuvent être grandes vu la haute sensibilité du modèle.

β) Un second problème du même type que le précédent, apparaît lors d'un processus d'agrégation concernant la lignes dix neuf "marges" que nous avons préalablement établie comme étant un produit (ou plutôt un service). En effet, les comptes nationaux, puisqu'ils suppriment les intraconsommations, suppriment les marges correspondant à ces intraconsommations. Or, lorsque nous avons agrégé certaines branches du TEI de départ, nous avons supprimé les intraconsommations sans supprimer à la ligne dix neuf les marges leur afférant. Ce faisant, nous avons renforcé le poids de cette ligne au détriment de toutes les autres consommations intermédiaires. Il est cependant très difficile de connaître le montant de ces charges ; seuls les comptes nationaux disposent des éléments nécessaires : vouloir reconstituer un TEI exact demanderait de vastes moyens. Reste encore un petit problème concernant les importations intraconsommées : leur montant disparaît lorsque l'on agrège certaines branches, mais leurs marges, contrairement à celles des autres intraconsommations, ne devraient-elles pas être conservées ? Ainsi lorsque nous avons effectué nos agrégations, nous aurions dû supprimer les marges correspondant aux intraconsommations, mais conserver celles des importations intraconsommées.

(1) Voir aussi l'article de G. DELANGE - Revue Economique - mai 1967.

Nous venons de voir quels étaient les deux types d'approximation que nous avons effectués lors de nos agrégations. Nous pensons, n'en ayant pour seule preuve que le sens commun, que ces approximations sont, en valeur absolue, peu importantes. Cependant, de par la technique utilisée dans le processus de maximisation, les conséquences peuvent être importantes.

B. L'influence de l'algorithme du simplexe, liée au problème de l'agrégation

Afin de mieux nous rendre compte de ce phénomène, nous avons testé le modèle des salaires fantômes non plus avec vingt deux branches mais sept. Nous obtenions ainsi un modèle à $7 + 8 = 15$ contraintes et sept variables X_j . Les résultats de ce test sont communiqués à la fin de ce paragraphe. Nous nous apercevons que les résultats sont très nettement différents de ceux du test à trente contraintes. Ces effets ont une cause première, l'agrégation ; cependant, ces effets semblent multipliés par l'algorithme du simplexe utilisé comme méthode de résolution du modèle.

Cet algorithme en effet permet en autres choses, de déterminer les secteurs les plus rentables. En termes techniques, le critère d'entrée dans la base est le suivant : au cours de la première itération du processus de maximisation, on va déterminer le secteur le plus rentable et chercher à rendre sa production maximale dans le cadre des contraintes établies. Cette technique sera répétée lors des itérations suivantes. A l'optimum, nous obtiendrons donc une production maximale correspondant aux possibilités des secteurs les plus rentables. Or, deux phénomènes peuvent venir simultanément bouleverser les choix successifs ; en d'autres termes, l'ordre d'entrée dans la base peut être très nettement changé.

α) Les intraconsommations. Nous avons vu dans le paragraphe précédent que des biais lors du processus agrégatif avaient été introduits dans l'estimation des consommations intermédiaires et de la production de chaque branche pouvant entraîner des bouleversements dans la structure technologique. Ainsi, les biais n'étant pas d'égale importance pour tous les secteurs, la rentabilité d'un secteur peut diminuer (ou augmenter) relativement plus (ou moins) que celle d'un autre secteur. Si l'on avait

pu prendre en compte ces biais, les niveaux des différentes productions n'auraient vraisemblablement pas été les mêmes et de ce fait, les salaires fantômes n'auraient pas eu la même valeur.

β) La technique dans le cas précédent n'a joué qu'un rôle d'amplificateur des erreurs introduites dans nos mesures. Nous pourrions cependant éviter ce problème en effectuant de meilleures mesures. Par contre, demeure un autre problème qui lui, est inévitable. En effet, lorsque l'on pratique une agrégation, il se trouve très souvent que l'on agrège un secteur très rentable avec un secteur peu rentable. La combinaison de ces deux secteurs donnera un nouveau secteur dont l'ensemble est moyennement rentable (1). Aussi là encore, l'ordre d'entrée dans la base peut être entièrement modifié. N'oublions pas qu'il suffit d'une différence epsilon-nesque pour qu'un secteur soit préféré à un autre. Ainsi on développera la production du secteur ayant une rentabilité $x + \epsilon$ alors que le secteur ayant une rentabilité x verra sa production très fortement décroître. La combinaison des productions optimales en résultant pourra être très différente. De ce fait, la répartition des C.S.P. n'étant pas identique pour tous les secteurs, certaines C.S.P. deviendront plus rares alors que d'autres seront en excédent. Les salaires fantômes en conclusion sont entièrement dépendants de la structure productive : résultat sur lequel il conviendrait d'insister.

Le nombre de secteurs retenus pour effectuer les calculs a donc une influence non négligeable sur les résultats du modèle. Aussi, plus le nombre de secteurs pris en considération est important, plus les salaires fantômes pourront avoir un pouvoir décisionnel conduisant à la rationalité économique.

C. Résultats

Nous voudrions maintenant communiquer les résultats du test effectué avec sept branches afin de les comparer avec ceux obtenus à partir du TEI en vingt deux branches. Donnons auparavant les résultats concernant

(1) Il faudra bien sûr tenir compte du poids de chaque secteur.

les productions X_j ; ces chiffres ne peuvent pas être comparés aux chiffres correspondant à vingt deux branches pour les raisons comptables que nous avons examinées précédemment.

Branches	01 02	03-04-05 10	06-7-8-9	11-12	13	14	15-16-19	Production totale
Productions observées	143013	81031	171568	106648	115371	43516	241735	892882
Productions fantômes	143787	97520	187443	108071	101771	20851	244017	903460

Unité : millions de F 68.

Nous constatons à l'aide de ce tableau, que les secteurs industriels sont plus rentables que les secteurs 13 (BTP) et 14 (Transports et Télécommunications). La production du secteur X_2 doit être considérablement augmentée : or ce secteur comprend l'ancien secteur 03A (combustibles minéraux solides) qui, lors du modèle à vingt deux branches était jugé improductif. Les effets d'une agrégation peuvent donc conduire à des situations paradoxales ; ce cas en est un exemple frappant.

RESULTATS CONCERNANT LES SALAIRES NETS FANTOMES MENSUELS

C.S.P.	Agricul.	Ouvr.	Employ.	Commer.	C. Moy.	Techn.	C. Sup.	AUTRES
Salaires fantômes 22 var. X_j	895 F	1391 F	0	0	3876 F	7564 F	5106 F	0
Sal. Fantômes 7 var. X_j	996 F	988 F	0	6826 F	0	7339 F	12251 F	0

Les variations entre ces deux tests sont notamment très sensibles en ce qui concerne les salaires fantômes des C.S.P. "commerçants" "cadres moyens" et "cadres supérieurs". L'explication de ces phénomènes réside dans le niveau des productions : en effet, les secteurs X_2 et X_3 , très productifs, sont de relativement grands utilisateurs de cadres supérieurs : ils deviennent de ce fait extrêmement rares ; ce qui explique leur forte productivité marginale. Par contre, le secteur X_6 en perte très nette de vitesse était un bon utilisateur de cadres moyens : sa production diminuant,

il libérera un grand nombre de ceux-ci qui ne trouveront pas tous des emplois dans les autres secteurs ; leurs salaires fantômes deviennent donc nuls. Quant aux commerçants, ils sont dans une très large majorité utilisés par le secteur X_6 . Celui-ci est en légère augmentation certes, mais cette augmentation suffit pour capter de nombreux commerçants : or comme il en existe très peu en dehors de ce secteur, leurs coûts marginaux vont très vite augmenter.

Agréger un T.E.I. demande donc des précautions. Cependant, même si l'on arrive à des mesures statistiques évitant les erreurs de l'agrégation, le problème technique demeure : l'algorithme de résolution du modèle utilisé peut conduire à des politiques très différentes suivant le degré d'agrégation adopté. De ce fait, les erreurs ne peuvent être réduites que si l'on utilise un très grand nombre de secteurs : sept secteurs sont bien sûr insuffisants, nous l'avons constaté, mais nous pensons qu'une classification en vingt deux branches demeure encore par trop agrégée. Un TEI à soixante dix sept branches serait au minimum nécessaire afin de permettre de plus nombreuses combinaisons. Pourraient être ainsi révélés les secteurs effectivement les plus productifs, plutôt que de favoriser la production d'un secteur par rapport à un autre parce que sa rentabilité se trouve légèrement plus élevée.

S. SECTION II - HYPOTHESES LIEES A UNE REPRESENTATION DE LEONTIEF

Les critiques pouvant être adressées à un modèle utilisant une représentation de l'économie à l'aide des relations établies par LEONTIEF sont fort connues. Elles ont été déjà plus ou moins énoncées dans le texte. Nous voudrions cependant les rassembler très brièvement ici, afin d'en dégager leurs conséquences.

A. Hypothèse de non-substituabilité

Dans un modèle LEONTIEF, les prix et les coefficients techniques établissent que la technologie adoptée était fonction des conditions matérielles et techniques de la production et du système de prix en vigueur

à ce moment. Toutes les substitutions possibles entre facteurs ont déjà été effectuées. En adoptant ce postulat de fixité des coefficients (en courte période du moins), LEONTIEF interdit toute substitution entre capital et travail, mais aussi entre deux types de travail différents : ainsi un agriculteur ne peut pas remplacer un ouvrier, événement pourtant fréquent dans la réalité.

La conséquence de cette hypothèse a déjà été envisagée dans la troisième partie de cette étude : une accentuation de la pente des courbes de productivité marginale du travail. Notons toutefois qu'à court terme, une parfaite substituabilité ne doit pas être non plus la loi : un ouvrier ne peut pas remplacer un cadre supérieur.

B. Hypothèse de linéarité

C'est finalement à cause de cette hypothèse, nécessaire à l'outil que nous désirions utiliser, qu'a été établi un modèle de type LEONTIEF. Nous ne devons cependant pas oublier les conséquences liées à cette hypothèse.

Linéarité suppose en effet rendements d'échelle constants. Ainsi, lorsqu'on augmente ou diminue une production, comme c'est le cas dans les résultats du modèle, la rentabilité demeure constante. Cette hypothèse contredit la vieille loi de la décroissance des rendements d'échelle. Cette hypothèse n'est pourtant pas aussi lourde de conséquences qu'on pourrait le croire. Nous nous situons en effet dans une optique de secteurs et non d'entreprises. Aussi, lorsque la production d'un secteur s'accroît, l'effet ne consiste pas obligatoirement à une croissance des entreprises de ce secteur ; des entreprises nouvelles peuvent entrer sur le marché (1) (2).

(1) Ce phénomène dépend bien sûr du secteur envisagé : il est bien évident que les entrées sur le marché pour le secteur 05 "Pétrole" sont difficilement envisageables.

(2) Ces entreprises ne sont d'ailleurs pas obligatoirement entièrement nouvelles : elles créeront simplement certains domaines nouveaux.

S. SECTION III - INDEPENDANCE DES FONCTIONS

Ce modèle suppose en effet que l'on peut augmenter ou diminuer la production d'un secteur sans qu'il n'y ait de conséquences sur les autres secteurs. Cette hypothèse est apparemment vraie : en effet, augmenter une production demande une utilisation plus importante de consommations intermédiaires. Cette incidence n'est cependant pas importante, car cet accroissement de consommations intermédiaires peut être fourni par des importations : nous nous situons en effet dans une économie ouverte où il n'existe aucune contrainte d'approvisionnement. Subsistent néanmoins deux types de problèmes n'entrant pas dans ce cadre : les effets externes et le problème des produits liés. Expliquons-nous en :

A. Les effets externes

Adoptons, pour un exemple, une classification assez détaillée des secteurs de production. Supposons ainsi que après optimisation, il faille augmenter nettement les transports routiers jugés très rentables. Peut-on envisager parallèlement une augmentation ou même une stagnation des transports ferroviaires ou fluviaux ? Cette hypothèse semble peu vraisemblable car, à supposer que les autres productions n'aient pas varié, il en résulterait une trop grande offre des transports ; or il n'est pas possible d'exporter ces services. Nous nous apercevons donc qu'il existe des liaisons entre les secteurs, qui ne sont pas prises en compte par les fonctions utilisées. Autre exemple : est-il pensable de développer la branche "transports" s'il n'y a pas une augmentation parallèle des productions à transporter, ou inversement, ne faut-il pas développer cette branche si les productions à transporter ont augmenté ? Il existe donc dans l'économie des branches dépendantes d'autres branches et vouloir développer l'une sans développer l'autre, entraînerait des déséquilibres fâcheux. Développer ou diminuer la production d'une branche comporte des effets externes dont il faudrait tenir compte parce qu'ils sont inévitables.

B. Les produits liés

Les tableaux LEONTIEF sont fondés sur le fait qu'il n'existe qu'un seul produit par secteur. Prenons là encore, un exemple : lorsqu'on produit du coke à partir du charbon, on produit simultanément de par la technique employée, du gaz. Or, si ces deux produits correspondent à deux branches différentes (1), comment va t-on répartir entre ces deux branches les consommations intermédiaires et la valeur ajoutée impliquées dans cette double production ?

La technique des comptes nationaux consiste à affecter la totalité des ressources et des emplois au produit principal (ici le coke) après quoi, on effectue une vente fictive de la branche "cokéfaction", à la branche "gaz". La production de gaz n'est donc plus indépendante. Aussi se peut-il qu'après le processus de maximisation, la branche "gaz" jugée non rentable, voie sa production devenir nulle. Or, ce résultat est impossible si parallèlement, la branche "cokéfaction" possède une production positive. Ce résultat apparemment aberrant vient du fait que le modèle

(1) Nous avons souvent au cours de cette étude, employé dans un même sens les termes "secteurs" et "branches". Dans le langage courant on utilise la plupart du temps l'un pour l'autre. Mais pour les comptes nationaux ces notions sont bien distinctes. Les branches réunissent des unités de production constituées par des entreprises ou fractions d'entreprises s'attachant à la fabrication d'une seule catégorie de produits, tandis que les secteurs sont des ensembles d'entreprises. Les comptes nationaux utilisent la notion de branche pour l'analyse des relations découlant de la technique de fabrication et s'établissant entre les consommations intermédiaires et la production. Les TEI, utilisés dans notre étude, retraçant ces relations, sont donc construits à partir de la notion de branche. Par contre, la notion de secteur est réservée aux études relatives au comportement des entreprises dans le double domaine de la répartition de la valeur ajoutée et des opérations financières.

