

COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN
D'ÉQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITÉ

D.E.S.O.

COMMISSARIAT GÉNÉRAL DU PLAN
DOCUMENTATION

TAUX D'ACTUALISATION ET RATIONALITÉ ÉCONOMIQUE

=====

Deuxième Partie : L'évaluation numérique du taux d'actualisation

associé au VI^e Plan

- 15 octobre 1968 -



COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN
D'EQUIPEMENT ET DE LA PRODUCTIVITE

D.E.S.Q.

TAUX D'ACTUALISATION ET RATIONALITE ECONOMIQUE

=====

Deuxième Partie : L'évaluation numérique du taux d'actualisation

associé au VIe Plan

- 15 octobre 1968 -

I N T R O D U C T I O N

La recherche d'une affectation adéquate, sinon optimale, de capitaux souvent trop rares à des besoins d'investissements toujours plus nombreux, conduit à accorder une importance particulière au choix du taux d'actualisation associé à la croissance économique. Comme on a pu le voir en effet dans la première partie, la valeur de ce taux conditionne largement la manière d'investir, c'est-à-dire à la fois le choix entre les différents projets possibles et, pour chaque projet, le choix entre les diverses techniques disponibles.

C'est pourquoi il a paru utile de prolonger les réflexions qui avaient conduit au choix du taux d'actualisation de 7% lors du Ve Plan (1), pour tenter de préciser la valeur numérique du taux d'actualisation qui paraîtrait le plus conforme aux grandes lignes du développement économique du VIe Plan et aux perspectives 1985 actuellement définies. Le plan de cette partie est conçu de manière à présenter des travaux de plus en plus spécifiquement adaptés à la question posée.

Dans un premier paragraphe, la définition d'un taux d'actualisation associé à un programme de croissance et les relations qui existent entre cette notion et des notions voisines sont d'abord précisées ; l'examen des critères de rentabilité des investissements privés et un rappel de l'expérience du Ve Plan en matière de répartition des investissements publics suggèrent ensuite qu'un taux de 7-8 % est trop faible.

Le paragraphe II a pour but de faire état de certaines données fournies par les fonctions de production associées aux programmes de croissance possibles pour l'avenir et aussi par divers modèles de croissance qui ont été construits dans le passé récent.

Enfin, le paragraphe III décrit les travaux menés sur un modèle spécifiquement conçu pour associer aux perspectives de la croissance française une détermination chiffrée du taux d'actualisation. Bien que semi-global (5 branches) et de structure simple, sa résolution implique des travaux statistiques importants, soulève des difficultés conceptuelles non négligeables (définition de la notion d'investissement) et nécessite l'emploi d'un ordinateur. En dépit de l'effort entrepris en matière de statistique, une plage d'incertitude demeure, que les considérations développées aux paragraphes précédents permettent toutefois de réduire pour déboucher sur des propositions précises quant au choix du taux d'actualisation à employer pour les travaux préparatoires au VIe Plan.

(1) Sur cette question, on peut se reporter aux deux articles de P. LLAU et P.H. DERYCKE, dans la Revue Economique, juillet 1966, et à l'article de P. MASSE, "The French Plan and Economic Theory", Econometrica, avril 1965.

Le concept de taux d'actualisation

et ses différents aspects

I - Le concept de taux d'actualisation

et ses différents aspects

De la réflexion de bon sens qu'un franc de revenu n'a pour l'individu, l'entreprise ou la collectivité, pas la même valeur selon qu'il est disponible dès maintenant ou seulement dans le futur, est issu le concept de taux d'actualisation. Après une définition précise de ce taux, au niveau de la collectivité, l'on fera apparaître les autres facettes par lesquelles ce concept peut être appréhendé : critère de répartition des investissements publics, critère de rentabilité des investissements privés.

I - 1. Définition du taux d'actualisation

A - Le taux d'actualisation instantané

Au niveau de la collectivité, l'investissement n'est qu'un prélèvement provisoire sur les possibilités de consommation, prélèvement qui, pour être justifié, devra, un jour ou l'autre, être restitué sous forme de consommations supplémentaires. Partant de cette remarque, la démarche la plus naturelle pour définir un taux d'actualisation est alors la suivante : si, au niveau de l'ensemble de l'économie, il est possible, en diminuant la consommation de $|\Delta C_t|$ à l'époque t , de l'augmenter de ΔC_{t+1} à l'époque $(t+1)$, et ce sans modifier le programme des consommations ultérieures, le taux d'actualisation $i(t)$ à l'époque t est défini par :

$$1 + i(t) = \frac{\Delta C_{t+1}}{|\Delta C_t|}$$

Cette définition est parfaitement naturelle puisqu'elle signifie que si la société épargne 1 F. à l'époque t elle consommera (1+i) F. à la période suivante. On peut remarquer par ailleurs qu'elle revient à écrire :

$$\Delta C_t + \frac{\Delta C_{t+1}}{1+i} = 0$$

c'est-à-dire que le bénéfice de cette opération est nul, lorsqu'actualisé au taux i.

a) Dans le cadre général d'un modèle de croissance permettant de définir la productivité marginale du capital réel (1), on démontre que le taux d'actualisation à l'époque t est égal à la productivité marginale nette du capital à cette même époque :

$$i(t) = \left(\frac{\partial Y}{\partial K} \right)_t - d$$

Démonstration

La diminution ΔC_t de consommation à la période t se traduit par une augmentation $\Delta I_t = \Delta C_t$ de l'investissement net qui entraîne elle-même une augmentation ΔY_{t+1} de la production de la période t + 1 :

$$\Delta Y_{t+1} = \left(\frac{\partial Y}{\partial K} \right)_t \Delta I_t = \left(\frac{\partial Y}{\partial K} \right)_t \Delta C_t$$

L'augmentation ΔC_{t+1} de la consommation en t + 1 se décompose alors en deux parts :

(1) Si la production $Y(t)$ est liée au capital $K(t)$ et à la main-d'oeuvre $L(t)$ par la relation $Y(t) = f(K(t), L(t))$ la productivité marginale brute du capital s'exprime par $\left(\frac{\partial Y}{\partial K} \right)_t$ et la productivité marginale nette par $\left(\frac{\partial Y}{\partial K} \right)_t - d$,

d étant le taux de dépréciation du capital.

Si le modèle ne permet pas de définir cette productivité, par exemple parce qu'il ne fait pas intervenir une mesure du "capital", il est toujours possible de définir un taux d'actualisation. C'est d'ailleurs l'intérêt de cette notion de pouvoir s'affranchir des problèmes de mesure du capital.

- la consommation de l'excédent de production Y_{t+1} qui vient d'être calculé ;

- la réduction d'épargne permise en $t + 1$ du fait que, sans compromettre les possibilités de développement ultérieur, on peut réduire l'investissement de la période $t + 1$ de la valeur résiduelle $(1 - d)\Delta I_t$ de l'investissement supplémentaire effectué à la période t .

Donc :

$$\Delta c_{t+1} = \left(\frac{\partial Y}{\partial K}\right)_t |\Delta c_t| + (1 - d) |\Delta c_t|$$

et par suite :

$$i(t) = \left(\frac{\partial Y}{\partial K}\right)_t - d$$

Notons dès maintenant que si le modèle fait intervenir un capital K qui "incorpore" le progrès technique (fonction de production du type SOLOW qui a été effectivement utilisée dans le modèle du Commissariat Général du Plan) la relation précédente est modifiée et devient :

$$i(t) = e^{\epsilon t} \left(\frac{\partial Y}{\partial K}\right)_t - (d + \epsilon) \quad (1)$$

où ϵ est le taux de réévaluation des investissements, qui peut être interprété aussi comme un taux d'obsolescence. La démonstration de cette relation peut être effectuée suivant le même schéma que celui donné précédemment (simplement la réduction d'épargne est diminuée de ϵ puisque la valeur résiduelle de l'investissement ΔI_t est diminuée de la même quantité par obsolescence).

(1) Cette relation ne doit pas faire croire que le taux $i(t)$ est diminué de quand on choisit de représenter le développement par une fonction à progrès technique incorporé à la place d'une fonction à progrès techniques autonome. Il ne s'agit pas en effet des mêmes valeurs de K dans les deux relations.

Tels sont les liens qui existent entre le taux d'actualisation et les possibilités techniques de production.

b) D'un autre côté ce concept est lié à la préférence psychologique pour le présent. Si l'on cherche les programmes de consommation qui rendent maximum un certain index général de consommation du type

$$U = \sum_0^T e^{-\Psi t} u(C_t)$$

où $u(C_t)$ est un indice de "l'utilité" attachée par la collectivité à la consommation au temps t et Ψ un facteur d'escompte traduisant ses préférences intertemporelles, on trouve que les conditions nécessaires pour que le programme soit optimum s'écrivent :

$$1 + i(t) = \frac{U'(C_t)}{U'(C_{t+1})}$$

de sorte que i et Ψ sont liés.

- Si la fonction $u(C_t)$ est la consommation C_t elle-même, on trouve

$$1 + i(t) = \frac{e^{-\Psi t}}{e^{-\Psi(t+1)}}$$

d'où

$$i(t) \cong \Psi$$

- Si la fonction $u(C_t)$ est la fonction $\log C_t$, on trouve

$$1 + i(t) = \frac{e^{-\Psi t} C_{t+1}}{e^{-\Psi(t+1)} C_t} = e^{\Psi} 1 + a_c(t)$$

d'où
$$i(t) \simeq \Psi + a_0(t)$$

où $a_0(t)$ est le taux de croissance, à l'époque t , de la consommation.

Ceci montre bien qu'il faut distinguer le taux d'escompte psychologique Ψ qui intervient dans la fonction-objectif du taux d'actualisation instantané. Les deux ne se confondent que lorsque l'on prend pour utilité de la consommation, la valeur de la consommation elle-même.

B - Le taux d'actualisation lié à un programme de développement

Il est théoriquement correct d'admettre que le taux instantané d'actualisation est l'instrument approprié pour décider de la date optimale de réalisation de certains investissements ; il est également concevable, quoique déjà plus difficilement, d'associer à chaque budget économique et en fonction de considérations conjoncturelles un taux d'actualisation instantané.

Mais en pratique, la considération du taux d'actualisation instantané n'est pas suffisante ; on peut imaginer en effet des stratégies du développement plus compliquées ; par exemple diminuer la consommation de ΔC_t à l'époque t , et retirer tout le gain de cet effort d'épargne en augmentant la consommation de ΔC_{t+2} à l'époque $t + 2$, on définit ainsi un taux d'actualisation $i(t, t+2)$ tel que

$$\frac{\Delta C_{t+2}}{\Delta C_t} = [1 + i(t, t+2)]^2$$

mais on peut considérer des profils plus complexes et surtout plus réalistes et notamment ceux correspondant à un effort d'épargne régulier tout au long du programme de croissance. Cela permet d'associer un taux unique à un programme prévu de développement, ce qui présente un certain nombre d'avantages sur l'utilisation d'un taux instantané :

- il est souvent pratiquement impossible de procéder à des calculs de rentabilité avec des taux variables d'année en année ; en sens inverse, le taux associé à un programme n'est pas nécessairement figé pour toute la durée du programme mais peut être modifié dans le cas d'une révision du programme lui-même;
- d'autre part, et ceci est beaucoup plus grave, la valeur du taux instantané est associée à une oscillation sur deux périodes consécutives du taux d'épargne national; cette évolution est peu réaliste sur le plan conjoncturel (sauf cas bien improbable de cycle sur deux ans) et elle est même difficilement concevable dans la mesure où la réalisation de nombreux investissements s'étale sur plusieurs périodes. En fait, on observe une très grande régularité dans la croissance lente (en ce qui concerne l'économie française tout au moins) du taux d'épargne national, si bien que l'alternative réaliste consiste à envisager d'une part le programme de référence, d'autre part, un programme impliquant un effort supplémentaire et constant d'épargne pour toutes les périodes.

La stratégie qui vient d'être définie consiste, donc, à consentir des diminutions immédiates de consommation par rapport à un programme donné de développement, afin de profiter de gains futurs. Le taux d'actualisation associé à ce programme est, par définition, le taux qui rend ces gains futurs de consommation actualisés égaux aux pertes immédiates ; cette définition généralise celle du taux instantané $i(t)$ tel que :

$$\Delta C_t + \frac{\Delta C_{t+1}}{1+i(t)} = 0$$

et permet d'écrire :

$$\sum \frac{\Delta C_t}{(1+i)^t} = 0$$

Pour mettre en évidence les relations qui peuvent exister entre ce taux d'actualisation i associé au programme de croissance et le taux d'actualisation instantané $i(t)$, supposons le programme représenté par une fonction de COBB-DOUGLAS :

$$Y_t = e^{\beta t} K_t^{1-\alpha} L_t^{\alpha}$$

Dans le cas des croissances à taux d'épargne s constant et équilibrées :

$$i(t) = \left(\frac{\partial Y}{\partial K}\right)_t - d = (1 - \alpha) \frac{Y_t}{K_t} - d = (1 - \alpha) \frac{Q_0}{K_0} - d$$

et il est possible de démontrer que ce taux d'actualisation indépendant du temps a la même valeur que le taux i associé au programme correspondant à cette croissance.

Dans le cas d'une croissance à taux d'épargne constant vérifiant la règle d'or ($s = 1 - \alpha$), on sait aussi que le taux d'actualisation $i(t)$ est constant et égal au taux de croissance si la croissance est équilibrée, et tend asymptotiquement vers ce taux de croissance dans le cas contraire.

Dans le cas le plus général d'une croissance qui n'est ni équilibrée ni même à taux d'épargne constant (ce qui est le cas réel, encore que le taux d'épargne projeté soit très peu variable) le taux instantané $i(t)$ varie au cours du temps, mais la définition même du taux i associé au développement montre qu'il est compris dans l'intervalle de variation de $i(t)$.

I - 2. Le taux d'actualisation et les seuils de rentabilité privés

a) La situation en France...

Il importe de procéder à une réflexion sur les liens qui existent entre le taux d'actualisation défini au niveau de la collectivité et les paramètres micro-économiques qui intéressent directement les firmes et notamment le taux d'actualisation qu'elles emploient (ou devraient employer) dans leurs calculs économiques. Et il est naturel de se demander d'abord si les entreprises doivent employer le même taux d'actualisation. La réponse à cette question amène à considérer trois ordres de difficultés, la première liée à l'existence de risques, la seconde à l'existence d'économies externes, la troisième aux équipements non directement productifs.

- Lorsqu'un investissement est sûr, rendement escompté et rendement effectif coïncident. Lorsqu'un investissement est risqué, son rendement effectif peut être inférieur à son rendement escompté ; plus précisément, pour qu'un ensemble d'investissements présentant le même degré de risque fournissent en moyenne un rendement donné (au niveau national) il faut qu'ils présentent un rendement escompté supérieur à ce taux. Cela revient à dire que les entreprises devront majorer le taux d'actualisation qu'elles emploient dans leurs calculs en fonction du caractère risqué des investissements qui s'y rapportent, ou mieux, qu'elles emploieront le même taux d'actualisation en remplaçant dans leurs calculs de rentabilité les profits escomptés par l'espérance mathématique de ces profits.
- Certains investissements provoquent des effets qui n'entrent pas dans le calcul économique de l'agent qui les met en oeuvre. Pour calculer exactement le rendement de ces investissements, il faudrait que ces effets leur soient rattachés. Mais les conséquences de cette "internalisation des effets externes" peuvent, sauf exception, être négligées pour les investissements du secteur privé (il est par contre indispensable d'en tenir compte pour les investissements collectifs dont le principal rôle est précisément de fournir des économies externes).
- De plus, à l'intérieur de la firme, les calculs de rentabilité ne peuvent pas s'appliquer à certains investissements (sièges sociaux, investissements à caractère fatal), si bien que les taux de profits que l'on observe dans la réalité correspondent aux seuls investissements directement productifs.

Mais, à ces difficultés près, les entrepreneurs privés doivent utiliser le même taux d'actualisation dans leurs calculs de rentabilité. C'est du moins la situation vers laquelle il est souhaitable de tendre, sinon on pourrait améliorer la productivité moyenne du système productif par une réallocation des ressources.

Enfin, ce taux unique est déterminé par le niveau de l'épargne globale qui résulte de l'arbitrage de la collectivité entre consommation présente et future. S'il est trop élevé, les investissements décidés ne sont pas suffisants pour absorber toute l'épargne disponible. S'il est trop bas, l'épargne totale est au contraire insuffisante pour financer tous les projets d'investissements retenus. On perçoit intuitivement et on peut démontrer rigoureusement (sous certaines hypothèses, de concurrence parfaite notamment) que le taux d'équilibre que doivent utiliser les entreprises privées pour leurs investissements non risqués est celui précédemment défini au niveau de l'économie globale.

Par conséquent, les taux de rentabilité observés en France pour les investissements du secteur privé constituent un ordre de grandeur du taux d'actualisation collectif. Il faut tenir compte du fait que cette approximation est certainement par excès, car les taux de rentabilité observés :

- intègrent une éventuelle prime de risque ;
- tiennent compte du glissement des prix, alors que le taux d'actualisation est défini à partir des données en volume ;
- ne s'appliquent qu'à la fraction directement productive des investissements, laissant de côté les investissements d'infrastructure générale dont la rentabilité est impossible à calculer.

Compte tenu de ces remarques, il ne faut pas s'étonner que les seuils de rentabilité que s'imposent nombre d'entreprises privées varient en France entre 15 et 30 %. Mais la limite inférieure est intéressante à noter, d'autant qu'elle est confirmée par l'examen de la situation actuelle des besoins en capitaux : au coût actuel des capitaux à moyen terme (6 à 10 %) les projets sont trop nombreux pour être tous satisfaits et on observe des rationnements divers destinés à répartir la pénurie. C'est donc que le taux d'actualisation est supérieur à ce niveau.

b) La situation à l'étranger

Ces ordres de grandeur sont également confirmés par des comparaisons avec l'étranger.

Les calculs faits en U.R.S.S. à l'occasion de la réforme de 1965 ont montré qu'un seuil de rentabilité de 15 à 17 % était nécessaire pour respecter la limitation en capitaux disponibles.

En Angleterre, les taux de rentabilité (avant paiement de l'impôt) des investissements de l'industrie privée seraient compris entre 12 et 16 % et ne seraient pas inférieurs, pour les grandes sociétés à 9-10 % après paiement de l'impôt.

Aux Etats-Unis enfin, d'après une enquête récente (1), le taux de profit dans le secteur privé varie entre 4,1 % et 15,4 %.

(1) Hearings before the Joint Economic Committee, 29 janvier 1968.

<u>S e c t e u r</u>	<u>Taux de profit annuel</u> (moyenne de 1961 à 1965 en %)
Manufactures	15,4
Electricité	9,3
Canalisations de gaz	8,6
Téléphone	11,9
Voies ferrées	4,1
Canalisations de pétrole	15,6
Lignes aériennes	8,2

D'après les résultats de cette étude, le taux moyen de rendement atteint 13,5 %, résultat très voisin de celui d'une autre étude de STEIGLER : 14 %.

I - 3. Le taux d'actualisation et la répartition des investissements publics

a) En matière d'équipements collectifs, il est juste de faire observer que leur productivité est parfois difficilement évaluable et par suite le taux d'actualisation ne constitue pour eux qu'une indication partiellement utilisable. En plus de cet argument d'ordre technique, on peut faire observer qu'un investissement public, en plus des économies externes qu'il fournit au secteur privé, est souvent aussi à l'origine de consommations collectives qui peuvent faire l'objet d'une décision tutélaire de l'Etat. Et de ce fait, le taux d'actualisation utilisé par l'Etat peut être inférieur à celui utilisé dans les calculs de rentabilité privée. Dans ce cas d'ailleurs, la différence entre ces deux taux constitue un indicateur du coût économique d'un investissement qui a été entrepris pour des raisons de politique sociale.

Cependant, dans les secteurs où le calcul économique est possible (pas d'obstacles techniques ou politiques majeurs) la rationalité économique reprend ses droits aussi bien pour l'évaluation des projets à l'intérieur d'un secteur que pour les comparaisons de projets appartenant à des secteurs différents.

Etant donné un secteur auquel est attribué une enveloppe de financement, il lui correspond, lorsque le calcul économique est possible, un taux d'actualisation qui est celui du dernier projet (les projets étant classés par ordre de rentabilité décroissante) qu'il est possible de financer.

Il importe que ces taux d'actualisation implicitement associés à chaque enveloppe aient autant que possible la même valeur, voisine de celle définie au niveau national. Et il faut ajouter que si tel n'est pas le cas, il est illusoire d'espérer retrouver quelque rationalité en utilisant pour les choix des variantes un taux uniforme qui n'est pas égal au taux implicite ; il n'est pas cohérent d'écarter une variante technique avec un taux de 7 % par exemple si l'enveloppe qui est attribuée au secteur correspond à un taux de 9 %.