Dans une classification en "branche", les productions sont homogènes ; cependant les problèmes d'évaluation de certains coûts ne vont pas sans mal. Quant à la notion de "secteur", elle est certainement plus proche de la réalité. Cependant, dans le contexte actuel, les décisions sont souvent prises en dehors de l'entreprise : firmes multinationales, groupes financiers Ces deux classifications sont-elles suffisantes ?

utilisé ne tient pas compte de la dépendance pouvant exister entre certaines branches. Dans ce cas, il y avait bien indépendance au niveau du TEI de départ, mais elle n'est que fictive. Aussi aurait-il fallu pour pallier à cet inconvénient réintroduire au niveau du modèle un certain degré de dépendance.

Nous constatons donc en conclusion de cette section, que de nombreuses imprécisions, en elles-mêmes pouvant être jugées de peu d'importance, ont pu apporter des biais considérables dans nos résultats étant donné la haute sensibilité du modèle. Avec des moyens appropriés, certains auraient pu être évités ; par contre, d'autres supposeraient que soient reconsidérés entièrement d'une part, la comptabilité nationale et d'autre part, l'algorithme de DANTZIG permettant la résolution d'un programme linéaire.

SECTION II - CRITIQUES THEORIQUES

Dans la section précédente, nous avons examiné un certain nombre de critiques ayant trait aux statistiques et à la technique. Nous voudrions maintenant exposer quelques critiques plus fondamentales. Nous avons en effet constaté précédemment que l'optimum atteint était conditionnel en ce sens qu'il dépendait étroitement des contraintes établies. Le problème se pose donc de savoir si, lorsque l'on contraint fortement le modèle, on n'obtiendra pas en définitive, la réalité. Ceci constituera l'examen de la première sous-section. Nous voudrions de plus, montrer dans une deuxième sous-section, que l'optimum est, pour une grande partie, dépendant du système de prix en vigueur dans l'économie et que les salaires fantômes obtenus ne mesurent pas la productivité marginale réelle des différentes C.S.P. mais une valeur de celle-ci incluant un biais dû à une mesure incorrecte de la valeur économique de la production.

S.SECTION I - DEFINITION DU DOMAINE DE PRODUCTION

Nous avons affirmé lorsque nous avons établi le modèle des salaires fantômes, que la maximisation devrait s'effectuer sous contraintes sinon la production optimale serait l'infini. Nous avons donc tenté de

déterminer un domaine de production possible et c'est dans ces limites, que nous avons calculé l'optimum. L'optimum obtenu est donc entièrement conditionnel. Aussi devons-nous approfondir cette notion d'optimum conditionnel.

A. A-t-on le droit d'omettre certaines contraintes

Prenons un exemple. Peut-on espérer obtenir un optimum réaliste si l'on ne tient pas compte des ressources d'investissement disponibles (le marché des capitaux étrangers n'étant pas indéfiniment extensible et d'autre part, l'équilibre de la balance des paiements devant être pris en considération)? Aussi pensons-nous qu'il est un certain nombre de contraintes devant être obligatoirement établies au risque d'obtenir un optimum qui soit par trop irréaliste. A ce sujet, nous pensons que notre modèle omet un grand nombre de contraintes : nous avons déjà énoncé le cas du coût du chômage, mais bien d'autres problèmes devraient être envisagés : les possibilités et les conditions d'absorption et de livraison du marché international, les coûts de conquête de nouveaux marchés, l'espace (coûts de transports), les limites du secteur terre... Aucun de ces éléments n'ont été pris en compte, faute de moyens. Signalons cependant que, malgré de tels manques, notre optimum n'était pas trop divergent à cause des limites fixées sur les demandes finales ; il en aurait été différemment si nous avions pu retenir l'hypothèse d'une limite minimale sur celles-ci. Cet aspect du problème conduit d'ailleurs à analyser l'influence du degré de liberté donné aux contraintes.

B. Influence du degré de liberté donné aux contraintes sur la valeur de l'optimum

Une fois qu'est adopté le principe d'obligation d'établir des contraintes sur telles ou telles disponibilités ou nécessités, reste à déterminer le degré de liberté que l'on va donner à ces contraintes. Supposons en effet que l'on institue des contraintes sur les productions en ne laissant qu'une variation possible que de 1^o‰ pour chaque production. L'optimum induit exprimera alors le niveau des productions observées et les salaires correspondant seront les salaires observés puisque les

coefficients des fonctions de production sont fixes. Il en est de même si l'on ne donne aucune possibilité de variation du nombre d'individus par C.S.P. et par branches.

La tactique à adopter sera alors entièrement dépendante de l'objectif que l'on s'efforce de démontrer. Si l'on a un intérêt quelconque à montrer que le système économique est très différent d'un système concurrentiel, on établira des contraintes très souples et inversement, si l'on veut prouver que l'on se trouve dans une situation proche de l'équilibre, on fixera des contraintes n'acceptant pas les variations. L'optimum est donc entièrement dépendant des objectifs que l'on s'est fixés.

S. SECTION II - LE PROBLEME DE LA VALEUR

La mesure de la productivité marginale du travail obtenue à partir du modèle linéaire est exprimée en termes monétaires. Or, les données nécessaires aux calculs sont elles aussi monétaires. La question se pose alors de savoir si la valeur des résultats ne serait pas dépendante de la valeur des données. Nous avons eu cette intuition ; cependant, nous n'en étions encore qu'à ce stade lorsque A. MINGAT écrivit un papier sur ce sujet (1). Nous reprendrons donc ici sa formulation.

Etablissons tout d'abord le modèle à trois branches et deux types de C.S.P. l'ayant conduit à ces conclusions :

- MODELE I -

<i>Branches J</i>	<i>Production X_j</i>	<i>Val. ajoutée V_j</i>	<i>$C_j = V_j/X_j$</i>
I	5000	2500	0,5
II	3000	2400	0,8
III	2000	1200	0,6

(1) Le texte de ce petit essai est disponible à l'IREDU.

Branches	N_A	Production X_j	B_{AJ}/X_j
I	190	5000	0,0379
II	140	3000	0,0466
III	80	2000	0,0400

Branches	N_B	Production X_j	$B_{BJ} = N_{BJ}/X_j$
I	30	5000	0,0060
II	50	3000	0,0166
III	20	2000	0,0100

Programme primal :

$$\text{Max } 0,5 X_1 + 0,8 X_2 + 0,6 X_3$$

$$0,0379 X_1 + 0,0466 X_2 + 0,0400 X_3 \leq 420$$

$$0,0060 X_1 + 0,0166 X_2 + 0,0100 X_3 \leq 100$$

Nous avons donc une situation de départ où la production totale était de 10000 et les salaires respectivement de 10 pour A et de 20 pour B.

Supposons maintenant que pour des raisons extérieures au modèle (pratique de monopole, grèves ...), la C.S.P. B réussisse à augmenter sa rémunération de 50 % : donc 20 → 30. Nous obtiendrons alors le modèle suivant :

- MODELE II -

Branches J	Production X_j	Valeur ajoutée V_j	$C_j = V_j/X_j$
I	5300	2800	0,528
II	3500	2900	0,828
III	2200	1400	0,636

<i>Branches</i>	N_A	<i>Production</i> X_j	$B_{AJ} = N_{AJ}/X_j$
I	190	5300	0,0359
II	140	3500	0,0400
III	80	2200	0,0363

<i>Branches</i>	N_B	<i>Production</i> X_j	$B_{BJ} = N_{BJ}/X_j$
I	30	5300	0,0056
II	50	3500	0,0142
III	20	2200	0,0091

Programme Primal:

$$\text{Max } 0,528 X_1 + 0,828 X_2 + 0,636 X_3$$

$$0,359 X_1 + 0,0400 X_2 + 0,0363 X_3 \leq 420$$

$$0,0056 X_1 + 0,0142 X_2 + 0,0091 X_3 \leq 100$$

Solution de ces programmes :

MODELE I . Salaires fantômes A = 10,01
 . Salaires fantômes B = 20,08

MODELE II . Salaires fantômes A = 10,01
 . Salaires fantômes B = 30,12

Nous constatons donc que la productivité marginale du travail est entièrement dépendante de la valeur initiale des rémunérations. En d'autres termes, la mesure de la valeur ajoutée dans la solution de base contient déjà la valeur des salaires fantômes. En effet, les salaires (seuls facteurs pris en compte dans cet exemple), représentant la valeur de la production intérieur brute ; de ce fait, il ne peut y avoir qu'identité

entre la rémunération d'un individu et sa contribution marginale à la production.

Par conséquent, pour un même travail physique, on peut avoir différentes valeurs de la production marginale du travail. Le but que l'on s'était fixé n'est donc pas atteint ; ce n'est pas parce que le marché est concurrentiel que le salaire est égal à la productivité marginale du travail ; il lui est identique quelles qu'en soient les conditions.

D'aucuns pourraient prétendre résoudre ce problème en proposant de déflater les prix et de ce fait, on obtiendrait une mesure de la productivité en volume. Cet argument cependant ne tient pas ; en effet, déflater les prix suppose toujours qu'on se rapporte à une année précédente. Or, pour cette année précédente, devrait être effectuée la même opération et ainsi de suite en remontant dans le temps. Il a bien fallu cependant qu'à un instant donné, soient définis ces prix : comment l'ont-ils été sinon par des rapports de forces ? Jamais nous ne pourrions affirmer que les prix étaient en rapport avec la productivité physique. Nous ne pourrions donc jamais établir que la productivité marginale du travail en valeur déflatée représente la productivité en volume.

Nous sommes donc condamnés à affirmer que la mesure de la productivité marginale du travail que nous avons obtenue par le modèle linéaire est entièrement dépendante de la mesure de la valeur des biens. Ce résultat était à prévoir : nous ne pouvions pas obtenir des prix absolus en partant de prix relatifs. En d'autres termes, nous ne pouvions pas espérer, en partant d'une mesure de la valeur parfaitement subjective, obtenir une mesure de la valeur qui soit objective. La situation réelle conditionnait très étroitement la solution.

CONCLUSION

Cette étude a permis de déterminer deux instruments nécessaires à une politique rationnelle de l'Education. Les résultats des tests que nous avons effectués ne semblent pas très concluants. Nous ne reviendrons cependant pas sur ceux du modèle prévisionnel d'emploi ; en effet, bien qu'ils ne soient pas, en l'état, opérationnels, nous pensons qu'avec de meilleures estimations de la productivité du travail, nous obtiendrons des résultats fort acceptables. En d'autres termes, il s'agit plus d'un problème statistique que d'un problème d'ordre théorique.

Par contre, nous voudrions insister sur le modèle des salaires fantômes, principale préoccupation de ce travail. Nous avons établi ce modèle en vue d'en faire un guide de la planification économique. Or, il semble d'après les critiques émises lors de la cinquième partie de cette étude, qu'il y ait deux types majeurs de raisons faisant qu'il faudrait mieux renoncer à cette voie de recherche pourtant intéressante d'un point de vue théorique.

La première est d'ordre théorique et repose sur le système des prix . Nous supposons en un premier temps qu'il existe des déséquilibres dans la situation réelle. Puis, à partir de cette même réalité, nous allons, par la technique de la programmation, faire converger l'économie vers l'équilibre défini par la concurrence pure et parfaite. A ce moment productivité marginale du travail égale salaire.

Nous avons vu pourtant, à l'aide de l'exemple de l'article de A. MINGAT, que cette même productivité marginale du travail était entièrement conditionnée par le niveau des prix observés dans la réalité. Nous en étions arrivés à la conclusion que la productivité marginale du travail était toujours équivalente au salaire quelque soit le niveau de celui-ci(1).

(1) Cette conclusion ressort, bien que dans un cadre d'analyse différent, de la théorie de B. SCHMITT : *"Monnaie, salaires et profits"*.

Une autre remarque ressort également de cette analyse : le processus de maximisation conduit-il à l'équilibre concurrentiel ?

Partons, comme le fait M. MINGAT, de deux situations de déséquilibres (situations supposées réelles simultanément) : or, nous obtenons après maximisation deux niveaux de l'équilibre. Où est le vrai équilibre concurrentiel ? Il est impossible en effet, si nous supposons être arrivés à un état de concurrence, qu'il y ait deux valeurs de l'optimum. Nous doutons alors que la productivité marginale du travail, en valeur, ait un sens. De plus, en supposant que l'optimisation conduise à un équilibre concurrentiel, ne faudrait-il pas omettre le phénomène d'arbitrage. En effet, la concurrence parfaite ne peut pas être le propre d'un pays. En admettant qu'un pays soit en mesure de vivre dans un système concurrentiel, l'optimum qu'il atteindrait ne serait que partiel puisqu'il inclurait dans son système, les impuretés des systèmes voisins de par ses importations. Dans tous les autres cas, l'état de concurrence entraîne un arbitrage international au niveau des facteurs de production. L'optimum fictif que nous obtenons par la maximisation ne prend pas en compte cet aspect international. Nous n'arrivons donc qu'à un équilibre partiel, puisque l'état fictif calculé n'est pas homogène avec l'état fictif international qui devrait être supposé concurrentiel.

Les raisons théoriques montrant qu'un tel modèle n'est pas très utile aux planificateurs, sont à elles seules accablantes. Faisons-en cependant abstraction pour un instant. D'autres raisons, d'ordre politique, font que ce modèle n'est pas un instrument opérationnel pour la politique de l'éducation.

En effet, pour se servir des résultats obtenus comme guide des politiques à mettre en oeuvre, il faudrait que ceux-ci soient suffisamment stables. Or, nous avons observé, au cours des tests paramétriques, que des variations relativement faibles dans les données pouvaient conduire à des variations importantes des résultats. Les statisticiens-économistes savent bien qu'il serait osé de prétendre que des mesures aussi globales ne sont pas entachées d'erreur (1). Il suffit ainsi qu'une erreur de

(1) MORGENSTERN O. - *"Précision et incertitude des données économiques"*
Paris, Dunod, 1972.

quelques pour cent se soit glissée dans les estimations, pour que la politique mise en oeuvre aille en sens contraire de la véritable rationalité.