Au total, pour la répartition des enveloppes entre secteurs comme pour l'évaluation des variantes techniques un taux d'actualisation unique constitue un critère fondamental, dont l'utilisation est encore aujourd'hui modeste mais pourrait se développer largement dans la mesure où les techniques du calcul économique seraient plus largement utilisées dans ce domaine des investissements publics. Notons à ce sujet que le calcul économique fait son apparition au niveau de certains projets dans des secteurs où il n'était pas utilisé jusqu'à présent ; c'est le cas notamment dans les domaines des télécommunications et même de la santé. Mais, le taux d'actualisation doit être judicieusement choisi de manière à pouvoir être effectivement reflété dans les enveloppes finalement attribuées. Il est irrationnel par exemple de choisir un taux tel que les projets retenus à ce taux soient trop nombreux, compte tenu des ressources disponibles.

b) L'expérience du Ve Plan fournit une illustration des conséquences d'un tel choix. Le niveau de 7 % qui a été associé au Ve Plan n'a pu être respecté puisque les besoins d'investissements publics ont dû être rationnés par l'Etat à un niveau qui correspond à un taux d'actualisation implicite plus élevé. Ou plutôt, à des taux d'actualisation plus élevés, car ce rationnement, comme on devait s'y attendre, n'a pas été effectué rationnellement ; c'est ainsi que les investissements d'E.D.F. correspondent à un taux d'actualisation de l'ordre de 9 %, tandis que les investissements routiers correspondent à un taux de plus de 12 %.

Cette expérience suggère pour l'avenir que le taux de 7 % est probablement trop faible et qu'il est prudent, faute de pouvoir définir précisément un taux unique plus élevé, d'effectuer les calculs de rentabilité en utilisant une fourchette de taux d'actualisation et en observant comment le classement des variantes techniques est sensible au choix de ce taux.

Il reste que l'existence de secteurs où le calcul économique n'intervient pas pose un problème au moins de procédure en cas de relèvement du taux d'actualisation ; il faut absolument éviter en effet que ce relèvement s'effectue au détriment des seuls secteurs où le calcul économique est utilisé en tenant compte de ce relèvement dans l'attribution des enveloppes aux autres secteurs.

c) La recherche d'une plus grande cohérence dans l'utilisation d'un taux d'actualisation, qui accompagne l'extension des méthodes modernes de calcul économique, s'observe également à l'étranger.

La nécessité d'une plus grande rationalité se fait sentir aujourd'hui aux Etats-Unis dans les termes qui viennent d'être décrits pour la France comme en témoigne une audition récente devant le Joint Economic Committee du bureau du General Accounting Office (29 janvier 1968). Une enquête menée par ce bureau auprès des agences fédérales a révélé que la plupart de ces agences considèrent que l'actualisation est une technique qui doit apporter une aide croissante dans le processus de décision. Précisément, dix Ministères (sur les 23 de l'enquête) utilisent cette technique pour l'analyse de leurs programmes en 1969, et notamment les départements de l'agriculture, de la défense, des transports, de la santé et de l'éducation, de l'intérieur et la Commission de l'Energie Atomique. Huit autres agences comptent utiliser cette technique dans un proche avenir en fonction notamment des progrès du système P.P.B. Enfin, 5 agences n'ont pas cette intention, encore qu'elles utilisent déjà un taux d'actualisation pour certains projets, le plus souvent implicitement (en comptabilisant leurs bénéfices sur une durée de vie de l'équipement inférieure à sa durée réelle).

L'étude du General Accounting Office insiste enfin sur la nécessité d'utiliser dans les analyses d'avantages-coûts des programmes de dépenses fédérales un taux et une procédure uniques afin d'éviter tout gaspillage des fonds publics (1). Notons aussi qu'il est proposé d'adopter le taux d'actualisation relativement élevé, 10 %, qui est déjà utilisé par le Département de la Défense.

La même préoccupation a décidé le Trésor anglais à faire effectuer une enquête sur un aspect du même problème concernant les investissements des entreprises publiques (2). Les calculs de rentabilité de ces investissements s'effectuaient depuis 1961 avec un taux d'actualisation de 8 %. Sans remettre ce taux en question dans l'immédiat, l'étude a montré qu'il existait une forte présomption pour que le taux adéquat soit plus élevé.

Il semble donc bien que dans ces deux pays, la technique de l'actualisation était assez peu répandue jusqu'à une date récente, et lorsqu'elle était utilisée, les taux retenus étaient bas. Aujourd'hui, par contre, on prend conscience que l'utilisation d'un taux d'actualisation doit être généralisée et normalisée le plus possible et qu'il faut le plus souvent réévaluer ce taux.

(1) "Etant donné l'importance actuelle du budget de l'Etat, il est nécessaire d'investir avec prudence et d'éliminer les opérations les moins rentables. Si des jugements de valeur doivent intervenir, ils doivent être pris sur les mêmes bases. Au total, l'utilisation d'un taux unique doit être un guide utile dans toutes les circonstances, inciter les départements à améliorer leurs analyses avantages-coûts (notamment en ce qui concerne la quantification des bénéfices) et permettre d'économiser d'énormes sommes à l'avenir en assurant la réalisation de programmes d'investissements plus efficaces." (Citation tirée des "hearings").

(2) The test discount rate, Select Committee on nationalised industries.

Premières estimations du taux d'actualisation à partir

de fonctions de production et de modèles de croissance

II - Premières estimations du taux d'actualisation à partir

de fonctions de production et de modèles de croissance

On fera état successivement :

- des résultats qui se déduisent immédiatement des fonctions globales de production retraçant le développement à long terme de l'économie française ;
- de trois modèles de croissance établis récemment et qui tous les trois, bien que poursuivant des objectifs différents et ayant des structures différentes, permettent de calculer des taux d'actualisation du même ordre de grandeur.

II - 1. Les estimations à l'aide de fonctions de production

On a montré précédemment qu'à partir d'une fonction de production permettant de définir une productivité du capital on peut calculer le taux d'actualisation à l'époque t :

$$i(t) = \frac{\partial Y_t}{\partial K_t} - d$$

Cette relation permet de proposer un certain nombre d'intervalles possibles a priori pour le taux d'actualisation.

C'est ainsi que dans une note d'avril 1963, Monsieur MALINVAUD soulignait que le modèle de projection utilisé pour les premières esquisses du Ve Plan comportait un taux d'intérêt implicite, qui était simplement la productivité marginale du capital calculée sous la forme :

$$i = e \frac{Y}{K} - d = e \frac{Y}{K} - \frac{A}{K}$$

où Y était la valeur ajoutée brute de l'industrie et des transports,

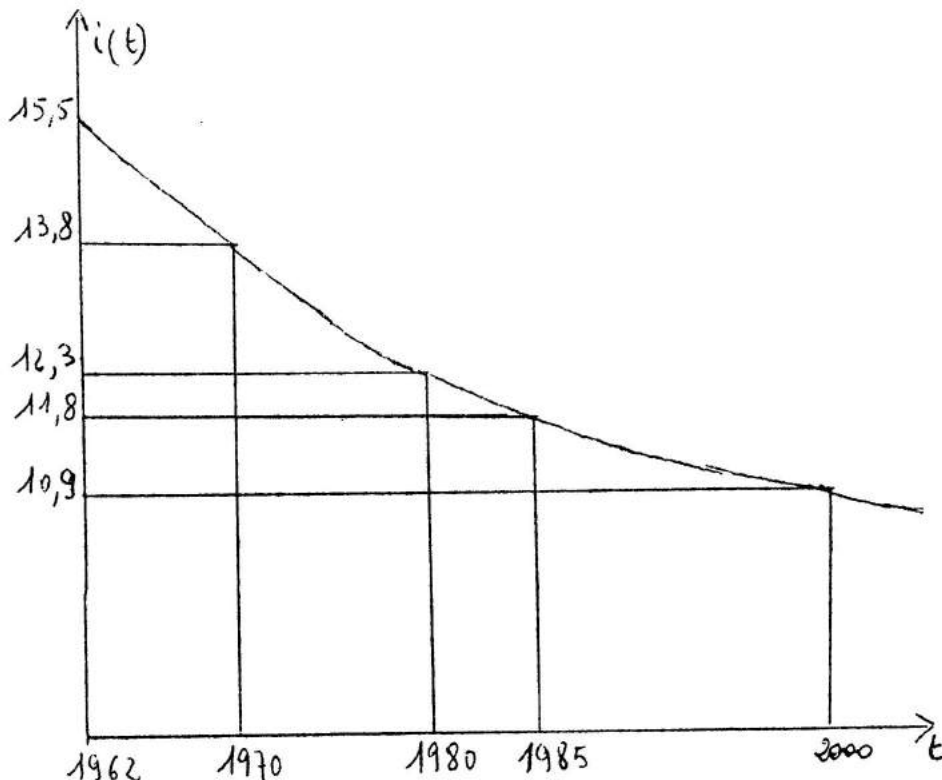
K le capital net de l'industrie et des transports ,

e l'élasticité de la production par rapport au capital, c'est-à-dire l'exposant $1 - \alpha$ du capital si le développement est représenté par une fonction de COBB-DOUGLAS,

$d = \frac{A}{K}$ le taux d'amortissement économique.

Malheureusement, il est difficile d'évaluer précisément A et K et une erreur de $\pm 20\%$ sur ces deux chiffres est possible. par ailleurs, il paraît difficile d'attribuer une valeur convenable à l'élasticité et deux variantes ont été calculées avec $e = 0,30$ et $e = 0,50$. Dans le premier cas, l'estimation de i vaut 13% (avec des estimations extrêmes de 10 et 18% autour de cette valeur moyenne). Avec $e = 0,50$ l'estimation de i est égale à 27% (compris entre 21 et 35%). On voit donc que cette approche ne permet pas d'aboutir à une évaluation précise du taux d'intérêt, mais la valeur la plus plausible (13%) ainsi que la valeur la plus faible (10%) sont intéressantes à retenir.

De la même manière et à partir de la fonction de COBB-DOUGLAS avec progrès technique autonome qui a été utilisée dans le modèle du Commissariat Général du Plan, examiné ci-après, on obtient les valeurs numériques de $i(t)$ figurées par la courbe :



On observe que le taux d'actualisation correspondant à la période initiale 1962 (et à la croissance, si elle était équilibrée à partir de ces conditions initiales) s'élève à 15,5 %, décroît régulièrement à partir de cette valeur mais ne descend pas au-dessous de 10 %. Ces résultats dépendent étroitement et des paramètres de la fonction de production retenue, comme on le verra dans la troisième partie de cette note.

Les mêmes calculs ont été faits à partir de la fonction de SOLOW utilisée dans le même modèle et de la formule précédemment établie :

$$i(t) = e^{\epsilon t} \left(\frac{\partial Y}{\partial K} \right)_t - (d + \epsilon)$$

qui s'écrit, compte tenu de la forme de la fonction de production :

$$i(t) = (1 - \alpha) e^{\epsilon t} \frac{Y_t}{K_t} - (d + \epsilon)$$

Les résultats sont les suivants :

<u>1962</u>	19,9 %
<u>1970</u>	18,8 %
<u>1990</u>	14,6 %

II - 2. Les estimations à partir des modèles de croissance

A - Le modèle de P. MASSE

Monsieur P. MASSE a présenté récemment (1) un modèle de croissance qui repose sur une fonction de production de type COBB-DOUGLAS avec progrès technique autonome.

$$Q = A e^{\beta t} L^{\alpha} K^{1-\alpha}$$

(1) Séminaire d'économétrie, communication du 20 novembre 1967.

Le taux d'actualisation est déterminé en cherchant le maximum d'une fonction-objectif faisant intervenir une fonction d'utilité logarithmique et une procédure classique d'actualisation par l'intermédiaire du taux d'escompte psychologique Ψ :

$$U = \int_0^{\infty} e^{-\Psi t} \log \frac{C}{M} dt$$

$M = L e^{\frac{\beta}{\alpha} t}$; c'est un indice de la main-d'oeuvre réévalué pour tenir compte du progrès technique.

A partir d'une situation initiale donnée, on démontre qu'il existe une croissance qui vérifie la condition nécessaire d'optimalité, mais dans le cas général une telle croissance ne peut être qualifiée d'optimale car elle conduit soit à un gaspillage du capital en un temps fini (comportement de cigale), soit au contraire à une accumulation d'un capital qui ne sera jamais consommé (comportement de fourmi). Il existe cependant pour Ψ donné, une seule croissance optimale qui est à long terme équilibrée, (elle tend asymptotiquement vers un régime exponentiel), mais il n'y a aucune raison pour que l'économie caractérisée par son capital et sa consommation soit située initialement sur ce chemin de croissance.

Le raisonnement qui permet de déterminer un taux psychologique puis un taux d'actualisation est alors le suivant : compte tenu de la situation initiale qui est une donnée de fait, l'application du critère d'optimisation doit être effectuée avec un taux Ψ bien déterminé si l'on veut éviter que ce critère conduise à long terme à des types de croissance absurdes. Il n'y a d'ailleurs rien de paradoxal à considérer que Ψ résulte de données de fait de l'économie puisque ces données reflètent les comportements d'épargne au cours du passé. Ce taux psychologique est tel que le chemin de croissance optimal qui lui correspond passe par la situation initiale. A partir de la valeur de Ψ ainsi calculée, on déduit le taux d'actualisation de l'économie par la relation (cf. Première Partie):

$$i(t) = \Psi + a_c^t$$

où a_c^t est le taux de croissance de la consommation au temps t .

En régime exponentiel, atteint asymptotiquement, cette relation devient :

$$i = \psi + a$$

où a est le taux de croissance, constant, de l'économie.

Résolution numérique du modèle

En prenant 1962 pour année de base et en utilisant les données qui ont servi au modèle du Commissariat Général du Plan, (en incorporant notamment dans l'investissement I_0 et le capital K_0 une fraction "productive" des équipements collectifs) (1), on trouve que l'évolution optimale ne peut se produire que pour $\psi = 10\%$, et de plus que le programme de croissance correspondant est proche du régime exponentiel asymptotique. Par conséquent, le taux d'intérêt varie peu au cours du temps. Plus précisément :

En 1962, $i = a_0 + \psi = 16\%$
Asymptotiquement, $i = a + \psi = 15\%$

Il est évident que l'interprétation de ces résultats reste délicate puisque le taux ψ dépend à la fois de la formulation et des données du modèle et du choix de la fonction-objectif. A ce dernier point de vue, il faut noter qu'on risquerait de trouver avec d'autres fonctions des taux d'épargne évoluant de manière très discontinue à l'optimum. Des sauts brusques du taux d'épargne ne sont guère admissibles en fait, de sorte que la fonction retenue a cet avantage de conduire à une évolution optimale vraisemblable ce qui accorde quelque crédit à la valeur de 15 % obtenue.

(1) Cf. Troisième Partie.

B - Le modèle de variantes du C.E.R.M.A.P.

Le modèle du C.E.R.M.A.P. avait pour objectif général d'apprécier les conséquences de certaines politiques spécifiques, notamment celles d'une diminution de la durée du travail au cours du Ve Plan. Il permettait d'aborder sous un angle théorique un grand nombre d'autres questions et particulièrement celle du choix d'un taux d'actualisation.

Le modèle est sectoriel (12 branches), distingue deux périodes de durées égales couvrant le Ve Plan tout en tenant compte des effets à plus long terme des investissements par l'intermédiaire de leur valeur résiduelle. Le processus de production est représenté dans le modèle par deux techniques de production à chaque période ; chaque technique est caractérisée par des coefficients d'input-output, des coefficients de capital et de productivité.

En première période, ce sont :

- une technique moyenne correspondant à l'esquisse de référence dont la production est limitée par les capacités installées avant le début du Plan ;
- une technique de "surchauffe" dont la production n'est pas limitée par des capacités mais par la rareté de la main-d'oeuvre.

En seconde période, ce sont :

- la technique moyenne;
- la technique moderne, caractérisée par un coefficient de capital et une productivité de la main-d'oeuvre plus élevée que dans la technique moyenne.

A chaque période, la main-d'oeuvre est répartie en trois secteurs : Agriculture, Industrie, Services et Commerces. Le modèle est un programme linéaire, dont les variables duales s'interprètent comme des prix. Les contraintes sont essentiellement celles exprimant les limitations de la production par la capacité des équipements et de la main-d'oeuvre. La fonction-objectif U est la somme actualisée des consommations et des valeurs résiduelles des capacités de production :

$$U = C_1 + \frac{C_2}{1+i} + \sum_j M_j (i) k_j$$

- i Taux d'actualisation
- $M_j(i)$ Valeur résiduelle (fonction de i) attachée à la capacité unitaire installée en branche j
- k_j capacité installée en branche j
- C_1, C_2 Consommation des ménages en 1ère et 2ème périodes.

Cette fonction n'est pas linéaire en i , à cause des fonctions $M_j(i)$ non linéaires.

Si l'on se fixe le taux d'actualisation (par exemple 8 %) on peut tenter d'ajuster le modèle sur une esquisse de référence élaborée de manière discrétionnaire par l'I.N.S.E.E. avec des coefficients de la technique moderne calculés indépendamment et des paramètres de la fonction-objectif calculés en fonction de $i = 8 \%$. Mais, avec ce taux de 8 %, l'optimisation ne redonne pas les techniques effectivement employées en première période dans l'esquisse centrale pour les branches agriculture et transport qui ont une productivité de la main-d'oeuvre très faible ; il est donc avantageux qu'elles utilisent des techniques modernes plus capitalistiques qui leur permettent d'augmenter la consommation en deuxième période au détriment de la consommation en première période.

L'optimisation fournit des techniques plus capitalistiques aussi longtemps que le taux d'actualisation reste faible ; plus précisément, le cadrage sur l'esquisse de référence ne devient possible que lorsque i atteint 14 %.

Il serait cependant dangereux de voir dans ce taux le taux d'actualisation associé au Ve Plan. Ce taux est lié aux productivités de la technique moderne qui sont par ailleurs arbitrairement définies (elles correspondent à la projection exponentielle pour une année déterminée des trends passés) et de plus est très sensible aux variations de ces productivités.

II - 3. Le modèle de développement et le système de prix de référence associé de la S.E.D.E.S.

Le modèle S.E.D.E.S. avait pour objectif de fournir un système de prix de référence constitué par les variables duales d'un programme

linéaire ajusté sur le IVe Plan, dans lequel on cherche à rendre maximale la consommation intérieure, de structure donnée. La fonction de production globale résulte de l'agrégation des fonctions de production des branches, aux niveaux de production correspondant à la solution du programme linéaire (la linéarité du programme correspond dans chaque branche à des fonctions de production à facteurs complémentaires définies par leurs coefficients marginaux de capital et de main-d'oeuvre). La variable duale correspondant à la limitation de l'investissement mesure la productivité marginale du capital pour la période initiale. En associant à la solution du modèle pour cette période (solution qui se ramène en fait au choix de l'investissement net initial) un programme de croissance qui redonne le cheminement annuel suivi pendant la période du Plan, on trouve qu'il est nécessaire de faire croître l'investissement net annuel à un taux constant, si l'on veut que ce programme soit efficace (c'est-à-dire qu'aucun autre programme réalisable, vérifiant les mêmes conditions initiales ne lui soit préférable). On vérifie alors que la productivité marginale i du capital est constante, et égale au taux d'actualisation associé au processus de croissance correspondant au choix de l'investissement retenu pour la période initiale. Le modèle fournit un taux de 20 %. La sensibilité de ce résultat aux divers paramètres du modèle n'est pas très grande, mais par ailleurs, la méthode assez schématique qui a été employée n'avait d'autre ambition que de fournir des ordres de grandeurs.