Une autre raison, d'ordre politique aussi, conduit à l'abandon de ce modèle. Elle se situe non plus au niveau de la solution-prix du dual, mais de la solution-quantité du primal. En effet, si l'on veut que soit respectée la solution du dual impliquant un développement de certaines C.S.P. et une récession de certaines autres, il faut que parallèlement, soit respectée la solution du primal concernant les niveaux de production. Or, il est bien évident que la politique d'éducation se déduisant de l'analyse coût-bénéfice ne concerne pas le long terme, car l'évolution des techniques, des besoins et des ressources est telle que cette politique doit être redéfinie. S'appliquant au court terme, son application devient difficile : la réorganisation des secteurs de production peut être telle qu'il semble impossible de la réaliser en aussi peu de temps. Pour tenir compte de ces difficultés, on va donc ajouter des contraintes : nous avons prouvé dans la partie de cette étude concernant les critiques qu'ajouter des contraintes supplémentaires entraînait une réduction du domaine des possibilités et donc rapprochait de la réalité de départ. Voulant tenir compte des contraintes pouvant exister dans la réalité, nous obtiendrons donc un optimum très proche de la réalité. Pourquoi alors ne pas effectuer le calcul des taux de rendement à partir de la réalité observée, comme il est généralement fait, en supposant que la situation réelle n'est pas plus déséquilibrée que la prétendue situation équilibrée de la concurrence parfaite ?

Le modèle des salaires fantômes ne comble pas les espoirs que nous avons mis en lui. Pouvait-il en être autrement ? Vouloir atteindre un équilibre sans changer le système des prix n'est pas possible. La programmation linéaire n'est qu'une technique, elle n'a pas le pouvoir de transformer le système économique. Tant que le problème de la mesure de la valeur économique n'aura pas été résolu, les équilibres que nous pourrions prétendre déterminer ne seront que des équilibres conditionnels.

ANNEXE 1.

. ALGORITHME DE LA METHODE DU SIMPLEXE (1)

Dans le corps du texte, nous n'avons pas explicité la méthode de résolution d'un programme linéaire, afin de ne pas perdre le lecteur dans des détails techniques. Nous devons cependant, par cette annexe, remédier à ce manque. Examinons donc l'algorithme utilisé pour résoudre un problème de maximisation.

Le programme s'écrit sous une forme condensée :

$$\text{Max } z = \sum_j^n c_j \cdot x_j$$

sous les contraintes :

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot x_j \leq d_i$$

avec $x_j \geq 0$ (1)

$j \in J = \{1, 2, \dots, n\}$: ensemble des indices de colonnes

$i \in I = \{1, 2, \dots, m\}$: ensemble des indices de lignes

Mise sous forme canonique :

$$z - \sum_j^n c_j x_j = 0 \quad (2)$$

$$\sum_j^n a_{ij} \cdot x_j + x_{n+i} = d_i \quad (3)$$

Ce problème comporte donc :

- n variables principales x_j , avec $j = 1, 2, \dots, n$

(1) L'exposition de cet algorithme est tirée du livre de H. MAURIN :
"Programmation linéaire appliquée" - 1967.

- m variables d'écart x_{n+i} permettant de transformer les inégalités en égalités : avec $n+i = n+1, n+2, \dots, n+m$.

- m lignes de contraintes puisque $i = 1, 2, \dots, m$.

Nous aurons donc au total $p = n + m$ variables x_p .

- DEFINITIONS -

Tout ensemble de $p = n+m$ valeurs x_p vérifiant le système (3) et la contrainte (1) sera appelé *solution réalisable du problème*.

Nous appellerons *base* un ensemble de m variables x_p dont les coefficients dans les m équations forment une matrice carrée non singulière (déterminant $\neq 0$). Quant aux n autres variables, elles sont dites *hors base*. Si on leur donne une valeur nulle, les m variables de base prennent des valeurs déterminées constituant une solution de base.

RECHERCHE DE LA PREMIERE SOLUTION DE BASE

Il existe une solution de base évidente : elle consiste à faire nulles les n variables principales et à égaliser aux seconds membres les m variables d'écart.

Le système (3) admet en effet la solution :

$$\begin{aligned} \forall x_j &= 0 \\ \forall x_{n+i} &= d_i \geq 0 \end{aligned}$$

Cette solution est acceptable puisque :

- la matrice des coefficients des m variables d'écart (qui sont les m variables de base) est non singulière,
- elle comporte m variables ≥ 0 et n variables nulles.

AMELIORATION DE LA SOLUTION INITIALE

Cette solution, pas très performante, peut être améliorée. En effet, si l'on donne aux n variables principales, alors variables hors base, des valeurs non nulles, la solution du problème ne s'obtiendra plus en égalant aux seconds membres les m variables d'écart. Les valeurs prises par ces m variables de base sont en effet données par les m relations suivantes :

$$x_{n+i} = d_i - \sum_j a_{ij} \cdot x_j \quad (4)$$

Dans ce cas, tous les x_j n'étant pas nuls, on a une solution quelconque du problème. Les m relations (4) expriment la solution générale du problème. Le problème admet une infinité de solutions. Pour chacune d'elles, la fonction économique z prend la valeur donnée par la relation (2).

$$z = \sum_j c_j \cdot x_j \quad (5)$$

Cette relation (5) montre qu'il sera possible de faire croître z , qui était nul lorsque tous les x_j étaient nuls, s'il existe au moins un coefficient c_j positif ; il suffira de donner une valeur positive à la variable x_j correspondante.

Pour une première amélioration, choisissons le c_j le plus grand (représentant dans notre modèle, des salaires fantômes le plus grand taux de valeur ajoutée). La variable x correspondante prendra une valeur $v \geq 0$ et entrera de ce fait dans la base. Simultanément, une variable qui était jusqu'à présent dans la base va sortir de la base.

La fonction économique prendra alors la valeur :

$$z = c_j \cdot v$$

Nous n'exposerons pas le critère permettant la sortie de la base et le calcul servant à la redéfinition des coefficients a_{ij} . Sachons seulement que à partir de cette solution, sera répété la méthode d'amélioration de la solution. Nous saurons que nous aurons atteint l'optimum

lorsque tous les coefficients c_j (avec $j = 1, 2, \dots, n$) seront négatifs.

COUTS MARGINAUX

Afin de transformer les contraintes en égalités, m variables d'écart avaient été ajoutées ; nous avons donc $p = n + m$ variables. La fonction économique devait donc comporter aussi p variables. m variables d'écart avaient été ajoutées à la fonction économique ; pour ne pas changer la valeur de la fonction économique de départ, elles ont été introduites avec un coefficient c_{n+i} égal à zéro. Dans la solution de départ, ces m variables constituaient la solution de base et avaient des valeurs > 0 égales aux d_i des seconds membres.

Tant que ces variables restaient dans la base, leur valeur était positive et de ce fait, la contrainte correspondante, n'était pas saturée. Le bien ou l'input limité par cette contrainte était en excédent. En disposer d'une unité supplémentaire n'aurait aucune influence sur la solution. On dit alors que la valeur marginale (ou coût marginal) est nulle, et par extension, que la variable d'écart associée à ce bien ou à cet input a une valeur marginale nulle. C'est ce que traduisent les c_{n+i} nuls de la solution de départ.

Au fur et à mesure des itérations successives, les variables d'écart vont sortir de la base, chassées par les variables principales. La contrainte correspondante sera alors saturée et la variable d'écart sera nulle. Le coût marginal prendra alors une valeur différente de 0. Sa signification est la suivante : il représente le manque à produire minimum entraîné par la non-utilisation d'une quantité unitaire du bien ou de l'input associé, dont les disponibilités sont limitées supérieurement. Par cette définition, nous constatons donc que le coût marginal mesure ce que les économistes appellent le *coût d'opportunité*. Ainsi, lorsqu'on obtiendra le coût marginal d'une contrainte sur une certaine qualification, nous disposerons d'une mesure du coût d'opportunité sociale d'un individu possédant cette qualification.

ANNEXE II.

UN ESSAI D'ESTIMATION DES GAINS DE PRODUCTIVITE MOYENS DU TRAVAIL AFFECTE A CHAQUE CSP

Constatant les divergences des prévisions dans le modèle d'emploi, nous avons émis l'opinion qu'à l'intérieur de la productivité du travail pour chaque branche les différentes CSP n'avaient pas la même contribution. L'idéal aurait été de disposer de mesures de cette productivité simultanément par branche et par C.S.P. Or, nous ne pouvons les obtenir. Par contre, connaissant d'une part la productivité de chaque branche, nous allons tenter d'estimer les gains de productivité moyens pour chaque CSP ; nous pourrons ainsi vérifier si les conclusions auxquelles nous avons abouti étaient fondées.

Pour ce faire, nous avons établi un modèle basé sur l'hypothèse suivante : dans une branche donnée j , les gains totaux de productivité du facteur travail sont égaux à la somme des gains de productivité fournis par chaque C.S.P. (cette somme doit bien entendu être pondérée pour tenir compte de l'importance numérique de chaque C.S.P.).

$$P_j = \sum_h \alpha_{hj} \cdot P_{hj}$$

où P_j est le gain de productivité du travail dans la branche j .

α_{hj} est le coefficient de pondération mesurant l'importance de la C.S.P.. Ce coefficient est donc égal à :

$$\alpha_{hj} = \frac{N_{hj}}{N_j}$$

Quant à P_{hj} il représente les différentes inconnues, c'est à dire, les gains de productivité des différentes CSP dans la branche j . Or, la technique que nous allons employer, à savoir la résolution d'un système d'équations

linéaires, ne permet pas d'obtenir ces P_{hj} . Nous allons faire alors l'hypothèse que les gains de productivité d'une C.S.P. h sont les mêmes dans chaque branche. De ce fait, nous pouvons remplacer P_{hj} par P_h et le système linéaire est soluble ; il fournira le niveau de chaque P_h .

$$P_j = \sum_h \alpha_{hj} \cdot P_h$$

N'ayant pu disposer d'un programme de traitement sur ordinateur d'un système linéaire hyperstatique, c'est-à-dire comportant vingt-deux lignes (les vingt-deux branches) et huit colonnes (les huit types de C.S.P.) nous avons adopté la méthode de résolution d'un système carré (huit équations et huit inconnues).

Un problème de choix des branches à retenir dans le modèle se posait donc. Nous adoptâmes le critère consistant à retenir les branches employant le plus grand nombre de travailleurs (toutes C.S.P. confondues). Nous avons cependant exclu la branche dix-neuf "commerces", l'estimation de son taux de productivité pouvant être critiquée. Nous avons donc effectué un test sur les huit branches suivantes : 01, 02, 05-10, 09, 11, 13, 14, 15-16.

. Système 8 x 8

Les préparatifs à de tels calculs sont excessivement simples : il suffit d'établir les coefficients α_{hj} à l'aide de la formule précédemment établie. Ces coefficients ainsi que les taux de productivité globale du travail sont ensuite traités par des machines électroniques (dans notre cas une Programma 602 OLIVETTI). Nous obtenons alors les résultats suivants :

C.S.P.	Gain moyen de productivité par individu	Contribution à la productivité ex : secteur 14	Contribution à la productivité ex : secteur 01
P _A	7,537	+ 0,2736	+ 7,39
P _B	6,514	+ 2,629	+ 0,0546
P _C	- 105,527	- 33,336	- 0,443
P _D	- 17,359	- 0,0503	- 0,010
P _E	- 139,161	- 9,101	- 0,083
P _F	- 91,195	- 3,739	- 0,145
P _G	327,593	+ 14,217	+ 0,360
P _H	544,897	+ 33,511	+ 0,871
		$\Sigma = 4,4 \%$	$\Sigma = 8 \%$

Ces résultats sont dans leur tendance, en accord avec le but poursuivi à savoir, montrer que les gains de productivité ne sont pas les mêmes pour toutes les C.S.P. L'interprétation de ces résultats ne s'avère pas très nécessaire : en effet, n'avoir pu retenir toutes les branches semble avoir introduit un biais sérieux dans ces estimations. Remarquons cependant deux de ces résultats :

- Les gains de productivité du travail dans le secteur 01 "agriculture" sont de 8 % ; d'autre part, le gain moyen de productivité d'un agriculteur est de 7,537. Or, les coefficients α_h montrent que la quasi-totalité des personnes employées dans le secteur 01 sont des agriculteurs ($\approx 98 \%$). Donc leur contribution à la productivité totale sera de $0,9812 \times 7,537 = 7,39 \%$. 7,39 % de la productivité du travail dans le secteur 01 sont expliqués par les agriculteurs sur les 8 %. Ce résultat est tout à fait acceptable : la raison semble en être qu'aucun biais ne s'introduit dans l'estimation puisque cette branche et cette C.S.P. correspondent.

- La deuxième remarque concerne la C.S.P. h dont la productivité semble très élevée. Or, ce résultat concorde avec les tests effectués avec le modèle de prévisions d'emploi (le nombre de personnes de cette CSP dont on prévoit l'emploi était surestimé de 40 %). Cependant, cette CSP ne représente qu'un reliquat, c'est une catégorie où ont été regroupés les emplois un peu en marge d'un système productif rationnel (artistes, clergé ...). Aussi voudrions-nous effectuer d'autres tests où ne figureraient plus cette C.S.P. Certes le résultat sera une majoration artificielle de la contribution à la productivité d'une branche pour chaque C.S.P. restante, mais l'effet moyen sur chacune sera faible.

De la même manière, nous pouvons supprimer la C.S.P. "agriculteurs" dans la mesure où parmi les branches choisies ne figurera pas la branche 01 "agriculture".

Du fait de ces deux suppressions de CSP, nous sommes ramenés de par la méthode utilisée à un système linéaire 6 x 6.

. Systèmes 6 x 6 .

Les systèmes 6 x 6 ont été mis sur pied afin de supprimer la CSP "agriculteurs" n'ayant que peu d'influence dans les secteurs autres que l'agriculture et afin de supprimer la CSP h dont une estimation particulière de la productivité peut sembler douteuse.

Nous avons de plus, établi deux systèmes 6 x 6 afin de vérifier l'hypothèse précédemment établie selon laquelle à l'intérieur d'une même CSP, la productivité peut varier d'une branche à l'autre.

Système 6 x 6 n° 1

Pour le choix des branches à retenir, nous avons adopté le même critère que dans le test précédent. De ce fait, ont été utilisés les secteurs 02, 05-10, 07-08, 09, 11, 14.

. Système 6 x 6 n° 2

Un autre système a été testé où ne figurent que des branches à vocation industrielle : 03A, 05-10, 06A-06B, 07-08, 09, 11. Les résultats de ces deux tests sont rassemblés dans le tableau suivant :

	<i>Système n°1</i> <i>Gains de productiv.</i>	<i>Système n°2</i> <i>Gains de productiv.</i>
P _B	5,850	1,223
P _C	72,376	58,098
P _D	-103,549	173,009
P _E	-234,993	-334,866
P _F	- 13,682	6,218
P _G	-119,062	- 20,675

La comparaison entre ces deux systèmes ne peut être faite terme à terme, car les variations sont énormes. Tout au plus, pouvons-nous tenter de dégager une tendance : les gains de productivité des ouvriers et employés sont toujours positifs tandis que ceux des cadres moyens et supérieurs sont négatifs. Apparaîtrait là une très vague confirmation de l'hypothèse selon laquelle la productivité des ouvriers et employés est plus grande que celle des autres C.S.P.