*

*

*

Le taux d'actualisation fourni par

le modèle du Commissariat Général du Plan

III - Le taux d'actualisation fourni par le modèle

du Commissariat Général du Plan (1)

III - 1. Principe de la méthode

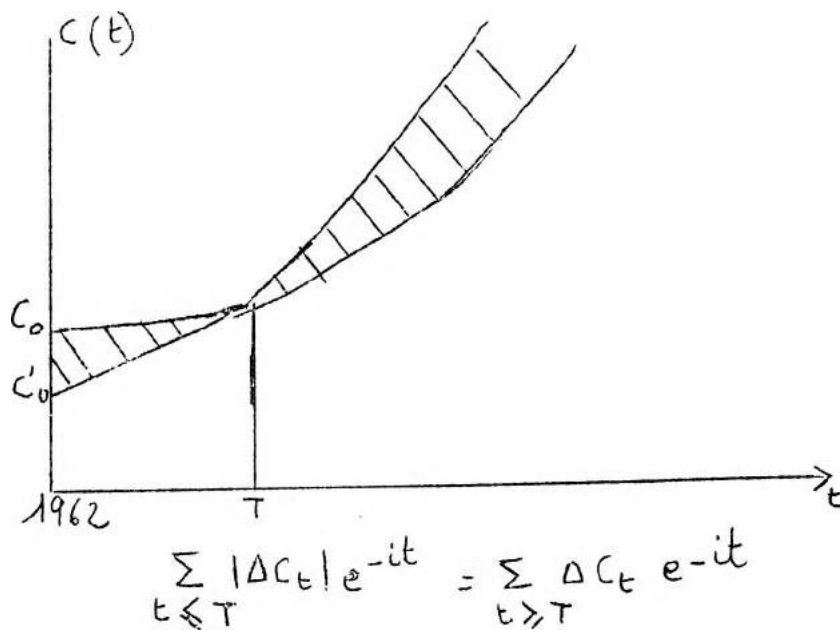
Le modèle utilisé décrit le développement économique à long terme à l'aide de fonctions de production à facteurs substituables pour cinq branches (agriculture, industries de base, industries de biens d'équipement, industries manufacturières, services).

Il s'agit d'un modèle de simulation utilisant les données (productivités, emplois, structures d'investissement et de consommation) du passé récent (depuis 1962), du Ve Plan (1970) et de l'esquisse 1985 complétée par certains travaux spécifiques. Avec ces données, le modèle permet de retrouver les chiffres du Plan pour 1970 et ceux de l'esquisse 1985, ces derniers étant améliorés, car ils profitent d'un plus haut degré de cohérence.

Si les calculs sur ce schéma sectoriel sont assez complexes et nécessitent évidemment l'emploi d'un ordinateur, le principe de la méthode est simple et peut être exposé sur un modèle global.

Le Plan et la projection 1985 correspondent au choix d'un certain programme de croissance, c'est-à-dire au choix, à chaque époque, des valeurs prises par les différentes grandeurs économiques (consommation, investissement productif, logement, etc...). Il existe en particulier un certain programme $C(t)$ de consommation des ménages associé à ces projections. Si ce programme a été choisi, de préférence à un autre où l'on consommerait d'abord moins pour accumuler du capital et accroître ainsi la consommation future, cela signifie que la collectivité n'estime pas rentable un effort supplémentaire d'épargne au regard des possibilités de consommation future. Il existe donc un taux d'actualisation implicitement associé à ce programme tel que les pertes immédiates en consommation deviennent égales aux gains futurs lorsqu'on les actualise à ce taux.

(1) Plus précisément, ce modèle a été élaboré par un Groupe de Travail comprenant des représentants du CERMAP, de l'INSEE, de la Direction de la Prévision et du Commissariat Général du Plan.



Remarquons que le modèle n'envisage pas le développement sur une période infinie. Cependant les difficultés que devrait entraîner la prise en compte du capital final sont éludées, d'une part parce que le modèle, fonctionnant en simulation, fournit une valeur raisonnable du capital final, et d'autre part parce que la période finale peut être arbitrairement éloignée. En fait, les calculs ont été menés sur des périodes de 30 ou 60 ans.

La démarche à suivre pour déterminer le taux d'actualisation est ainsi la suivante :

1. - Caractériser le programme de consommation du Plan et de l'esquisse à long terme.
2. - Calculer le programme de consommation correspondant à un effort marginal d'investissement. C'est cette phase qui exige l'utilisation d'un modèle cadré sur le programme précédent et fournissant le programme voisin correspondant à un investissement plus important.
3. - Calculer le taux i qui rend égaux les bilans actualisés de ces deux programmes voisins.

Avant d'exposer les résultats de cette démarche, il importe d'analyser une difficulté liée au caractère relativement schématique des fonctions de production.

III - 2. Les diverses conceptions possibles de l'investissement

On sait que, dans une fonction de production, l'investissement affecte la croissance de la manière suivante : le potentiel productif, ou "capital", s'accroît chaque année de l'investissement net et cette croissance explique une fraction de la croissance de la production. Encore faut-il savoir ce qu'est l'investissement : dans quelle mesure incorpore-t-il tout les nouveaux biens capitaux produits y compris les logements et les équipements d'infrastructure ? Et doit-il "incorporer" le progrès technique en ce sens que les investissements d'aujourd'hui étant plus efficaces que ceux d'hier doivent de ce fait être réévalués ? Nous allons examiner successivement ces deux questions.

a) D'après la définition d'une fonction de production, il faut qualifier d'investissement toute quantité de biens ou services produits une année donnée aux fins d'augmenter la production durant les années à venir.

Une telle définition englobe tout d'abord l'ensemble des investissements productifs au sens large : investissements de recherche industrielle et gros entretien de matériel inclus. Les dépenses de mise en stock ne semblent pas être directement productives et ont été exclues de l'investissement. Faut-il englober également le logement et les équipements collectifs ?

En ce qui concerne le logement, la construction d'habitations permet un niveau de vie plus élevé mais n'augmente pas le potentiel productif si ce n'est par le biais de la comptabilisation dans la Production Intérieure Brute, des services du logement. On a préféré traiter cette branche "logement" de façon exogène de sorte que les dépenses logement n'ont alors plus de répercussion directe sur l'évolution de la production future. Par contre, on peut les considérer comme un investissement indirectement nécessaire à la croissance dans la mesure où elles conditionnent l'implantation des industries et favorisent la mobilité des travailleurs.

Le problème est encore plus délicat pour les investissements collectifs, à la fois parce qu'ils sont de nature intermédiaire entre consommation et investissement productif et parce que les services qu'ils rendent ne sont pas comptabilisés dans la Production Intérieure Brute, retenue dans le modèle comme indice d'activité. C'est ainsi qu'une route sert à la fois à la promenade (aspect consommation) et au transport des marchandises (aspect investissement), mais ces services ne figureront plus, une fois la dépense faite, dans l'activité nationale telle que la définit la P.I.B.

Or, il faut être conscient du fait que le taux d'actualisation calculé par la méthode précédente va varier considérablement selon que certains équipements seront catalogués "consommation" ou "investissement". Si, par exemple, on ne retient pour investissement national que l'investissement productif, la croissance définie par le Plan sera expliquée par le seul capital productif. Si on retient pour investissement national l'ensemble des investissements productifs, logement et collectifs, la même croissance sera définie par un capital beaucoup plus élevé et, en conséquence, un effort d'investissement donné sera beaucoup moins "payant" dans la seconde conception que dans la première parce que l'augmentation relative du capital sera faible.

Il est donc indispensable d'évaluer la fraction d'investissements collectifs qu'il est raisonnable de considérer comme productifs et pour cela, il convient de considérer comme productif tout investissement qui permettra d'augmenter directement ou indirectement la P.I.B., ce qui conduit à retenir un double critère :

- investissement qui fait naître des consommations ultérieures facturées dans la P.I.B. : les hôpitaux sont productifs puisque le secteur Santé figure dans la P.I.B., les dépenses d'adduction d'eau, ou de forêts, ne le sont pas parce que facturées comme ventes des administrations hors de la P.I.B. ;
- investissement qui est un complément indispensable aux investissements productifs des entreprises pour que les capacités créées puissent fonctionner : infrastructures de transport pour ce qui concerne le trafic affaires ou marchandises.

Comme le modèle précédent exclut la branche logement (exogène), l'investissement logement n'est productif que dans une mesure indirecte qui a été négligée et il reste à examiner le cas des investissements jusqu'ici considérés comme non productifs : équipements collectifs, C.I.A., Institutions Financières, en tenant compte du fait que le effets productifs de certains investissements (éducation par exemple) ne se font sentir qu'à long terme. Le détail des hypothèses faites et des calculs figure en annexe et l'on se bornera ici à donner le résultat global obtenu :

Fraction productive des équipements collectifs : 47 % en 1962

Insistons sur le fait que cette fraction est inférieure à 1 pour deux raisons :

- une part des équipements collectifs n'est pas productive ;
- une part productive l'est souvent à long terme si bien qu'en 1970 arrivent à "maturation" des investissements antérieurs qui ne sont, compte tenu de la croissance générale, qu'une fraction du niveau atteint en 1970.

Les mêmes calculs faits pour 1970 et 1985 amènent à ajouter aux investissements productifs, stricto sensu, une nouvelle masse d'investissements définie par le tableau suivant :

Investissements productifs au sens large (Milliards de F. 59)

	1962	1970	1985
Investissements collectifs	9,9	19,8	52,3
Part productive	47 %	49,3 %	51 %
Investissements productifs nouveaux ΔI	4,6	9,8	27,2
Investissements productifs stricto sensu I	39,3	58,3	109,5
Investissement productif au sens large $I + \Delta I$	43,9	68,1	136,7

b) Une autre difficulté se rattache au traitement du progrès technique.

Dans une fonction de production globale le progrès technique peut être traité de deux manières principales simples.

- On peut admettre, à l'un des extrêmes que le progrès technique se réalise indépendamment de l'effort d'investissement et s'applique à l'ensemble du stock existant de capital. Une fonction de production de COBB-DOUGLAS avec un trend de progrès technique autonome traduit simplement cette éventualité.

$$Y_t = e^{\beta t} L_t^\alpha K_t^{1-\alpha}$$

- A l'autre extrême, on peut admettre que le progrès technique est "incorporé" à l'investissement, c'est-à-dire qu'il n'entre dans la réalité des faits que si de nouveaux équipements, qui profitent de l'amélioration des connaissances, sont construits. Chaque vague d'investissement brut est caractérisée par un niveau technique a_v qui lui est propre et on démontre, sous certaines hypothèses d'agrégation, que la production maximale possible Y_t compte tenu de l'offre de travail L_t peut s'exprimer par une fonction de L_t et d'un stock "efficace" de capital J_t .

$$Y_t = f(J_t, L_t)$$

J_t est une somme pondérée par leurs niveaux techniques propres des stocks résiduels à l'époque t du capital correspondant à chaque niveau technique.

$$J_t = \sum a_v K_v(t) = (1-d) J_{t-1} + a_{t-1} I_{t-1}$$

Lorsqu'on choisit de traiter ainsi le progrès technique l'homologue de la fonction de COBB-DOUGLAS précédente s'écrit

$$Y_t = L_t^\alpha J_t^{1-\alpha}$$

et pour que cette fonction représente la même croissance potentielle que la fonction précédente le progrès technique intervient dans l'équation d'accumulation du capital sous forme d'une réévaluation au taux $\xi = \beta / (1-\alpha)$ de l'investissement (puisque l'élasticité de Y_t par rapport à J_t est $1-\alpha$) :

$$J_t = (1 - d) J_{t-1} + e^{\frac{\beta}{1-\alpha}} (t-1) I_{t-1}$$

L'intérêt de la considération de ces deux traitements extrêmes est que le premier sous-estime l'efficacité de l'investissement puisqu'il n'intègre aucunement les effets du progrès technique, tandis que le second la surestime en intégrant au maximum ces effets dans l'investissement ; ainsi on est sûr a priori que dans la réalité, l'efficacité de l'effort d'épargne se situe à une valeur intermédiaire.