Quelques remarques générales peuvent être déduites des tests de ce modèle.

Il semblerait que l'estimation des gains moyens de productivité pour chaque C.S.P., c'est-à-dire sur l'ensemble ou un sous-ensemble des branches, n'ait pas beaucoup de sens. Comme le montre les deux tests sur les systèmes 6 x 6, les résultats sont très sensibles au choix des secteurs. De ce fait, il semble qu'il n'existe pas de liens entre la productivité d'un ouvrier de la chimie et celle d'un ouvrier du bâtiment, par exemple. Les gains de productivité qu'apporte le travail d'un individu n'est

pas lié à sa valeur propre, mais à la structure technico-économique de la branche qui l'emploie.

En conclusion de ce modèle, nous sommes en mesure d'affirmer qu'à catégorie socio-professionnelle égale, un individu assurera des gains de productivité différents, suivant le secteur où il travaille. Cette affirmation explique dans une large mesure, pourquoi les prévisions d'emploi fondées sur des taux de productivité du travail ne différenciant pas, les différentes catégories socio-professionnelles conduisent à des résultats sur lesquels il n'est pas souhaitable d'établir une politique rationnelle de l'emploi et indirectement de l'éducation.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrage de base :

G. PSACHAROPOULOS : *An economic Analysis of labour skill requirements in Greece : 1954-1965*. CHICAGO 1968.

. Ouvrages théoriques :

G.S. BECKER : *Human Capital* - Columbia University Press - 1964.

J. BENARD : *Les modèles d'Optimisation économique de l'Education* - REP - mai - juin 1973.

J. BENARD : *Modèles d'Optimisation générale pour l'Economie et l'Education* - OCDE 1967.

M. BLAUG : *An introduction to the economics of Education* - Penguin modern.

S. BOWLES : *The efficient allocation of resources in Education* - The Quaterly Journal of Economics - mai 1967.

E. DENISON : *La mesure de la contribution de l'Enseignement à la croissance économique* - in OCDE, le facteur résiduel et le progrès économique - PARIS 1964.

J.C. EICHER : *Education et Productivité* - Communication à une Table Ronde organisée par l'IREDU (Dijon) - mai 1973.

J.C. EICHER : *L' Education comme investissement : la fin des illusions ?* - REP - mai - juin 1973.

J.C. EICHER : *Notes de cours sur l'Economie de l'Education en 1973* DIJON.

J. HALLACK : *Coûts globaux et coûts unitaires dans la planification de l'Education* -

C. JESSUA : *Coût sociaux et coûts privés* - PUF.

J. MAUNOURY : *Economie du savoir* - Collection W.

S. MERRETT : *The rate of return to Education : a critique* - Oxford Economic Papers - novembre 1966.

A. MINGAT : *Analyse théorique de la demande d'éducation et optimisation de l'investissement éducatif* - REP - mai - juin 1973.

A. PAGE : *Economie de l'Education* - Collection Sup. 1971.

G. PSACHAROPOULOS : *Théorie de l'Ecran* - Communication faite au Colloque organisé par l'IREDU (Dijon) mai 1973.

II

- H. THEIL : *Applied economic forecasting* - AMSTERDAM : North Holland Publ. - 1966.
- A. VINOKUR : *Economie de l'éducation* - Thèse de Doctorat.
- M. WOODHALL : *L'analyse coût-bénéfice dans la planification de l'éducation* - UNESCO : Institut International de la Planification de l'Education - 1970.

. Ouvrages techniques

- J. BIABAUT : Note de cours III^e année de licence Science Economique (Dijon).
- H. MAURIN : *Programmation linéaire appliquée*.
- P. PELLETIER : *Techniques numériques appliquées au calcul scientifique* - Masson et Cie.
- B. SOLNICK : *La programmation linéaire* - Collection "La Vie de l'Entreprise".

. Ouvrages statistiques

- J. BEGUE : *Projections tendanciennes des besoins français en main d'oeuvre par profession* - Série n° 8 - Collection de l'INSEE.
- J.-M. CARRE *Enquête sur les dépenses d'éducation à la charge des familles* - Mémoire D.E.S. 1973. Dijon
- et J.-J. FRIBOULET
- S. CUENIN : *Le coût de l'Education à la charge de l'Etat*.
Papier de participation au colloque IREDU-CREDOC, décembre 1973.
- G. DELANGE : *Informations et réflexions sur le tableau d'échanges interindustriels* - Revue économique - mai 1967.
- L. LEVY-GARBOUA *Les taux de rendement privés de l'éducation en France* - décembre 1973 - Papier disponible à l'IREDU et au CREDOC.
- et A. MINGAT
- J. MAIRESSE : *Evaluation du Capital* - novembre 1973 - Série C
Collection de l'INSEE.
- J. MARCHAL : *Comptabilité Nationale* - Editions Cujas -
- Numéro d'ETUDES ET CONJONCTURES : février 1966 - *Estimation de productivité*.
-

- TABLEAU I -

T. E. I. 1968

B.C.N. \ B.C.I.	01	02	03 A	03 B	05	06 A	07	09 A	09 B	09 C	11 A	11 B	11 C	12 A	12 B	12 C	12 D	13	14 A	14 B	15	16	19	2
01	0	38657	0	0	154	0	0	0	0	0	118	0	0	1522	54	0	73	0	40	0	3777	0	44397	
02	5227	0	3	0	939	0	4	8	0	0	115	0	506	0	61	0	45	0	106	0	10692	2	17708	
03 A	2	151	0	1065	172	235	1514	72	93	9	102	2	6	4	73	1	11	2	106	0	76	84	3800	
03 B - 04	599	954	254	0	1869	484	1090	668	643	196	404	29	28	182	370	47	130	425	425	70	1130	919	10916	
05 - 10	5523	1082	208	1491	0	1564	480	845	4538	1617	1470	62	409	357	568	662	2840	3894	4047	108	4799	2417	38881	
06 A - 06 B	123	346	5	13	262	0	439	29	427	307	18	0	0	132	53	0	237	13503	4	1	266	162	16327	
07 - 08	0	0	38	0	544	32	0	8695	5253	719	0	0	0	0	0	14	232	2701	21	0	85	0	18334	
09 A	590	771	29	54	1345	287	310	0	12540	3258	38	97	38	143	119	30	242	4884	224	0	850	190	26059	
09 B D E	0	324	104	303	862	249	451	836	0	968	160	0	25	37	44	60	75	4965	911	0	6583	93	17050	
09 C	28	31	34	259	149	73	154	108	3637	0	73	0	0	19	74	0	0	3372	69	120	805	29	9034	
11 A	226	128	5	10	563	0	0	0	921	224	0	6067	354	374	235	31	194	652	44	0	261	261	10552	
11 B	0	0	4	10	38	0	8	0	81	0	0	0	0	3	0	0	0	0	29	23	337	58	611	
11 C	161	0	0	0	0	0	0	0	58	15	0	362	0	0	0	108	0	0	2	0	0	0	706	
12 A	59	163	37	0	23	62	7	195	324	141	9	0	24	0	345	0	71	5437	52	3	27	494	7473	
12 B	132	1004	4	55	992	586	4	43	191	238	438	115	122	77	0	2621	408	302	154	46	713	1080	9325	
12 C	4	231	14	19	370	29	52	69	246	100	66	19	12	7	64	0	96	89	106	65	3989	828	6475	
12 D	95	161	5	28	325	40	23	47	865	740	24	88	105	172	50	0	0	950	23	14	238	659	4652	
13	947	405	105	1021	933	434	163	457	1419	598	263	74	51	244	143	140	180	0	3266	147	950	760	12700	
14 A	337	1122	102	360	2840	398	1249	582	1560	453	307	100	65	214	405	169	154	2524	0	215	799	8540	22515	
14 B	0	263	10	81	262	14	75	192	338	94	83	29	27	98	20	240	65	359	217	0	1504	1475	5446	
15 - 16	5492	2735	139	480	3220	945	233	2040	5664	1812	1308	385	454	641	777	1203	1536	8746	2539	106	0	6784	47239	
19	17936	20714	1355	0	8909	2440	918	2939	7982	4537	6390	9284	3645	4153	440	2638	5607	0	0	0	0	0	97796	
T.C.I.	37481	48242	2455	5248	32773	7802	7174	17886	46780	18088	11388	18718	6811	8378	3805	7984	18088	52606	12386	818	37801	84876	489088	
VALEUR AJOUTEE	42006	34470	3012	11771	37380	10139	10032	14679	46739	11551	12550	5535	3281	7439	5525	6283	6226	62556	22271	8374	112804	72961	549594	
DROITS & TAXES D'IMPORTATION	615	1234	119	0	1606	265	815	555	3341	771	639	103	176	347	368	69	360	0	0	0	9	0	11392	
V(i)	42621	35704	3131	11771	38986	10404	10847	15234	50080	12322	13189	5658	3457	7786	5893	8352	6586	62566	22271	8374	112813	72961	560986	
X(i) PRODUCTION AU PRIX D'UTILISATION	80102	104946	5586	17020	61759	18305	18021	33059	96860	2834	24575	22351	9368	16165	9788	16316	18684	115371	34656	9292	150714	97796	989082	

Unité : millions de Francs courants

- TABLEAU 2 -

T. E. 1. 1962

	01	02	03 A	03 B	05 10	05 A	07 08	09 A	09 BDE	09 C	11 A	11 B	11 C	12 A	12 B	12 C	12 D	13	14 A	14 B	15 16	19	z
01	0	27908	0	0	86	0	0	0	0	0	134	0	0	1280	17	0	108	0	36	0	3100	0	32669
02	3712	0	5	0	590	0	6	5	0	0	120	0	500	0	60	0	29	0	89	0	5859	3	10978
03 A	2	192	0	798	243	293	4710	98	107	12	170	2	8	6	94	1	11	2	236	0	83	100	4168
03 B - 06	354	429	271	0	1036	299	924	348	448	89	303	14	15	65	248	27	67	173	266	37	499	418	6330
05 - 10	3359	713	231	804	0	999	412	585	3017	934	1189	45	316	222	351	425	1577	7326	2515	60	2111	1548	28940
06 A - 06 B	69	217	5	8	159	0	399	26	280	191	14	0	0	85	38	0	144	6910	4	1	139	105	8796
07 - 08	0	0	64	0	415	19	0	6658	4548	515	0	0	0	0	0	8	154	1594	16	0	57	0	14028
09 A	417	471	36	38	823	155	366	0	8547	1993	24	74	45	99	70	15	136	2693	138	0	452	121	16713
09 B D E	0	184	108	162	489	128	402	537	0	631	124	0	18	19	25	30	38	2399	617	0	3194	53	9158
0 9 C	19	27	40	141	87	39	138	73	2045	0	61	0	0	11	48	0	0	1731	43	66	388	17	4973
11 A	148	109	6	5	420	0	0	0	655	156	0	4671	317	276	171	20	124	362	42	0	153	191	7826
11 B	0	0	5	8	30	0	10	0	71	0	0	0	0	3	0	0	0	0	25	18	250	52	472
11 C	120	0	0	0	0	0	0	0	59	15	0	277	0	0	0	102	0	0	2	0	0	0	575
12 A	40	105	44	0	12	39	10	156	201	81	8	0	19	0	230	0	41	2569	41	3	15	301	3915
12 B	106	617	4	29	522	321	4	29	119	137	349	87	89	45	0	1546	221	137	92	23	358	643	5478
12 C	4	144	15	13	208	18	46	47	160	60	57	15	9	6	40	0	56	43	72	37	2064	525	3639
12 D	50	107	7	19	170	26	21	30	523	430	24	66	73	103	34	0	0	437	17	9	135	415	2696
13	528	205	94	474	456	193	122	250	703	284	168	45	31	115	69	60	80	0	1797	71	389	413	6547
14 A	207	627	97	198	1497	219	993	395	894	247	233	65	59	126	224	85	79	1294	0	120	389	4977	12985
14 B	0	130	10	40	135	7	56	113	186	49	62	20	18	53	10	135	33	149	128	0	687	841	2882
15 - 16	2936	1392	133	203	1514	426	175	1115	2900	938	840	240	286	309	394	613	706	3272	1274	46	0	3857	23569
19	13778	12307	1747	0	3663	1364	768	1887	4966	2441	3905	5854	2270	2268	228	1346	2205	0	0	0	0	0	60997
I C.I.	25849	45904	28928	8940	18555	4546	6682	12333	30428	8203	7787	11475	4073	5081	2852	4813	5609	37851	7480	481	20223	14680	288335
VALEUR AJOUTEE	32665	19832	3627	6324	21732	5869	8120	9438	26424	7111	9490	4472	2409	4290	3312	4455	3542	29040	13965	4587	55287	46417	322408
DROITS & TAXES IMPORT	205	755	30	0	950	137	739	303	2247	443	339	40	74	138	189	23	148	0	0	0	7	0	6769
V(j)	32808	20587	3657	6324	22682	6006	8859	9741	28671	7556	9829	4512	2483	4428	3501	4480	3690	29040	13965	4587	55294	46417	329177
X(j) PRODUCTION AU PRIX D'UTILISATION	58717	66491	6579	9264	35237	10351	15421	22073	59100	16759	17616	15987	6556	9519	5852	8893	9499	60291	21415	5078	75617	60997	597512

- TABLEAU 3 -

T. E. E. 1954

Millions Francs courants.