Nous sommes ainsi conduits à examiner les résultats fournis par ces deux types de modèles.

III - 3. Résultats des deux modèles

Dans les deux cas, les données de main-d'oeuvre sont celles définies par les perspectives démographiques établies pour 1985 ; les données de demande finale exogène prennent en compte le logement et la fraction d'investissements collectifs précédemment évaluée, qui est considérée comme improductive.

a) Pour le modèle global avec progrès technique autonome, les données de la fonction de production sont ajustées pour permettre de retrouver les perspectives de croissance du Plan et des projections pour 1985. En fait, on a utilisé, pour calculer α et β à la fois, cet ajustement statistique sur 1962, 1970 et 1985 (on trouve $\alpha = 0,74$) et une évaluation économique directe de α d'après la part des revenus du travail dans la production (on trouve $\alpha = 0,70$; on a retenu $\alpha = 0,72$).

Le capital initial comprend outre le capital productif une fraction des équipements collectifs. Il peut être évalué d'une manière directe en utilisant les travaux de Messieurs BERTHET, CARRE, DUBOIS et MALINVAUD ou d'une manière approximative en supposant que l'investissement a augmenté au même rythme dans le passé.

Les données du modèle global sont résumées dans le tableau ci-après. Le calcul du taux d'actualisation a ensuite été fait en comparant pertes et gains de consommation, d'après la méthode générale. Un effort marginal d'investissement porte ses fruits après 9 ans environ et le taux d'actualisation correspondant est

i	=	8,4 %	si on limite l'horizon à 30 ans
i	=	10,9 %	si on limite l'horizon à 60 ans

MODELE 1 : Progrès technique autonome

$$\frac{Y_t}{Y_0} = e^{\beta t} \left(\frac{L_t}{L_0} \right)^\alpha \left(\frac{K_t}{K} \right)^{1-\alpha}$$

$$K_{t+1} = (1-d) K_t + s_t Y_t$$

$$C_t = (1-s_t) Y_t - G_t$$

Y_t Valeur ajoutée globale
 L_t Main-d'oeuvre employée
 K_t Capital en service
 C_t Consommation des ménages
 G_t Demande exogène (solde extérieur + logement + consommation et fraction non productive des investissements des administrations)

D O N N É E S				R É S U L T A T S			
α	=	0,72		: : CONSUMPTION C _t : :			
β	=	2,95 % par an		: : : : : :			
d	=	5,5 % par an		: Années :	Plan	: Variante	: Ecart
K (c)	=	375 milliards de F. 1959		:	(s _t donné)	: (s _t + 1 %)	:
Y (c)	=	282 milliards de F. 1959		:	:	:	:
: Années :	L _t	: s _t	: G _t	:1962	: 190,9	: 188,1	: - 2,8
:1962	: 16,02	: 15,5 %	: 47,3	:1964	: 211,0	: 208,9	: - 2,1
:1964	: 16,20	: 15,7 %	: 51,2	:1966	: 230,7	: 229,2	: - 1,5
:1966	: 16,32	: 15,9 %	: 57,2	:1968	: 252,7	: 251,9	: - 0,8
:1968	: 16,19	: 16,1 %	: 59,8	:1970	: 274,4	: 274,2	: - 0,2
:1970	: 16,01	: 16,3 %	: 63,8	:1972	: 299,3	: 299,8	: + 0,5
:1972	: 15,94	: 16,5 %	: 68,1	:1974	: 328,1	: 329,1	: + 1,0
:1974	: 15,96	: 16,7 %	: 72,6	:1976	: 357,4	: 359,1	: + 1,7
:1976	: 15,89	: 16,9 %	: 77,6	:1978	: 391,1	: 393,3	: + 2,2
:1978	: 15,88	: 17,1 %	: 82,4	:1980	: 429,4	: 432,1	: + 2,7
:1980	: 15,87	: 17,2 %	: 86,5	:1982	: 469,3	: 472,7	: + 3,4
:1982	: 15,89	: 17,3 %	: 93,2	:1984	: 513,1	: 517,1	: + 4,0
:1984	: 15,89	: 17,4 %	: 99,3	:1985	: 536,2	: 540,5	: + 4,3
:1986	: 15,88	: 17,5 %	: 106,0	:1986	: 560,4	: 565,0	: + 4,6
:1988	: 15,87	: 17,5 %	: 116,0	:1988	: 610,1	: 615,4	: + 5,3
:1990	: 15,87	: 17,5 %	: 125,6	:1990	: 665,2	: 671,2	: + 6,0
: > 1990	: 15,87	: 17,5 %	: :taux de	:2000	: 1 028,4	: 1 038,7	: +10,3
:	:	:	:croissance :	: : Taux d'actualisation : :			
:	:	:	:de 7 % :	: : : : : :			

i = 8,4 % sur 30 ans
i = 10,9 % sur 60 ans

Il est normal que le taux d'actualisation s'accroisse au fur et à mesure que l'horizon s'éloigne puisque de nouveaux gains de consommation apparaissent et que pour égaler les mêmes sacrifices initiaux à des gains de consommation croissants, il faut des taux de plus en plus élevés.

Les calculs ont été faits également avec le modèle sectoriel, avec une structure de consommation donnée entre les divers produits. Le résultat est à peu près identique à celui du modèle global.

b) Modèle avec progrès technique incorporé

Lorsque le progrès technique est incorporé à l'investissement, celui-ci doit être réévalué à chaque période (1). Il faut aussi simplifier le capital initial à une valeur plus faible puisque les investissements passés "valent" techniquement moins que les investissements présents. En supposant que les investissements passés ont crû au taux a

$$I = I_0 e^{at}$$

En cas de progrès technique autonome

$$\dot{K} = -d \cdot K + I$$

d'où
$$K_0 = \frac{I_0}{a + d}$$

En cas de progrès technique incorporé

$$\dot{J} = -d \cdot J + I e^{\xi t}$$

d'où
$$J_0 = \frac{I_0}{a + d + \xi}$$

En définitive :

$$J_0 = \frac{a + d}{a + d + \xi} K_0$$

(1) Il faut réévaluer l'investissement dès l'année 0 puisque l'investissement initial forme le capital de l'année 1.

En prenant pour le passé $a = 6 \%$, $d = 5,5 \%$ et $\xi = 10 \%$, on obtient l'ordre de grandeur suivant :

$$J_0 \approx 200 \text{ milliards}$$

En fait, l'investissement n'a pas crû à rythme constant : il s'est accéléré dans le passé récent si bien que le capital a une valeur plus élevée ; on retrouve le même résultat par ailleurs puisque le modèle donne la même croissance de référence que celle du Plan et de l'horizon 1985 pour :

$$J_0 = 223 \text{ milliards}$$

Le taux d'actualisation peut alors se calculer par application de la méthode générale et l'on trouve $i = 15,4 \%$ (sur 30 ans).

c) Essais de sensibilité

Il est prudent d'examiner la sensibilité de ces résultats par rapport aux paramètres des fonctions de production utilisées dont on sait qu'ils ne sont pas connus avec une grande précision : c'est ce que nous allons faire brièvement.

Une manière immédiate, mais non rigoureusement correcte d'évaluer la sensibilité du taux associé au Plan est d'admettre qu'elle est à peu près la même que celle du taux instantané et d'étudier cette dernière à l'aide de la relation

$$i(t) = (1 - \alpha) \frac{Y_t}{K_t} - d$$

ou de la relation

$$i(t) = (1 - \alpha) e^{\xi t} \frac{Y_t}{K_t} - (d + \theta)$$

En différentiant, on observe que la sensibilité de i par rapport à K , α et ξ est assez importante. Mais il n'est pas légitime de tirer des conclusions de ces sensibilités par rapport à chaque paramètre considéré isolément. On peut citer ici les travaux de SOLOW (1) qui a précisément cherché à représenter le développement de l'économie américaine par des fonctions (à progrès technique incorporé) différant entre elles par les valeurs de α et de ξ (mais donnant chacune un ajustement correct). On constate que lorsque α diminue de 0,64 à 0,59, le taux d'actualisation varie de 26 % à 29 %. Les mêmes calculs pour l'Allemagne donnent une variation de 21 % à 26 % (1).

(1) Capital Theory and the rate of return, page 89.

MODELE 2 : Progrès technique incorporé

$$\frac{Y_t}{Y_0} = \left(\frac{L_t}{L_0}\right)^{\alpha'} \left(\frac{J_t}{J_0}\right)^{1-\alpha'}$$

$$J_{t+1} = (1-d) J_t + e^{\xi t} s_t Y_t$$

$$C_t = (1-s_t) Y_t - G_t$$

D O N N É E S

$$\alpha' = \alpha = 0,72$$

$$\xi = \frac{\beta}{1-\alpha} = 10 \% \text{ par an}$$

$$d' = d = 5,5 \% \text{ par an}$$

$$J_0 = 223 \text{ milliards}$$

L_t)
 s_t)
 G_t)
) comme pour modèle 1

R É S U L T A T S

Années	CONSOMMATION C_t		Ecart
	Plan (s_t donné)	Variante ($s_t + 1 \%$)	
:1962	: 190,9	: 188,1	: - 2,8
:1964	: 219,8	: 210,9	: - 0,9
:1966	: 231,8	: 231,3	: - 0,5
:1968	: 253,7	: 255,1	: 1,4
:1970	: 274,8	: 276,4	: 1,8
:1972	: 298,6	: 300,9	: 2,3
:1974	: 325,8	: 328,7	: 2,9
:1976	: 35,2	: 356,7	: 3,5
:1978	: 384,5	: 388,6	: 4,1
:1980	: 420,0	: 424,4	: 4,4
:1982	: 456,5	: 461,6	: 5,1
:1984	: 496,3	: 501,6	: 5,3
:1985	: 517,6	: 523,1	: 5,5
:1986	: 538,9	: 544,8	: 5,9
:1988	: 583,3	: 589,7	: 6,4
:1990	: 632,1	: 639,3	: 7,2
:2000	: 948,1	: 959,0	: 10,9

Taux d'actualisation

i	= 15,4 % sur 30 ans
i	= 16. % sur 60 ans

En outre, le taux d'actualisation lié à l'ensemble du programme de développement est beaucoup plus stable que les taux instantanés. On a étudié successivement la sensibilité des résultats par rapport à l'importance de l'effort d'épargne supplémentaire et par rapport aux paramètres des fonctions de production et constaté dans les deux cas une grande stabilité. D'ailleurs, comme il a déjà été souligné, les deux types de fonctions de production retenues constituent deux formulations extrêmes pour représenter le même développement et les résultats qu'elles fournissent constituent donc la fourchette la plus large possible.