PRODUITS	01	02	03 A	03 B 04	05 10	06 A 06 B	07 08	09 A	09 B D E	09 C	11 A	11 B	11 C	12 A	12 B	12 C	12 D	13	14 A	14 B	15.16	19
01 AGRICULTURE	0	0,37260	0	0	0,00730	0	0	0	0	0	0,02448	0	0,12289	0,14939	0,00643	0	0,01190	0	0	0	0,03382	0
02 I. A. A.	0,03417	0	0	0	0,01921	0	0	0	0	0	0,00968	0	0	0	0	0	0,01083	0	0,00251	0	0,06899	0
03A MINES. CHARBON.	0	0,00360	0	0,11142	0,01328	0,03047	0,12961	0,00791	0,00197	0,00142	0,01460	0,00153	0,00221	0,00125	0,02665	0,00105	0,00554	0,00161	0,02406	0,00399	0,00355	0,00380
03B.04 (12)-ELECTRICITE	0,00259	0,00378	0,00071	0	0,02113	0,02495	0,02535	0,01520	0,00950	0,00876	0,01498	0,00278	0,00555	0,00795	0,02740	0,00182	0,00430	0,00216	0,01107	0,00669	0,00588	0,00731
05.10 (12)CHIMIE	0,05756	0,01268	0,04118	0,03793	0	0,07597	0,03362	0,02772	0,05768	0,03926	0,06725	0,00277	0,06668	0,03479	0,04872	0,03891	0,15280	0,04502	0,09885	0,01812	0,02369	0,02624
06A.06a MAT. CONST. VERRE	0,00111	0,00537	0,00119	0,00077	0,00609	0	0,01344	0	0,00554	0,01229	0	0	0	0,00743	0,00086	0	0,00919	0,15365	0,00370	0,00628	0	0,00186
07.08 SIDERURGIE-NON FERREUX	0	0	0,00966	0,00249	0,00857	0,00244	0	0,30239	0,06877	0,04891	0	0	0	0	0	0,00631	0,01516	0,02184	0,00243	0	0	0
09A ENFONCE. TRANSFO. TRAVAIL METAUX	0,00319	0,00869	0,00889	0,01234	0,01800	0	0,00953	0	0,14822	0,17042	0	0,00320	0,01561	0,00609	0,01134	0	0,03218	0,04228	0,01342	0	0,00179	0,00181
09BDE INUS. MECANIQUE	0	0,00241	0,04119	0,01486	0,00413	0,00791	0,00598	0,00475	0	0,00678	0,00622	0	0,00129	0,00190	0,00209	0	0	0,03427	0,02604	0,00610	0,01311	0,00036
09C OUV. ET. LER CYRIQUE	0	0,00023	0,00350	0,01663	0,00092	0	0,00199	0	0,02019	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01088	0,00294	0,01270	0	0,00036
11A TEXTILES	0,00208	0,00104	0,00025	0	0,02063	0	0	0	0,00775	0,00729	0	0,30618	0,04326	0,03189	0,02744	0	0,01377	0,00050	0,00266	0	0,00205	0,00433
11B HABILEMENT	0	0,00026	0,00050	0,00164	0,00100	0	0	0	0,00027	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00133	0,00664	0,00211	0,00118	
11C CUIRS	0,00520	0	0	0	0	0	0	0	0,00226	0	0	0,01883	0	0	0	0,00366	0	0	0,00053	0	0	0
12A BOIS	0	0,00163	0,01926	0,00320	0,00253	0,00193	0,00130	0,00186	0,00392	0,00296	0,00304	0	0,00994	0	0,05902	0	0,04006	0,02609	0,00609	0,00507	0,00173	0,00640
12B PAPIER	0	0,00402	0,00068	0	0,01366	0,02230	0	0,00051	0,00061	0,01037	0,01372	0,00254	0,00280	0,00093	0	0,19822	0,00460	0,00136	0,00160	0	0,00200	0,00836
12C EDITION	0,00015	0,00591	0,00068	0,01111	0,00821	0,00252	0,00417	0,00415	0,00335	0,00370	0,00386	0,00339	0,00458	0,00149	0,00370	0	0,00184	0,00113	0,00240	0,01059	0,01521	0,01049
12D INDU. DIVERSES	0,00031	0,00154	0	0	0,00531	0	0	0	0,00633	0,00770	0,00323	0,00976	0,00382	0,01364	0	0	0	0,00335	0,00144	0,00645	0,00273	0,00711
13 N. T. P.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14A TRANSPORTS	0,00521	0,01847	0,01435	0,03879	0,04042	0,04261	0,05463	0,01984	0,02361	0,01840	0,02622	0,00414	0,01136	0,02955	0,03241	0,02313	0,02052	0,00785	-0	0,05087	0,00610	0,08137
14B TELECOMMUNICATIONS	0	0,00211	0,00072	0,00392	0,00352	0,00205	0,00235	0,00374	0,00438	0,00361	0,00226	0,00270	0,00135	0	0,00262	0,01389	0,00195	0,00226	0,00247	0	0,01239	0,01276
15.16 SERVICES	0,10216	0,01969	0,00748	0,03196	0,02229	0,01729	0,01094	0,01435	0,02256	0,02208	0,01980	0,00692	0,01136	0,01524	0,02019	0,02995	0,01753	0,03616	0,04323	0,01101	0	0,03873
19 COMMERCE	0,18711	0,18828	0,27534	0	0,08322	0,20280	0,02625	0,01977	0,04808	0,08117	0,15878	0,25920	0,22740	0,18534	0,04140	0,16114	0,21798	0	0	0	0	0

BRANCHES	01	02	03 A	03 B 04	05 10	06 B 06 A	07 08	09 A	09 BDE	09 C	11 A	11 B	11 C	12 A	12 B	12 C	12 D	13	14 A	14 B	15.16	19
PRODUITS																						
01 AGRICULTURE	0	0,41972	0	0	0,00244	0	0	0	0	0	0,00760	0	0	0,13446	0,00290	0	0,01136	0	0,00168	0	0,04099	0
02 I. A. A.	0,06321	0	0,00075	0	0,01674	0	0,00038	0,00022	0	0	0,00681	0	0,07626	0	0,01025	0	0,00305	0	0,00415	0	0,07748	0,00004
03 A INDUS. CHARBON.	0,00003	0,00288	0	0,08613	0,00689	0,02776	0,11088	0,00443	0,00181	0,00071	0,00965	0,00012	0,00122	0,00063	0,01606	0,00011	0,00115	0,00003	0,01102	0	0,00109	0,00163
03 B-04 GAZ-ELECTRICITE	0,00602	0,00645	0,04119	0	0,02940	0,02833	0,03991	0,01576	0,00758	0,00331	0,01720	0,00087	0,00248	0,00682	0,04237	0,00303	0,00705	0,00286	0,01242	0,00728	0,00659	0,00685
05-10 PETROLE-CHIMIE	0,05720	0,01072	0,03511	0,08678	0	0,09468	0,02671	0,02650	0,05104	0,05373	0,06749	0,00881	0,04820	0,02332	0,05997	0,04779	0,16601	0,12482	0,11744	0,01181	0,02793	0,02537
06A-06B MAT. CONST. VERRE	0,00117	0,00326	0,00075	0,00086	0,00451	0	0,02887	0,00117	0,00473	0,01139	0,00090	0	0	0,00982	0,00649	0	0,01515	0,11461	0,00018	0,00019	0,00183	0,00172
07-08 SIDERURGIE-NON FERREUX	0	0	0,00972	0	0,01177	0,00180	0	0,30072	0,07695	0,03072	0	0	0	0	0	0,00089	0,01621	0,02643	0,00074	0	0,00075	0
09 A PREMIERE TRANSP. TRAVAIL METAUX	0,00710	0,00708	0,00547	0,00410	0,02335	0,01469	0,02373	0	0,14461	0,11892	0,00136	0,00462	0,00686	0,01040	0,01196	0,00168	0,01431	0,04466	0,00644	0	0,00597	0,00198
09 BDE INDUS. MECANIQUE	0	0,00276	0,01641	0,01748	0,01387	0,01213	0,02606	0,02432	0	0,03765	0,00703	0	0,00274	0,00199	0,00427	0,00337	0,00400	0,03979	0,02881	0	0,04223	0,00086
09 C CONSTR. ELECTRIQUE	0,00032	0,00040	0,00607	0,01522	0,00246	0,00369	0,00894	0,00330	0,03460	0	0,00346	0	0	0,00115	0,00820	0	0	0,02871	0,00200	0,01299	0,00513	0,00027
11 A TEXTILES	0,00252	0,00163	0,00091	0,00053	0,01191	0	0	0	0,01108	0,00930	0	0,89217	0,04835	0,02899	0,02922	0,00224	0,01305	0,00600	0,00196	0	0,00202	0,00313
11 B HABILEMENT	0	0	0,00075	0,00086	0,00085	0	0,00064	0	0,00120	0	0	0	0	0,00031	0	0	0	0	0,00116	0,00354	0,00330	0,00085
11 C CUIRS	0,00204	0	0	0	0	0	0	0	0,00099	0,00689	0	0,01732	0	0	0	0,01146	0	0	0,00009	0	0	0
12 A BOIS	0,00068	0,00157	0,00666	0	0,00034	0,00369	0,00064	0,00706	0,00340	0,00483	0,00045	0	0,00289	0	0,03930	0	0,00431	0,04261	0,00191	0,00059	0,00019	0,00493
12 B PAPIER	0,00180	0,00927	0,00060	0,00313	0,01481	0,03042	0,00025	0,00131	0,00201	0,00817	0,01981	0,00544	0,01357	0,00472	0	0,17384	0,02326	0,00227	0,00429	0,00452	0,00473	0,01054
12 C EDITION	0,00006	0,00216	0,00227	0,00140	0,00590	0,00170	0,00298	0,00212	0,00270	0,00358	0,00323	0,00093	0,00137	0,00063	0,00583	0	0,00589	0,00071	0,00336	0,00728	0,02729	0,00860
12 D INDUSTRIES DIVERSES	0,00085	0,00160	0,00106	0,00205	0,00482	0,00246	0,00136	0,00135	0,00884	0,02563	0,00136	0,0472	0,01113	0,01082	0,00580	0	0	0,00724	0,00079	0,00177	0,00178	0,00680
13 B. T. P.	0,00899	0,00308	0,01428	0,05116	0,01294	0,01829	0,00791	0,01132	0,01189	0,01694	0,00953	0,00281	0,00472	0,01208	0,01179	0,00674	0,00842	0	0,08391	0,01398	0,00514	0,00677
14 A TRANSPORTS	0,00352	0,00942	0,01474	0,02137	0,04248	0,02075	0,06439	0,01789	0,01512	0,01473	0,01322	0,00406	0,00899	0,01323	0,03827	0,00955	0,00831	0,02079	0	0,02363	0,00514	0,08159
14 B TELECOMMUNICATIONS	0	0,00225	0,00151	0,00431	0,00383	0,00066	0,00363	0,00511	0,00314	0,00292	0,00351	0,00125	0,00274	0,00556	0,00170	0,01318	0,00347	0,00247	0,00597	0	0,00908	0,01378
15 - 16 SERVICES	0,05000	0,02093	0,02023	0,02191	0,04296	0,04037	0,01134	0,05051	0,04906	0,05596	0,04768	0,01501	0,04362	0,03246	0,06732	0,06893	0,07432	0,05427	0,05949	0,00905	0	0,06323
19 COMMERCE	0,23465	0,18509	0,26554	0	0,10395	0,12927	0,04980	0,08548	0,08402	0,14565	0,22167	0,36617	0,34624	0,23826	0,03896	0,15135	0,23212	0	0	0	0	0

- TABLEAU 5 -

PRODUITS	BRANCHES	01	02	03 A	03 B 04	05 10	06 A 06 B	07 08	09 A	09 10E	09 C	11 A	11 B	11 C	12 A	12 B	12 C	12 D	13	14 A	14 B	15-16	19
01 AGRICULTURE		0	0,36835	0	0	0,00249	0	0	0	0	0	0,00480	0	0	0,09415	0,00551	0	0,00401	0	0,00115	0	0,02506	0
02 I. A. A.		0,06525	0	0,00053	0	0,01520	0	0,00022	0,00024	0	0	0,00467	0	0,05401	0	0,00623	0	0,00240	0	0,00305	0	0,07094	0,00002
03 A INDUS. CHARBON.		0,00002	0,00143	0	0,06257	0,00278	0,01393	0,08401	0,00217	0,00096	0,00031	0,00415	0,00008	0,00064	0,00024	0,00745	0,00006	0,00058	0,00001	0,00305	0	0,00050	0,00085
03B-04 GAZ-ELECTRICITE		0,00747	0,00909	0,04347	0	0,03026	0,02644	0,06048	0,02020	0,00663	0,00691	0,01643	0,00129	0,00298	0,01125	0,03780	0,00288	0,00695	0,00368	0,01226	0,00753	0,00749	0,00939
05-10 PETROLE CHIMIE		0,06894	0,01031	0,03723	0,08760	0	0,08544	0,02663	0,02556	0,04685	0,05704	0,05981	0,00277	0,04365	0,02208	0,05803	0,04057	0,15200	0,03375	0,11677	0,01162	0,03184	0,02471
06A-06B MAT. CONSTR. VERRE		0,00153	0,00329	0,00089	0,00076	0,00424	0	0,02436	0,00087	0,00440	0,01082	0,00073	0	0	0,00816	0,00541	0	0,01268	0,11703	0,00011	0,00010	0,00176	0,00165
07-08 SIDERURGIE NON FERREUX		0	0	0,00680	0	0,00880	0,00174	0	0,26301	0,05423	0,02536	0	0	0	0	0	0,00085	0,01241	0,02341	0,00060	0	0,00056	0
09 A PREMIERE TRANSP. TRAV. METAUX		0,00736	0,00734	0,00519	0,00317	0,02177	0,01567	0,01720	0	0,12946	0,11492	0,00134	0,00433	0,00619	0,00884	0,01215	0,00183	0,01295	0,04233	0,00646	0	0,00563	0,00194
09 BDE INDUSTRIE MECA.		0	0,00308	0,01861	0,01780	0,01395	0,01360	0,02502	0,02528	0	0,03414	0,00651	0	0,00266	0,00226	0,00449	0,00367	0,00401	0,04303	0,02628	0	0,04367	0,00095
09 C CONST. ELECTRIQUE		0,00034	0,00029	0,00608	0,01521	0,00241	0,00398	0,00834	0,00326	0,03754	0	0,00297	0	0	0,00117	0,00756	0	0	0,02922	0,00199	0,01291	0,00534	0,00029
11 A TEXTILES		0,00282	0,00121	0,00089	0,00058	0,00914	0	0	0	0,00950	0,00790	0	0,27144	0,03778	0,02313	0,02400	0,00189	0,01038	0,00565	0,00126	0	0,00173	0,00266
11 B HABILLEMENT		0	0	0,00071	0,00058	0,00061	0	0,00044	0	0,00083	0	0	0	0	0,00018	0	0	0	0	0,00083	0,00247	0,00236	0,00059
11 C CUIRS		0,00200	0	0	0	0	0	0	0	0,00059	0,00052	0	0,01619	0	0	0	0,00661	0	0	0,00005	0	0	0
12 A BOIS		0,00073	0,00155	0,00662	0	0,00037	0,00338	0,00038	0,00589	0,00334	0,00497	0,00036	0	0,00256	0	0,03524	0	0,00380	0,04712	0,00150	0,00032	0,00017	0,00505
12 B PAPIER		0,00164	0,00956	0,00073	0,00123	0,01606	0,03201	0,00022	0,00130	0,00197	0,00839	0,01782	0,00514	0,01302	0,00476	0	0,16063	0,02183	0,00261	0,00444	0,00495	0,00413	0,01104
12 C EDITION		0,00004	0,00220	0,00250	0,00111	0,00599	0,00158	0,00288	0,00208	0,00253	0,00352	0,00268	0,00085	0,00128	0,00043	0,00653	0	0,00513	0,00077	0,00305	0,00699	0,02646	0,00846
12 D EDITION diversau		0,00118	0,00153	0,00089	0,00164	0,00526	0,00218	0,00127	0,00142	0,00893	0,02610	0,00097	0,00393	0,01120	0,01064	0,00510	0	0	0,00823	0,00066	0,00150	0,00157	0,00673
13 B. T. P.		0,01182	0,00385	0,01879	0,05998	0,01510	0,02370	0,00904	0,01382	0,01465	0,02109	0,01070	0,00331	0,00544	0,01509	0,01460	0,00858	0,00963	0	0,09424	0,01582	0,00630	0,00777
14 A TRANSPORTS		0,00420	0,01069	0,01825	0,02115	0,04598	0,02174	0,00693	0,01260	0,01610	0,01597	0,01249	0,00447	0,00907	0,01323	0,04137	0,01035	0,00824	0,02177	0	0,02313	0,00530	0,00732
14 B TELECOMMUNICATIONS		0	0,00250	0,00179	0,00473	0,00424	0,00076	0,00416	0,00580	0,00348	0,00331	0,00337	0,00129	0,00288	0,00606	0,00204	0,01470	0,00347	0,00311	0,00626	0	0,00997	0,01508
15 - 16 SERVICES		0,06856	0,02606	0,02488	0,02820	0,05213	0,05162	0,01292	0,06170	0,05847	0,06391	0,05322	0,01722	0,04846	0,03965	0,07938	0,07373	0,08220	0,07580	0,07326	0,01140	0	0,06936
19 COMMERCE		0,22391	0,19737	0,24257	0	0,11182	0,13378	0,05094	0,08890	0,08240	0,16004	0,26002	0,41537	0,38909	0,25691	0,04495	0,16168	0,29474	0	0	0	0	0

QUALIFICATIONS	01-AGRICULTURE	02- I.A.A.	02 A - INDUSTRIE CHIMIQUE	03 B-04 GAZ/ELECTRI.	05 - 10 PETROLE CHIMIE	06 A-06 B MAT. CONSTR. VERRE	07 - 08 SIDERURGIE NON FERREUX	09 A - PREM. TRANSF. TRAVAIL METAUX	09 B D E INDUSTRIE MECA.	09 C INDUS.ELECT.
AGRICULTEURS 1 et 2	2906,340	45,491	1,499	0,080	1,504	0,726	0,522	0,207	1,221	0,264
OUVRIERS 3 à 18	40,182	423,846	136,066	61,856	312,620	227,121	172,709	326,480	867,529	235,208
EMPLOYES 26.28.36.37	20,391	101,799	8,981	41,393	106,645	27,530	28,841	48,355	152,223	58,406
COMMERCANTS 27	2,099	43,498	0,109	0,080	0,622	0,978	0,159	1,323	1,588	0,339
CADRES MOYENS 25.31.32.33	4,798	4,326	0,890	8,484	12,086	1,677	1,862	3,105	18,447	4,188
TECHNICIENS 20 à 24	7,796	7,276	3,624	16,068	39,006	8,049	11,559	14,780	102,143	43,842
CADRES SUP. 19.29.30.35	4,798	21,238	4,420	15,729	37,191	10,677	9,038	16,477	58,763	29,844
EXPLOITS MAL DESTINÉS 34.38.39.40	11,694	5,899	0,609	17,307	9,023	2,739	2,407	3,270	14,782	5,206
T	2998,4	655,5	156,2	161,0	518,7	279,5	227,1	414	1221,7	377,3

11 A TEXTILES	11 B HABILLEMENT	11 C CUIRS	12 A BOIS	12 B PAPIER	12 C EDITION	12 D INDUST. DIVERS.	13 - ETP	14 A TRANSPORTS	14 B TELECOMM.	15 - 16 SERVICES	19 COMMERCE	T
0,925	0,104	0,119	8,138	0,556	0,165	0,301	3,057	33,093	0,068	23,923	20,054	3048,412
1,123	286,305	146,387	228,784	101,722	140,303	158,184	1586,811	428,394	34,630	228,842	709,740	7294,842
6,059	37,738	13,328	19,927	16,718	55,081	29,189	101,660	187,043	179,620	1005,264	855,422	3161,613
1,149	4,413	2,686	2,870	0,362	1,867	3,291	7,452	7,417	0,102	27,789	550,688	662,851
3,283	1,494	0,527	0,892	0,932	14,622	2,366	6,306	22,007	54,204	660,671	20,976	848,343
10,508	5,177	1,904	6,354	3,431	7,233	6,625	147,712	43,444	5,714	52,196	33,423	582,564
19,319	9,486	4,046	10,256	4,791	11,489	10,496	49,874	33,256	24,159	227,392	96,583	709,322
4,870	2,780	0,884	1,477	0,984	5,437	4,646	8,025	61,866	43,698	190,661	17,288	415,554
7,3	347,5	170	278,7	129,5	236,4	215,1	1910,9	815,1	342,2	2416,5	230,1	16.723,856

- TABLEAU 6 - EMPLOI PAR C.S.P. ET PAR BRANCHES (1968)

Unité : milliers de personnes

EMPLOIS 1954

MILLIERS

QUALIFICATIONS \ B.C.N.	01 Agriculture	02 - I.A.A.	03 A Indus. Charbon.	03 B - Gaz 04 - Elec.	05 Pétrole 10 Chimie	06 A/ Mat. constr. 06 B/verre	07- Sidérur non 08 - ferreux	09 A prem. Transf travail mét	09 B02 Indus. méca.	09 C Const. élec.	11 A Textiles	11 B Habillement	11 C Cuirs	12 A Bois	12 B Papier	12 C Edition	12 D Indus. diverses	13 T. P.	14 A Transporte	14 B Télécomm.	15.16 Services	19 Commerce
AGRICULTEURS	194,51965	1,58639	0,61358	0,02929	0,10506	0,17871	0,32889	0,16048	0,01368	0,08290	0,09114	0,03023	0,02898	2,26904	0,32418	0	0,10237	0,03565	3,91171	0,06850	0,34605	0,51445
OUVRIERS	1,16253	12,13722	0,06620	20,59221	16,24263	51,77661	32,69378	38,20342	34,80179	26,79373	70,04374	43,71271	64,14085	63,51283	45,39731	32,00787	33,43851	61,40531	38,19036	12,70931	4,90330	21,16292
EMPLOYES	0,64956	2,12686	3,77802	10,23967	5,02544	4,33249	4,70733	5,10008	5,26344	6,15129	7,78261	3,97383	4,53259	3,27500	5,82341	8,34320	5,04104	3,41690	18,95303	79,21433	29,05042	22,93675
COMMERÇANTS	0,07880	1,41371	0,05900	0	0,07812	0,19663	0,01631	0,11325	0,07306	0,07494	0,18229	0,64549	1,55949	0,94714	0,11493	0,26347	0,69533	0,30674	0,29160	0,02705	0,51025	28,69590
CADRES MOYENS	0,03938	0,05275	0,28817	1,11824	0,36373	0,17266	0,20556	0,14166	0,45689	0,22520	0,19054	0,11085	0,06593	0,7327	0,28552	2,58002	0,09806	0,08558	1,46594	22,02211	11,36090	0,34554
TECHNICIENS	0,27584	0,12371	1,07190	1,80072	1,011316	0,62574	1,35245	1,22299	2,71395	3,06177	0,78731	0,45380	0,40994	1,01341	0,71433	0,62156	1,00274	4,18733	3,87434	0,91763	0,45160	0,43766
CADRES SUPERIEURS	0,13792	0,50395	1,27156	2,63431	1,46589	1,65662	1,06059	1,79914	1,69508	2,30715	2,37869	1,11446	2,03568	1,98996	1,75233	2,19416	3,42319	1,60501	2,09424	8,91557	4,34612	2,05023
EMPLOIS MAL DESIGNES	0,25615	0,24743	0,65798	5,46508	0,63048	0,65552	0,55077	0,48170	0,67160	0,60976	1,42559	0,38825	0,41726	0,35235	0,52724	1,06407	0,77096	0,28531	5,99103	13,06508	7,67168	0,65270

TABLEAU 8 - COEFFICIENTS D'EMPLOI β_{ij}

1962

QUALIFICATIONS \ B.C.N.	01 Agriculture	02 - I.A.A.	03 A Indus. Charbo	03 B - Gaz 04 - Elec.	05-Pétrole 10-Chimie	06 A/ Mat. constr.	06 B/Verre	07 - Sidér. non 08 - ferreux	09 A prou. transp. travail mét	09 BDE Indus. élec.	09 C Constr. élec.	11 A Textiles	11 B Habillement	11 C Cuir	12 A Bois	12 B Papiers	12 C Edition	12 D Indus. diverses	13 B. T. P.	14 A Transports	14 B Télécom.	15.16 Services	19 Commerces
AGRICULTEURS	63,38688	0,79949	0,31326	0,03162	0,07097	0,06757	0,04189	0,02074	0,02524	0,00972		0,03332	0,01444	0,03813	1,15211	0,07980	0,01169	0,03516	0,07631	1,79420	0,02264	0,33735	0,33563
OUVRIERS	0,54910	6,22529	27,01763	6,69678	8,23407	20,185,76	13,99850	15,34585	14,13108	13,06474		25,29512	20,08723	25,66824	25,30118	17,10338	19,07826	13,99136	21,86959	18,68638	5,45194	2,42215	10,01967
EMPLOYES	0,27777	1,28507	1,66058	4,39119	2,56789	2,14358	1,62693	2,02328	2,45852	2,87833		3,23200	2,45117	2,10006	1,67717	2,36261	5,87473	2,43183	1,21863	8,39934	30,51122	12,08972	11,12633
COMMERÇANTS	0,04521	0,69042	0,01215	0	0,01546	0,07961	0,01219	0,08879	0,01940	0,01557		0,09394	0,37630	0,41351	0,21294	0,02511	0,15821	0,23865	0,07631	0,14022	0,01693	0,25565	9,70064
CADRES MOYENS	0,04521	0,04457	0,16415	0,54781	0,23356	0,10861	0,12042	0,09821	0,24661	0,17924		0,15156	0,06749	0,04103	0,07500	0,17002	1,65917	0,10548	0,04833	0,90249	9,84324	5,89067	0,23927
TECHNICIENS	0,10981	0,08913	0,52910	1,28108	0,74328	0,51179	0,67557	0,47986	1,46617	1,64939		0,34559	0,29186	0,20225	0,55499	0,35902	0,70639	0,45710	1,51377	1,78342	1,03781	0,39534	0,29244
CADRES SUPÉRIEURS	0,07750	0,25965	0,57181	1,21195	0,80392	0,85934	0,84663	0,69899	0,82920	1,21015		0,97928	0,64414	0,74206	0,87299	0,73496	1,22534	0,9105	0,54444	1,43824	3,01102	2,24030	1,19304
EMPLOIS MAL DESIGNES	0,10981	0,08819	0,14591	1,67530	0,23483	0,18339	0,13442	0,15679	0,22331	0,27865		0,22133	0,19059	0,12599	0,15295	0,16575	0,60092	0,33677	0,09412	2,77940	7,11165	2,72262	0,30404

- TABLEAU 9 - Coefficients d'emploi b_{ij}

1968

QUALIFICATIONS B.C.P.	01 Agriculture	02- I.A.A.	03 A Indus. Charbo.	03 B - Gaz	04 - Elect.	05 -Pétrole	10 -Chimie	06 A/ Mat. const.	06 B/Verre	07- Sidér. non	08- ferreux	09 A prem.transf. travail mé.	09 BDE Indus.méca.	09 C Const.élec.	11 A Textiles	11 B Habillement	11 C Cuir	12 A Bois	12 B Papier	12 C Edition	12 D Indus. diverses	13 B.T.P.	14 A Transports	14 B Télécomm.	15.16 Services	19 Commerces
AGRICULTEURS	36,28258	0,43347	0,26834	0,00470	0,02435	0,03966	0,02896	0,00626	0,01260	0,00931					0,04008	0,00465	0,01270	0,50343	0,05680	0,01011	0,01611	0,02649	0,95489	0,00731	0,15873	0,20505
OUVRIERS	0,50163	4,03870	24,35839	3,63431	5,06293	12,40759	9,58376	9,87567	8,95652	8,29716					17,93007	12,80949	15,62628	14,15304	10,39252	8,59910	8,46628	13,75398	12,36132	3,72686	1,51838	7,23735
EMPLOYES	0,25456	0,97001	1,60776	2,43202	1,72679	1,50396	1,60041	1,46268	1,57157	2,06032					2,68805	1,68842	1,42271	1,23272	1,70800	3,37588	1,562,24	0,80115	5,39713	19,33060	6,67001	6,74700
COMMERÇANTS	0,02620	0,43353	0,01951	0,00470	0,01007	0,05342	0,00882	0,04001	0,01639	0,01195					0,04675	0,19744	0,28672	0,17754	0,03698	0,11442	0,17614	0,06459	0,21401	0,01097	0,18438	5,63098
CADRES MOYENS	0,45989	0,04122	0,15932	0,49847	0,19569	0,09161	0,10332	0,09392	0,19045	0,14773					0,13359	0,06684	0,05625	0,05518	0,09521	0,90843	0,12663	0,05465	0,63501	5,63340	4,38360	0,21448
TECHNICIENS	0,09732	0,06933	0,64876	0,94406	0,63158	0,43971	0,64141	0,44707	1,10616	1,54656					0,42758	0,23162	0,80324	0,39307	0,35053	0,44330	0,35458	1,28032	1,25357	0,61493	0,34632	0,34176
CADRES SUPERIEURS	0,05989	0,20237	0,79126	0,92414	0,60219	0,58328	0,50152	0,49841	0,60667	1,05277					0,78612	0,42441	0,43189	0,63445	0,48947	0,70415	0,56176	0,43229	0,95960	2,59997	1,50876	0,98759
EMPLOIS MAL DESIGNES	0,14598	0,05620	0,10902	1,01686	0,14613	0,14963	0,13356	0,09891	0,15261	0,18364					0,19816	0,12437	0,09436	0,09137	0,10053	0,33323	0,24866	0,06955	1,78514	4,70275	1,26505	0,17677
I	37,423	6,242	27,959	9,456	8,395	15,264	12,597	12,519	12,609	13,305					22,268	15,543	18,130	17,238	13,226	14,486	11,509	16,559	23,559	36,621	16,032	23,557