Cette dernière remarque ne signifie d'ailleurs pas que les résultats précédents ne sont pas susceptibles de révision dans l'avenir. Des progrès méthodologiques peuvent être accomplis dans le domaine des fonctions de production, favorisés par l'amélioration des données ; des révisions des projections des trends de productivité peuvent intervenir. Il devra être tenu compte de toutes ces informations nouvelles pour modifier ou préciser les évaluations précédentes.

*

* *

C O N C L U S I O N

- - - - -

Les résultats du précédent paragraphe conduisent ainsi à définir une plage pour le taux d'actualisation :

- 9 % si l'on considère que les gains de productivité ont lieu même sans effort d'investissement ;
- 15 % si l'on considère que les gains de productivité ne peuvent avoir lieu qu'au moyen d'un effort d'investissement ;

et l'on peut penser que des deux formulations permettent d'appréhender les valeurs extrêmes du taux d'actualisation. Les développements des paragraphes I et II, ainsi que les observations de la note "Taux d'intérêt et taux d'actualisation" incitent à procéder avec prudence au relèvement du taux d'actualisation et conduisent à s'attacher plus particulièrement à la partie basse de la fourchette précédemment définie.

L'ensemble des présomptions, sinon des preuves, ainsi dégagées et les leçons de l'expérience du passé amènent dans ces conditions à retenir un taux d'actualisation supérieur à 7 %, de l'ordre de 10 %. Cette évaluation, rappelons-le, est effectuée en valeur réelle, c'est-à-dire en ne tenant pas compte de la hausse nominale des prix, qu'il faut pourtant faire intervenir dans les applications concrètes, en l'ajoutant au taux d'actualisation retenu.

On peut ainsi penser que l'on oeuvre dans le sens d'une plus grande rationalité économique en proposant de retenir pour taux d'actualisation associé au VI^e Plan un taux de cet ordre. Il faut cependant reconnaître que les imprécisions qui affectent les données actuellement disponibles ne permettent guère d'affirmer avec précision un chiffre unique.

C'est pourquoi l'on préconisera en définitive, tout en retenant un taux central de 10 %, d'examiner des variantes de calcul avec des taux de 8 % et 12 %.

Cet effort vers une meilleure rationalité économique ne sera d'ailleurs véritablement un progrès que s'il s'accompagne d'une amélioration des méthodes de calcul économique et, bien plus encore, d'une généralisation de ce calcul dans tous les domaines, et ils sont nombreux, où ces méthodes peuvent éclairer le choix des investissements, productifs aussi bien que collectifs.

L'on n'oubliera pas enfin que le taux d'actualisation est lié étroitement au programme d'épargne de l'esquisse retenue et devrait donc être modifié s'il apparaissait que l'effort d'épargne correspondant à une nouvelle esquisse de croissance était nettement différent. Si, par exemple, le VIe Plan proposait un programme comportant un taux d'épargne plus élevé que dans les tendances actuelles, l'abondance plus grande des capitaux permettrait de retenir un taux d'actualisation moins élevé. Mais, dans l'attente de telles modifications éventuelles, les résultats précédents, conformes aux tendances actuelles de la croissance, restent valables.

*

*

*

A N N E X E

Hypothèses sur la fraction productive

des investissements collectifs

ANNEXE : HYPOTHESES SUR LA FRACTION PRODUCTIVE

DES INVESTISSEMENTS COLLECTIFS

1 - Principe de la répartition

A - Définition du caractère "productif"

Les investissements productifs du modèle sont caractérisés par le fait qu'ils entraînent une élévation de la P.I.B. lors des périodes ultérieures.

Seront donc considérés comme productifs :

- soit les investissements collectifs qui entraînent directement une augmentation de chiffre d'affaires et valeur ajoutée de certaines branches : eau urbaine par exemple, vendue par des Sociétés concessionnaires figurant dans la branche "Eau", mais non adduction d'eau car l'eau est alors vendue par des Syndicats intercommunaux non considérés comme "entreprise" et non inclus dans la P.I.B. ;
- soit les investissements collectifs qui sont indispensables au développement futur de l'activité : infrastructures de transport des marchandises, éducation pour la formation de main-d'oeuvre future, recherche...

Sont ainsi exclus tous les investissements à caractère, soit de consommation immédiate, soit de consommation future non facturée par des entreprises concourant à la P.I.B. : infrastructures de transport-tourisme, équipement socio-culturel, sportif, internats...

B - Délai de maturation

En outre, l'investissement productif est considéré dans le modèle comme figurant dans le capital productif de l'année suivante. Pour beaucoup d'investissements collectifs, l'effet productif se fait sentir à moyen ou long terme, après un certain délai de maturation T. Si l'on constate un investissement-éducation de 100 et si son effet sur le cycle productif a lieu 5 ans après, on considèrera que l'investissement à prendre en compte pour le présent est celui réalisé il y a 5 ans, soit $\frac{100}{(1+a)^5}$, si a

est le taux de croissance de ces investissements.

C - Champ de l'étude

La répartition est faite pour l'ensemble des investissements collectifs et les investissements du C. A. tels qu'ils figurent au tableau I. Les coefficients de répartition ont été calculés sur les enveloppes du Plan ou sur les investissements 1970.

2 - Investissement Education-Recherche

Première étape : décomposition par fonction de l'investissement 1970

L'on a décomposé l'investissement 1970 en ses principales fonctions en appliquant les ratios de structure du Ve Plan (Rapport de la Commission de l'Equipement Scolaire, page 85). Le tableau 2 donne les valeurs des différents types d'investissement, l'hypothèse faite pour le délai de maturation T des investissements, leur taux de croissance a, ce qui permet d'évaluer le montant d'investissement J entrant en service fin 1970, (dernière colonne).

$$J = \frac{I}{(1+a)^T}$$

Deuxième étape : fraction productive de chaque type d'investissement

L'hypothèse faite est de considérer qu'un investissement éducation est de 90 % productif si 90 % de ses effectifs vont faire partie ultérieurement de la population active.

Il faut donc, pour un cycle donné :

- évaluer la fraction qui va directement dans la vie active et la corriger d'un taux d'activité pour refléter la structure par sexes (taux d'activité masculin pris égal à 1, taux d'activité féminin pris entre 0,6 et 0,7 selon les cycles) ;
- évaluer la fraction qui va dans chacun des cycles ultérieurs et recommencer l'estimation précédente;
- tenir compte d'un taux général d'attrition durant les cycles.

TABLEAU 1 : Investissements collectifs et C.E.A.

Milliards de F. 1959			
	1962	1970	
:	:	:	:
:	:		:
:	:	:	:
:Education	2,74	5,44	:
:	:	:	:
:Transports	1,75	3,92	:
:	:	:	:
:Equipement urbain	1,23	2,88	:
:	:	:	:
:Equipement rural	1,27	1,83	:
:	:	:	:
:Santé	0,30	0,34	:
:	:	:	:
:Administration Générale	0,79	1,19	:
:	:	:	:
:C.E.A.	1,52	3,80	:
:	:	:	:
:Institutions financières	0,30	0,40	:
:	:	:	:
:	:		:
:	9,90	19,80	:
:	:	:	:
:	:		:

TABLEAU 2 : Décomposition de l'Investissement Education en 1970

	Structure des enveloppes du Plan	I 1970	Délai de maturation	Taux de crois- sance annuel	I entrant en service fin 1970
<u>EDUCATION</u>					
Préscolaire	4,45 %	0,226	14 ans	7 %	0,094
Elémentaire	9,01 %	0,459	10 ans	"	0,241
1er cycle	28,76 %	1,464	7 ans	"	0,975
2e cycle court	6,56 %	0,334	2 ans	"	0,312
2e cycle long	4,79 %	0,244	5 ans	"	0,186
Supérieur	21,19 %	1,079	3 ans	"	0,946
F.P.A.	2,40 %	0,122	3 ans	"	0,106
	77,16 %	3,928			2,86
Enfance inadaptée	3,45 %				
Internat et oeuvres	2,32 %				
D.O.E.	1,92 %		<u>non productifs</u>		
Equip. complément.	1,73 %				
Equip. socio-éducat. et sportif	13,42 %				
	22,84 %	1,162			0
<u>EDUCATION</u>	100 %				
<u>RECHERCHE</u>		0,35	5 ans	10 %	0,24
<u>ENSEMBLE</u>		5,44			3,10

On commencera donc par les cycles qui débouchent directement dans la vie active pour calculer la fraction productive f_0 et on remontera de proche en proche. Le tableau 3 montre le détail du calcul (1).

Troisième étape : calcul de l'investissement productif

Il ne reste plus qu'à appliquer les taux précédents à l'investissement entrant en service évalué lors de la première étape. Les résultats figurent au tableau 4 et l'on trouve un taux global de

$f_{\text{Education}} \approx 49 \%$

3 - Investissements : Routes et Transports

Première étape : décomposition de l'investissement

On regroupe ici toutes les infrastructures de transport, y compris voirie urbaine et voirie agricole. Le tableau 5 donne les valeurs des différents types d'investissement en 1970, les délais de maturation choisis, les taux de croissance retenus et, en conséquence, les valeurs de l'investissement entrant en service fin 1970.

Deuxième étape : fraction productive de chaque type d'investissement

L'hypothèse faite est de considérer que la fraction productive d'un investissement d'infrastructure de transport est égale à la fraction de la valeur du trafic "marchandises et affaires" qui emploie ces infrastructures.

Les statistiques disponibles (Direction des Routes) concernent les trafics totaux en véhicules-km et les trafics productifs : déplacements professionnels, trajets de travail en ville, marchandises.