- TABLEAU 10 -
VARIABLES 1954

B C N	X (j)	Inter.demande	Prix CAF Import	FOB Exports	Demande finale.
01	25 594,062	15 054	2 169	1 090	12 709,062
02	33 818,760	4 109	2 704	1 921	32 413,760
03 A	3 490,976	2 378,7	1 013	141	2 125,276
03 B-04	3 242,584	1 870	5	18	1 377,584
05-10	13 248,581	9 099	2 998	2 266	7 147,581
06 A-06 B	4 129,490	3 422	214	369	921,490
07-08	6 129,578	4 593	1 301	1 579	2 837,578
09 A	7 708,104	5 719,14	443	1 762	2 432,104
09 BDE	19 584,305	1 826,562	1 127	2 681	21 317,305
09 C	5 404,062	746,153	311	740	4 968,909
11 A	7 877,434	3 986,388	1 023	1 312	4 914,046
11 B	9 426,913	153,595	1 225	1 570	10 498,318
11 C	3 139,481	373,779	408	523	3 173,702
12 A	4 285,496	1 336,588	263	372	3 211,908
12 B	1 940,269	1 661,726	119	168	397,543
12 C	3 636,012	1 386,240	223	316	2 472,772
12 D	3 477,457	737,567	211	302	2 950,870
13	17 643,887	0	0	267	17 643,887
14 A	9 979,245	5 575,362	0	1 474	4 404,883
14 B	1 737,072	1 096,709	0	0	640,363
15-16	31 899,911	7 009	0	300	24 890,911
19	22 503,316	22 380,281	0	0	123,035
Σ			15 757	18 404	

<i>B C N</i>	<i>X (j)</i>	<i>Inter. demande</i>	<i>Prix CAF Import</i>	<i>FOB Exports</i>	<i>Demande finale</i>
01	58 7171	32 669	4 390	2 416	30 438
02	66 491	10 978	4 333	3 373	59 846
03 A	6 579	4 168	1 568	117	3 979
03 B-04	9 264	6 330	53	79	2 987
05-10	35 237	28 940	7 383	4 724	13 680
06 A-06 B	10 551	8 796	464	787	2 219
07-08	15 421	14 028	3 935	4 371	5 328
09 A	22 073	16 713	987	1 526	6 347
09 B D E	59 100	9 158	6 189	9 573	56 131
09 C	16 759	4 973	1 171	1 837	12 957
11 A	17 616	7 826	2 985	3 920	12 775
11 B	15 987	472	268	625	15 783
11 C	6 556	575	574	1 136	6 555
12 A	9 519	3 915	776	464	6 380
12 B	5 852	5 478	738	559	1 112
12 C	8 893	3 639	301	399	5 555
12 D	9 499	2 696	624	1 252	7 427
13	60 291	6 547	0	390	53 744
14 A	21 415	12 985	0	3 661	8 430
14 B	5 078	2 882	0	25	2 196
15-16	75 617	23 569	32	833	52 048
19	60 997	60 997	0	0	0
Σ	597 512	268 335	36 789	42 060	

VARIABLE 1968

- TABLEAU 12 -

<i>B C N</i>	<i>X (j)</i>	<i>Inter. demande</i>	<i>Prix CAF Import</i>	<i>FOB Exports</i>	<i>Demande finale</i>
01	80 102	44 397	4 144	5 452	39 849
02	104 496	17 708	7 192	5 838	93 980
03 A	5 586	3 800	1 482	100	3 268
03 B-04	17 020	10 916	143	63	6 247
05-10	61 759	38 981	15 364	9 541	38 142
06 A-06 B	18 305	16 327	1 270	1 300	3 248
07-08	18 021	18 334	7 124	6 095	6 811
09 A	33 059	26 059	2 452	2 920	9 452
09 B D E	96 860	17 050	15 166	18 479	94 976
09 C	28 348	9 034	3 100	3 555	22 414
11 A	24 575	10 552	4 724	5 264	18 747
11 B	22 351	611	419	836	22 159
11 C	9 368	706	927	1 446	9 589
12 A	16 165	7 473	1 925	753	10 617
12 B	9 788	9 325	1 828	923	2 291
12 C	26 316	6 475	745	674	10 586
12 D	18 684	4 652	1 545	1 969	15 577
13	115 371	12 700	0	636	102 671
14 A	34 656	22 515	0	4 732	12 141
14 B	9 292	5 446	0	97	3 846
15-16	150 714	47 239	34	1 044	103 475
19	97 796	97 796	0	0	0
Σ	989 082	428 096	69 584	71 715	

COEFFICIENTS $c_j = \frac{v_j}{x_j}$

FONCTION OBJECTIF

<i>B C N</i>	<i>ANNEES</i>	1954	1962	1968
01		0,59 910	0,55 976	0,53 208
02		0,34 757	0,30 962	0,34 021
03 A		0,57 430	0,55 585	0,56 050
03 B - 04		0,72 280	0,68 264	0,69 159
05 - 10		0,70 045	0,64 369	0,63 126
06 A - 06 B		0,56 671	0,56 923	0,56 836
07 - 08		0,68 978	0,57 447	0,60 190
09 A		0,57 777	0,44 130	0,46 081
09 B D E		0,56 773	0,48 512	0,51 703
09 C		0,59 514	0,45 086	0,43 466
11 A		0,63 159	0,55 795	0,53 668
11 B		0,37 597	0,28 222	0,25 224
11 C		0,44 982	0,37 873	0,36 902
12 A		0,51 302	0,46 517	0,48 165
12 B		0,68 782	0,59 825	0,60 206
12 C		0,51 959	0,50 376	0,51 189
12 D		0,43 977	0,38 846	0,35 249
13		0,60 952	0,48 166	0,54 230
14 A		0,75 813	0,65 211	0,64 263
14 B		0,85 543	0,90 330	0,90 120
15 - 16		0,64 684	0,73 123	0,74 852
19		0,78 744	0,76 097	0,74 605

- TABLEAU 13 -

COEFFICIENTS D'INVESTISSEMENT NET 1968

<i>B C N</i>	<i>FBCF Francs courants</i>	<i>Indices Prix</i>	<i>Amortisse- ments, F. courants</i>	<i>Investis. net</i>	<i>Coeffi- cients d'invest.</i>
01	7 627	1,4242	5 198	2 429	0,03032
02	5 084	1,5104	3 374	1 710	0,01629
03 A	627	1,1442	884	- 257	0,04600
03 B - 04	7 660	1,1949	3 959	3 701	0,21745
05 - 10	9 887	1,2624	5 218	4 669	0,07560
06 A - 06 B	2 715	1,2442	1 588	1 127	0,06156
07 - 08	2 635	1,2741	2 012	623	0,03457
09 A	1 569	1,1575	966	603	0,01824
09 B D E	5 991	1,1547	3 683	2 308	0,02383
09 C	1 376	1,1606	851	525	0,01851
11 A	1 478	1,1968	1 148	330	0,01342
11 B	381	1,1982	296	85	0,00380
11 C	218	1,2050	171	47	0,00501
12 A	836	1,1811	424	412	0,02548
12 B	913	1,1784	462	451	0,04607
12 C	1 049	1,1800	532	517	0,03168
12 D	634	1,1828	322	312	0,01669
13	6 889	1,2462	3 996	2 893	0,02507
14 A	7 647	1,2723	5 335	2 312	0,06671
14 B	2 833	1,2496	1 429	1 404	0,15109
15 - 16	24 447	1,261	11 056	13 391	0,08885
19	9 812	1,2828	4 499	5 313	0,05432
Σ	102 308			45 005	

1	1.023301	0.384699	0.006348	0.004819	0.019173	0.005313	0.003276	0.003289	0.005490	0.004807	0.033730	0.132911	0.157407	0.022006	0.008868	0.029034	0.009014	0.007476	0.002466	0.070138	0.005599
2	0.047017	1.021107	0.003874	0.005024	0.023792	0.005397	0.003271	0.003475	0.005234	0.004827	0.016170	0.011292	0.011403	0.005422	0.006010	0.019263	0.006213	0.009996	0.002411	0.093451	0.005980
3	0.0004726	0.009503	1.007031	0.116367	0.021005	0.039000	0.136983	0.052654	0.023964	0.021729	0.021230	0.009076	0.007923	0.034409	0.012303	0.017204	0.016092	0.030015	0.007025	0.006055	0.008939
4	0.007550	0.010114	0.006636	1.003794	0.025329	0.031115	0.029038	0.025642	0.010014	0.010023	0.020075	0.013013	0.013033	0.031077	0.011024	0.013750	0.011503	0.015399	0.008904	0.006552	0.010522
5	0.073661	0.053541	0.061103	0.054798	1.010753	0.096642	0.053075	0.049913	0.000113	0.062238	0.005040	0.115171	0.064691	0.066479	0.064335	0.170999	0.072295	0.104133	0.029100	0.036041	0.041251
6	0.002499	0.007209	0.003124	0.002175	0.007263	1.021703	0.014648	0.004953	0.008463	0.014766	0.001479	0.001903	0.009064	0.002359	0.001500	0.011905	0.155611	0.005029	0.007100	0.001244	0.002035
7	0.003195	0.005513	0.019504	0.013313	0.016461	0.006941	1.005446	0.305008	0.110534	0.103802	0.003560	0.008093	0.004012	0.006465	0.009263	0.029195	0.042439	0.012447	0.003562	0.003619	0.002663
8	0.006935	0.013931	0.019041	0.021783	0.022113	0.006572	0.007100	1.000679	0.155027	0.175310	0.005320	0.020924	0.010917	0.015039	0.005026	0.036644	0.052024	0.021390	0.005416	0.006504	0.005394
9	0.003260	0.005066	0.004353	0.022205	0.000000	0.013022	0.014653	0.011047	1.005102	0.011536	0.009760	0.004703	0.005327	0.006471	0.003724	0.004541	0.030791	0.029256	0.008605	0.014711	0.004217
10	0.006516	0.000953	0.004926	0.017066	0.001919	0.001393	0.003594	0.001721	0.021223	1.001128	0.000900	0.000707	0.000745	0.001009	0.000066	0.000959	0.012233	0.004111	0.013268	0.000764	0.071142
11	0.005650	0.005308	0.004589	0.002789	0.023059	0.004590	0.002242	0.001904	0.010017	0.005210	1.003911	0.040437	0.035606	0.031007	0.000017	0.020942	0.004008	0.006295	0.003456	0.004905	0.006039
12	0.000672	0.000945	0.001008	0.002014	0.001400	0.000653	0.000431	0.000339	0.000650	0.000416	0.002530	0.000673	0.000581	0.000401	0.000616	0.000737	0.000354	0.001660	0.006026	0.002305	0.001975
13	0.005376	0.002098	0.000196	0.000109	0.000215	0.000133	0.000119	0.000100	0.002363	0.000110	0.002622	1.000775	0.000894	0.000196	0.003770	0.000233	0.000173	0.000690	0.000235	0.000514	0.000160
14	0.002632	0.005142	0.022540	0.006028	0.005770	0.006056	0.005512	0.004496	0.006734	0.006430	0.002672	0.013754	1.003541	0.001325	0.014271	0.044125	0.026603	0.007962	0.006006	0.003249	0.006002
15	0.004510	0.009903	0.005458	0.004368	0.017069	0.027342	0.003352	0.003045	0.004060	0.014397	0.018364	0.009699	0.000919	1.003650	0.020211	0.011676	0.007656	0.004725	0.003432	0.006029	0.012003
16	0.005406	0.011131	0.005356	0.013349	0.011096	0.007147	0.006574	0.007392	0.007165	0.007677	0.007780	0.009960	0.005901	0.006535	1.004648	0.007724	0.004437	0.004976	0.011723	0.017170	0.012392
17	0.002797	0.004455	0.003253	0.001258	0.006691	0.002606	0.001220	0.002473	0.007066	0.009210	0.005450	0.007112	0.016196	0.002129	0.002299	1.003817	0.005114	0.002757	0.007170	0.003727	0.007993
18	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
19	0.000967	0.044144	0.020614	0.050106	0.056202	0.070042	0.060539	0.046204	0.046430	0.042005	0.046790	0.044367	0.046401	0.047993	0.051343	0.056636	0.029433	1.011100	0.055904	0.016016	0.067435
20	0.000011	0.007329	0.005495	0.005904	0.006107	0.006366	0.004400	0.000659	0.004479	0.007022	0.005890	0.006508	0.004384	0.004060	0.019993	0.007160	0.000829	0.004246	1.001037	0.013005	0.014275
21	0.117727	0.075300	0.025713	0.040090	0.035115	0.034934	0.021704	0.025376	0.036002	0.036059	0.036960	0.043494	0.047003	0.032964	0.047623	0.041016	0.040030	0.050677	0.016075	1.014017	0.040633
22	0.213129	0.279254	0.295339	0.007067	0.110069	0.230261	0.076045	0.052334	0.079972	0.109970	0.107300	0.252170	0.230430	0.001132	0.100277	0.265071	0.050106	0.020271	0.015053	0.042766	1.016392

[illegible]

1	1.031533	0.303410	0.005112	0.004323	0.013509	0.006671	0.003532	0.006573	0.006736	0.008808	0.012944	0.007744	0.027706	0.102190	0.018481	0.000999	0.014833	0.011548	0.009632	0.001549	0.034440	0.006086
2	0.076488	1.032565	0.006370	0.005898	0.022697	0.008664	0.004850	0.008475	0.008827	0.012234	0.013597	0.004656	0.064758	0.013908	0.016836	0.011336	0.016250	0.010001	0.013258	0.001993	0.077038	0.007778
3	0.000525	0.004207	1.005329	0.064727	0.007670	0.018402	0.000565	0.020526	0.011526	0.008572	0.007194	0.003664	0.003425	0.003124	0.012024	0.003489	0.005527	0.007345	0.006389	0.001084	0.002649	0.002796
4	0.016577	0.020399	0.053512	1.000716	0.037971	0.037040	0.071661	0.044030	0.022345	0.022459	0.023577	0.015598	0.014670	0.020083	0.046395	0.016122	0.022168	0.017407	0.021054	0.009671	0.013167	0.014649
5	0.001973	0.006147	0.062957	0.106131	1.026696	0.110532	0.059021	0.057793	0.076462	0.092175	0.004555	0.049531	0.077547	0.055328	0.085243	0.070101	0.183295	0.069367	0.135454	0.020042	0.046594	0.046156
6	0.005621	0.007656	0.006275	0.010298	0.009077	1.006117	0.028983	0.012108	0.011751	0.016575	0.003765	0.004440	0.004874	0.013091	0.010487	0.004576	0.016299	0.121819	0.013727	0.002947	0.044611	0.004898
7	0.005604	0.006209	0.013862	0.009369	0.019219	0.012251	1.011762	0.271237	0.045396	0.060403	0.005196	0.004741	0.005907	0.006399	0.004030	0.005677	0.022239	0.044754	0.012367	0.002346	0.000514	0.005524
8	0.014475	0.016404	0.014653	0.015966	0.029790	0.026103	0.028082	1.015727	0.142763	0.124255	0.009677	0.011148	0.014011	0.016181	0.021115	0.010334	0.024072	0.064497	0.021484	0.004023	0.016289	0.007219
9	0.004416	0.011624	0.027403	0.028515	0.023451	0.024908	0.036766	0.042130	1.016242	0.049586	0.015898	0.006164	0.002808	0.011143	0.016041	0.013648	0.017683	0.056914	0.039424	0.003723	0.004099	0.009770
10	0.002860	0.002978	0.009913	0.019815	0.006038	0.000116	0.013401	0.009959	0.001773	1.005648	0.006164	0.003323	0.002808	0.004039	0.027079	0.006260	0.014948	0.000744	0.004681	0.001516	0.004350	0.004542
11	0.005615	0.004955	0.003784	0.003298	0.011499	0.003540	0.002239	0.002455	0.012374	0.011460	1.003149	0.006330	0.006449	0.000693	0.000480	0.000538	0.000744	0.000490	0.001266	0.002572	0.002571	0.009980
12	0.000529	0.000517	0.001175	0.000924	0.001054	0.000406	0.000872	0.000610	0.001322	0.000602	0.002535	0.006330	0.006449	0.000693	0.000480	0.000538	0.000744	0.000490	0.001266	0.002572	0.002571	0.009980
13	0.002121	0.000840	0.000101	0.000080	0.000133	0.000067	0.000095	0.000105	0.000711	0.000647	0.000187	0.006236	0.004763	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051
14	0.003802	0.003308	0.010157	0.004640	0.003748	0.007890	0.005622	0.008952	0.007097	0.009719	0.004459	0.004763	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051
15	0.009068	0.017448	0.007257	0.007579	0.021642	0.030215	0.005572	0.006739	0.006363	0.016718	0.025136	0.019408	0.023412	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051	0.007051
16	0.006183	0.008117	0.007327	0.004241	0.014319	0.006747	0.006226	0.007461	0.007917	0.010070	0.010070	0.009028	0.009042	0.009042	0.009042	0.009042	0.009042	0.009042	0.009042	0.009042	0.009042	0.009042
17	0.004311	0.003196	0.004238	0.004192	0.007509	0.005251	0.003681	0.004365	0.012464	0.029730	0.004374	0.008071	0.015976	0.015976	0.015976	0.015976	0.015976	0.015976	0.015976	0.015976	0.015976	0.015976
18	0.022120	0.019400	0.011902	0.009310	0.028139	0.036510	0.027712	0.024189	0.024308	0.036269	0.029430	0.021427	0.019716	0.027828	0.028675	0.028675	0.028675	0.028675	0.028675	0.028675	0.028675	0.028675
19	0.035808	0.044874	0.049519	0.035670	0.065824	0.047971	0.087952	0.055588	0.044080	0.050773	0.045945	0.050721	0.056408	0.047453	0.059155	0.040893	0.040893	0.040893	0.040893	0.040893	0.040893	0.040893
20	0.006356	0.009227	0.007864	0.007435	0.006692	0.005847	0.006026	0.011315	0.009010	0.010240	0.009902	0.011945	0.012106	0.012770	0.006422	0.006422	0.006422	0.006422	0.006422	0.006422	0.006422	0.006422
21	0.105019	0.008893	0.006698	0.053224	0.001301	0.006111	0.043919	0.093142	0.096516	0.110408	0.091022	0.083124	0.101355	0.004503	0.100749	0.114230	0.114230	0.114230	0.114230	0.114230	0.114230	0.114230
22	0.266752	0.308452	0.266859	0.043218	0.141233	0.168420	0.097658	0.133306	0.135348	0.215612	0.207029	0.512977	0.441227	0.306390	0.093129	0.194839	0.342259	0.068704	0.036736	0.010979	0.050258	1.019053

PROGRAMME LINEAIRE FORTRAN

```

INTEGER R
DIMENSION FICHE (2)
COMMON C (53),A(31,53),B(31),IOX(31),CP(53),AP(31),BP(31)
DATA FICHE/5HPERRO,4HTSRC/
1000 WRITE(2,1000)
1000 FORMAT(///10X,19HMETHODE DU SIMPLEXE//)
READ(3,101)M,NPR
101 FORMAT(I3)
READ(3,102)(C(J),J=1,NPR)
102 FORMAT(10F8,5,/,10F8,5,/,2F8,5)
N=NPR+M
NPRP1=NPR+1
DO30J=NPRP1,N
30 C(J)=.0
DO27I=1,M
DO27J=1,N
27 A(I,J)=0.
READ(3,103)((A(I,J),J=1,NPR),I=1,M)
103 FORMAT(8F9,5,/,8F9,5,/,6F9,5)
DO29I=1,M
NPRPI=NPR+I
29 A(I,NPRPI)=1.
31 READ(3,104)(B(I),I=1,M)
104 FORMAT(10F8,0,/,10F8,0,/,10F8,0,/,1F8,0)
READ(3,444)DIV
444 FORMAT(F10,0)
DO5000 I=1,M
DO5500 J=1,NPR
A(I,J)=A(I,J)/DIV
5500 C(J)=C(J)/DIV
5000 B(I)=B(I)/DIV
DO32I=1,M
32 IOX(I)=NPR+I
21 CMAX=.0
CALL ENTER(1,FICHE)
K=-1
DO1J=1,N
IF(C(J)-CMAX)1,1,2
2 CMAX=C(J)
K=J
1 CONTINUE
IF(K+1)4,4,3
3 BAMIN=10.**35
R=-1
DO5I=1,M
IF(A(I,K)5,5,6
6 IF(B(I)/A(I,K)-BAMIN)7,5,5
7 BAMIN=B(I)/A(I,K)
R=I
5 CONTINUE
IF(R+1)9,9,11
9 WRITE(2,8)
8 FORMAT(//1X,16HSOLUTION INFINIE)
GOTO10
11 IOX(R)=K
DO12J=1,N
12 CP(J)=C(J)-C(K)*A(R,J)/A(R,K)
DO 99J=1,N

```

```

AP(R)=A(R,J)/A(R,K)
DO14I=1,M
IF(I-R)15,14,15
15 AP(I)=A(I,J)-AP(R)*A(I,K)
14 CONTINUE
99 WRITE(1,110)(AP(I),I=1,M)
CALL CLOSE(1)
110 FORMAT(1X,4E20,8)
BP(R)=B(R)/A(R,K)
DO16I=1,M
IF(I-R)17,16,17
17 BP(I)=B(I)-A(I,K)*BP(R)
16 CONTINUE
DO18J=1,N
18 C(J)=CP(J)
DO19I=1,M
19 B(I)=BP(I)
CALL SEEK(1,FICHE)
DO20J=1,N
READ(1,111)(AP(I),I=1,M)
111 FORMAT(4E20,8)
DO20I=1,M
20 A(I,J)=AP(I)
GOTO21
4 DO22I=1,M
22 WRITE (2,23) IOX(I),B(I)
23 FORMAT(/1X,3HX (,12,3H) =,F20.12)
WRITE(2,24)(C(J),J=1,N)
24 FORMAT(/1X,E20.12)
10 CONTINUE
GOTO1000
STOP
END

```

Ordre d'induction des données :

- M et NPR
- Les coefficients de la fonction-objectif : C(J)
- Les coefficients des contraintes : A(I,J) introduit lignes par lignes,
- Les coefficients des seconds membres B(I).

TABLE DES MATIERES

. INTRODUCTION

. PREMIERE PARTIE : APPROCHE DU TAUX DE PENDEMENT INTERNE

. SECTION I - LE MODELE THEORIQUE DE DECISION - 6 -

1. *Eléments à prendre en compte*
2. *Introduction du temps*
3. *Choix du taux d'actualisation*

. SECTION II - ETUDE ET CRITIQUE DES HYPOTHESES FONDAMENTALES DU MODELE - 13 -

1. *Hypothèse 1*
2. *Hypothèse 2*
3. *Hypothèse 3*
4. *Hypothèse 4*

. SECTION III - QUELQUES REMARQUES CONCERNANT L'ANALYSE COUT-BENEFICE - 19 -

1. *La notion de coût*
2. *La nature du coût*
3. *La notion de risque*
4. *Influence du revenu familial*
5. *La notion de qualités naturelles.*

CONCLUSION

. DEUXIEME PARTIE : UN MODELE DE PLANIFICATION DES BESOINS EN MAIN D'OEUVRE

. SECTION I - LE MODELE SIMPLIFIE - 24 -

1. *La méthode des coefficients professionnels*
2. *Critique de l'hypothèse de fixité intra-sectorielle des coefficients professionnels*
3. *Autres critiques*

II

. SECTION II - LE MODELE INTERINDUSTRIEL DE PREVISION DE LA MAIN D'OEUVRE.....	- 29 -
---	--------

1. *Exposé du modèle*
2. *Démonstration*

TROISIEME PARTIE : LE MODELE DES SALAIRES FICTIFS ET SON APPLI- CATION A UNE ANALYSE COÛT-BENEFICE

PREMIERE SOUS-PARTIE : ETUDE DU MODELE DES SALAIRES FICTIFS

. SECTION I - EXPOSE THEORIQUE DU MODELE.....	- 35 -
<u>S.SECTION I - LE BUT DU MODELE</u>	

- I. *REPRESENTATION THEORIQUE DE LA PRODUCTIVITE MARGINALE*
- II. *DEMONSTRATION*

<u>S.SECTION II - UTILISATION DE LA PROGRAMMATION LINEAIRE</u>	- 39 -
--	--------

- I. *LA DEMARCHE DE LA PROGRAMMATION LINEAIRE*
- II. *NATURE DES PRIX FICTIFS*
- III. *ESQUISSE DU MODELE DES SALAIRES FANTOMES*
 1. *La forme du primal*
 2. *La forme du dual*
 3. *Paramétrisation*
 4. *Limite du problème*

. SECTION II - ETUDE DU MODELE.....	- 50 -
<u>S.SECTION I - L'OUTIL UTILISE : LA PROGRAMMATION LINEAIRE</u>	

- I. *RELATIONS PRIMAL-DUAL*
- II. *THEOREMES DE DUALITE*
 - *Relation entre coût marginal et variable duale*

<u>S.SECTION II - EXPOSE DU PRIMAL ET DU DUAL DU MODELE</u>	... - 54 -
---	------------

- I. *FONCTION-OBJECTIF DU PRIMAL*

III

II. CONTRAINTES

- Contraintes sur les biens et services
- Contraintes d'emploi
- Contraintes d'investissement
- Contraintes sur une production déterminée

S. SECTION III - LA MATHEMATIQUE DU MODELE

- 62 -

- I. PRIMAL
- II. DUAL
- III. PARAMETRISATION DU PRIMAL

. SECTION III - LES DONNEES EMPIRIQUES DU MODELE

- 67 -

S. SECTION I - LA FONCTION OBJECTIF

S. SECTION II - LES CONTRAINTES

- I. CONTRAINTE DE PRODUCTION
- II. CONTRAINTE DE MAIN D'OEUVRE
- III. CONTRAINTE D'INVESTISSEMENT

DEUXIEME SOUS PARTIE : LES RESULTATS DU MODELE ET LEURS APPLICATIONS A UNE ANALYSE COUT-BENEFICE

. SECTION I - LES RESULTATS DU MODELE LINEAIRE - 75 -

S. SECTION I - LES RESULTATS DU MODELE LINEAIRE

- I. TEST DU MODELE AVEC 30 CONTRAINTES
 - A. Les salaires fantômes
 - B. Le niveau des productions optimales
 - C. Les résultats par niveau d'éducation
- II. TEST DU MODELE AVEC 31 CONTRAINTES
- III. TEST DU MODELE AVEC 32 CONTRAINTES

IV

S. SECTION II - LES RESULTATS DES TESTS DE PARAMETRISATION - 84 -

- I. *PARAMETRISATION DES DEMANDES FINALES*
- II. *PARAMETRISATION DES CONTRAINTES D'EMPLOI*

S. SECTION III - LE PROBLEME DU CHOMAGE - 94 -

- I. *L'OBTENTION DU MONTANT DE CHOMAGE*
- II. *LE "SECOND BEST"*

S. SECTION IV - UNE ERREUR A EVITER - 97 -

. SECTION II - UNE APPLICATION DES RESULTATS A L'ANALYSE COUT-BENEFICE

- I. *ETABLISSEMENT DES TAUX DE RENDEMENT INTERNE* - 99 -
 - A. *Mesure des bénéfices*
 - B. *Mesure des coûts*
- II. *LES RESULTATS DES TAUX DE RENDEMENT*
 - A. *Les taux de rendement fantômes de l'éducation*
 - B. *Les taux de rendement réels de l'éducation*

. QUATRIEME PARTIE : RESULTATS DU MODELE SUR LES PREVISIONS D'EMPLOI

. SECTION I - CRITIQUES STATISTIQUES ET TECHNIQUES - 115 -

S. SECTION I - LE PROBLEME DE L'AGREGATION

- A. *Erreurs du processus d'agrégation*
- B. *Influence de l'algorithme du simplexe*
- C. *Résultats*

S. SECTION II- HYPOTHESES LIEES A UNE REPRESENTATION DE LEONTIEF - 121 -

- A. *Hypothèse de non-substituabilité*
- B. *Hypothèse de linéarité*

V

S. SECTION III - INDEPENDANCE DES FONCTIONS

- 123 -

A. *Les effets externes*

B. *Les produits liés*

, SECTION II - CRITIQUES THEORIQUES - 125 -

S. SECTION I - DEFINITION DU DOMAINE DE PRODUCTION

A. *A-t-on le droit d'omettre certaines contraintes ?*

B. *Influence du degré de liberté donné aux contraintes
sur la valeur de l'optimum*

S. SECTION II- LE PROBLEME DE LA VALEUR

CONCLUSION - 131 -

, ANNEXE I - 134 -

, ANNEXE II - 138 -