(1) La méthode et une partie des coefficients numériques sont issus des travaux menés au CEPREL (Groupe "Modèle Education" - M. HITORI).

TABLÉAU 3 : Education : Fraction Productive de chaque type

d'investissements

F.P.A.

Effectifs masculins allant directement dans la vie active

$$f = 100 \%$$

Enseignement supérieur

Effectifs masculins (56 %) et féminins (44 %) allant directement dans la vie active.
Taux d'activité féminin ultérieur : 71 %

$$f = 0,56 + 0,71(0,44) = 87 \%$$

Deuxième cycle long

Effectifs masculins (50 %) et féminins (50 %) allant

- pour partie dans la vie active : 50 %

- pour partie dans l'enseignement supérieur : 50 %

$$f = 50 \% \left[\begin{array}{c} 0,5 + 0,5(0,66) \\ \text{vie active} \end{array} \right] + 50 \% \left[\begin{array}{c} 0,87 \\ \text{E. supérieur} \end{array} \right] = 85 \%$$

Deuxième cycle court

Effectifs masculins (47 %) et féminins (53 %) allant directement dans la vie active

$$f = 0,47 + 0,53(0,66) = 82 \%$$

Premier cycle

Effectifs masculins (47 %) et féminins (53 %) allant

- pour partie dans la vie active : 24 %

- pour partie dans le 2e cycle court : 28 %

- pour partie dans le 2e cycle long : 48 %

$$f = 24 \% \left[\begin{array}{c} 0,47 + 0,53(0,60) \\ \text{vie active} \end{array} \right] + 28 \% \left[\begin{array}{c} 0,82 \\ \text{C. court} \end{array} \right] + 48 \% \left[\begin{array}{c} 0,85 \\ \text{C. long} \end{array} \right] = 83 \%$$

Elémentaire et préscolaire

Effectifs allant tous en premier cycle

$$f = 83 \%$$

Taux d'attrition

On réduit l'ensemble de ces chiffres de 1 % pour tenir compte des disparitions en cours de cycle éducatif.

TABIEAU 4 : Education : calcul de l'investissement productif

	I 1970	I entrant en service fin 1970	Fraction productive	I productif fin 1970
Préscolaire	0,226	0,094	82 %	0,077
Elémentaire	0,459	0,241	82 %	0,198
1er cycle	1,464	0,975	82 %	0,804
2e cycle court	0,334	0,312	81 %	0,255
2e cycle long	0,244	0,186	84 %	0,158
Supérieur	1,079	0,946	86 %	0,820
F.P.A.	0,122	0,106	99 %	0,105
Recherche	0,350	0,240	100 %	0,240
Non-productifs	1,162	0	0	0
<hr/>				
ENSEMBLE	5,44	3,10		2,66

Taux global

$$f_{\text{Education}} = \frac{2,66}{5,44} = 48,8 \%$$

TABLEAU 5 : Routes et infrastructure : décomposition de

l'investissement 1970

(Milliards de F. 1959)

	Investissement 1970	Délai de maturation	Taux de croissance	Investissement entrant en service fin 1970
Voirie urbaine	1,07	2	10 %	0,98
Autoroutes et nationales	2,02	2	10 %	1,84
Voirie départementale et com- munale	0,92	1	-	0,92
Voirie agricole	0,08	1	-	0,08
Ports	0,45	4	5 %	0,39
Canaux	0,34	6	5 %	0,27
Aérodromes	0,19	1	-	0,19
Infrastructure pétrolière	0,02	1	-	0,02
ENSEMBLE	5,09	-	-	4,69

Voitures particulières

Milliards de véhicules-km

	<u>Totaux</u>	:	<u>Productifs</u>
Voirie urbaine	42	:	21
Rase campagne	68	:	24
	<u>110</u>	:	<u>45</u>

Marchandises

25 milliards de véhicules-km sur tout le réseau.

Partant de ces données, on ajoute les hypothèses suivantes :

1. Le trafic marchandises est entièrement productif, et est réparti pour 20 % en voirie urbaine et 80 % en trafic de rase campagne.
2. Le km-marchandises est estimé à une valeur double du km-voiture particulière : durée de parcours plus grande, valeur du temps plus grande.
3. La voirie départementale et communale a même répartition de trafic que la voirie urbaine.

Ces hypothèses permettent de répartir le trafic en valeur productive et valeur non productive dans le tableau 6.

Troisième étape : calcul de l'investissement productif

Le tableau 6 donne également l'investissement productif, obtenu en appliquant la clef de répartition précédente aux investissements entrant en service fin 1970. On trouve, pour l'ensemble de ces équipements un coefficient productif de

$f_{\text{Transports}} = 63 \%$

TABLERAU 6 : Routes et infrastructures : investissement productif

	Valeur des km parcourus			Investissements 1970		
	Totaux	Productifs	Coefficient productif 3=2:1	Totaux	Entrant en service	Productifs 6=5x3
	1	2		4	5	6=5x3
<u>Voirie urbaine</u>						
: Voitures particulières	: 42	: 21	:	:	:	:
: Marchandises	: <u>10</u>	: <u>10</u>	:	:	:	:
	: <u>52</u>	: <u>31</u>	: 60 %	: 1,07	: 0,98	: 0,59
<u>Autoroutes et nationales</u>						
: Voitures particulières	: 68	: 24	:	:	:	:
: Marchandises	: <u>40</u>	: <u>40</u>	:	:	:	:
	: 108	: <u>64</u>	: 60 %	: 2,02	: 1,84	: 1,10
<u>Voirie départementale et communale</u>						
: -	: -	: -	: 60 %	: 0,92	: 0,92	: 0,55
<u>Voirie agricole</u>						
: Ports	:	:	: 100 %	: 0,08	: 0,08	: 0,08
: Canaux	:	:	: 100 %	: 0,45	: 0,39	: 0,39
: Aérodrômes	:	:	: 100 %	: 0,34	: 0,27	: 0,27
: Infrastructure pétrolière	:	:	: 100 %	: 0,19	: 0,19	: 0,19
	:	:	:	: 0,02	: 0,02	: 0,02
ENSEMBLE						
				: 5,09	: 4,69	: 3,19

4 - Autres investissements collectifs

La même méthode a été appliquée aux autres types d'investissements collectifs, en partant des hypothèses suivantes :

A) Administration générale

Non productive puisque ne provoquant aucune élévation ultérieure de la P.I.B.

B) Santé

Non productive puisque rendant des services non comptabilisés dans la P.I.B. (il ne s'agit ici que des équipements à caractère social, car les hôpitaux ne sont pas répertoriés comme investissements collectifs).

C) Equipement rural

- | | |
|-------------------------------------|---|
| - Electrification | entièrement productif |
| - Adduction d'eau | non productif car les ventes d'eau ultérieures ne figurent pas dans la P.I.B. |
| - Hydraulique | entièrement productif |
| - Aménagement de villages et forêts | non productif |
| - Voirie agricole | voir § 3. |

D) Equipement urbain

- | | |
|--|--|
| - Voirie urbaine | voir § 3 |
| - Eau et assainissement | 50 % productifs pour tenir compte de l'eau industrielle et de l'activité des Sociétés distributrices d'eau |
| - Transports urbains (R.A.T.P. exclue) | entièrement productif |
| - Viabilité secondaire | entièrement productif (zones industrielles...). |

E) C.E.A.

70 % productifs pour tenir compte de certaines recherches militaires non productives.

F) Logement

Non productif puisque le modèle traite la branche logement en-dehors de la P.I.B. et que, de toute façon, la valeur ajoutée de cette branche ne reflète pas les services rendus par la construction de logements.

G) Investissements des Institutions Financières : 75 % productifs

Pour ces diverses catégories d'investissement, on a également tenu compte des délais de maturation. Les résultats correspondants figurent au tableau 7.

5 - Récapitulation : part productive des investissements collectifs en 1970

L'utilisation des résultats précédents permet de répartir les investissements collectifs, distingués par fonctions, en productifs et non productifs.

Le tableau 8 donne cette répartition et fait apparaître la fraction globale productive de ces investissements.

f Investissements collectifs	=	49,1 %
f Inv. collectifs + C.E.A. + I.F.	=	49,3 %

En utilisant les coefficients productifs par fonction calculés pour 1970, on a fait le même calcul pour 1962 où la structure des équipements collectifs était différente. La fraction productive passe alors de 49,3 % à 47 %. En prolongeant cette tendance, on peut prendre comme hypothèse une part productive de 52 % en 1985.

TABLEAU 7 : Autres types d'investissements collectifs et des Insti-

tutions Financières

(Milliards de F. 1959)

	I 1970	Délai de maturation	Taux de croissance	I en service fin 1970	Part pro- ductive	I productif
Administration Générale	1,19	-	-	-	0 %	-
Santé	0,34	-	-	-	0 %	-
<u>Equipement rural</u>						
Electrification rurale	0,28	1	-	0,28	100 %	0,28
Adduction d'eau	0,99	-	-	-	0 %	-
Hydraulique	0,33	2	5 %	0,31	100 %	0,31
Aménagement de villages	0,15	-	-	-	0 %	-
<u>Equipement urbain</u>						
Eau et assainissement	1,04	1	-	1,04	50 %	0,52
Transports	0,05	1	-	0,05	100 %	0,05
Viabilité secondaire	0,72	2	10 %	0,65	100 %	0,65
C. E. A.	3,80	6	8 %	2,58	70 %	1,80
Institutions Financières	0,40	1	-	0,40	75 %	0,30

TABLEAU 8 : R capitulation : part productive des investissements

collectifs

(Milliards de F. 1959)

	Investissements 1970			Investissements 1962		
	Totaux	Productifs	Part productive	Totaux	Productifs	Part globale
	1	2	3=2:1	4	5=4x3	
Administration Générale	1,19	0	0 %	0,79	0	
Education et recherche	5,44	2,66	48,9 %	2,74	1,34	
Santé	0,34	0	0 %	0,30	0	
Equipement rural	1,83	0,67	36,6 %	1,27	0,47	
Equipement urbain	2,88	1,81	62,8 %	1,23	0,77	
Routes et infrastructures	3,92	2,52	64,3 %	1,75	1,72	
C. E. A.	3,80	1,80	47,4 %	1,52	0,73	
Institutions Financières	0,40	0,30	75 %	0,30	0,22	
ENSEMBLE	19,80	9,76	49,3 %	9,90	4,65	47 %

